



ФБУ «Омский ЦСМ»
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии
и испытаний в Омской области»

644116, Омская обл., г. Омск,
ул. Северная 24-я, д. 117А
☎ (3812) 68-07-99, 68-22-28
🌐 <https://csm.omsk.ru>
✉ info@ocsm.omsk.ru

Уникальный номер записи
об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц

RA.RU.311670

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора
ФБУ «Омский ЦСМ»



И.П.

А.В. Бессонов

«19» января 2023 г.

«ГСИ. Система автоматизированная информационно-измерительная
АИИС-7С1020. Методика поверки»

МП 5.2-0217-2023

г. Омск
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматизированную информационно-измерительную АИИС-7С1020 (далее – ИС) зав. № 01, изготовленную Филиалом ПАО «ОДК-Сатурн» - ОМКБ, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик ИС в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин в соответствии с Государственными поверочными схемами, подтверждающая прослеживаемость к:

- государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;

- государственному первичному эталону единицы массы (килограмма) ГЭТ 3-2020;

- государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91;

- государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-01;

- государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014;

- государственному первичному эталону единицы давления-паскаля ГЭТ 23-2010;

- государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020;

- государственному первичному эталону единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ 35-2021;

- государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот от 10 до $3 \cdot 10^7$ Гц ГЭТ 89-2008;

- государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $7 \cdot 10^5$ Па ГЭТ 101-2011;

- государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020.

1.3 При определении метрологических характеристик ИС применяется методы прямых и косвенных измерений.

1.4 Поверку измерительных каналов (далее – ИК) ИС проводят поэлементным методом: отдельно поверяют первичные преобразователи и электрическую часть ИК ИС.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных ИК из состава ИС на основании письменного заявления владельца ИС или лица, представившего ее на поверку, оформленного в произвольной форме.

1.6 Первичные преобразователи ИК ИС поверяются в соответствии с интервалами между поверками, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки первичного преобразователя наступает до очередного срока поверки ИК ИС, поверяется только этот компонент, и поверка всего ИК ИС не проводится. После поверки первичного преобразователя и восстановления ИК ИС выполняется проверка работоспособности ИК ИС в той его части и в том объеме, который необходим для того, чтобы убедиться, что действия, связанные с поверкой первичного преобразователя, не нарушили метрологических характеристик ИК ИС.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение метрологических характеристик ИК №№ 1-4, 6-35, 37-54	Да	Да*	10.1
Определение метрологических характеристик ИК № 5	Да	Да*	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12
* При условии наличия ИК в составе ИС, представленной на поверку			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- напряжение питающей сети переменного тока, В от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

П р и м е ч а н и е – При выполнении поверки ИС условия окружающей среды для основных и вспомогательных средств поверки должны соответствовать требованиям, указанным в их эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверку ИС осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, имеющие удостоверение на право работы на электроустановках напряжением до 1000 В и группу по электробезопасности не ниже II, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на ИС и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5 . 1 – Основные и вспомогательные средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от + 15 °С до + 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	Средство измерений абсолютного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа	
	Средство измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 187 до 242 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 4 В	Мультиметр Agilent 34401A (рег. № 16500-97)
	Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне измерений от 49 до 51 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,2$ Гц	
	Калибратор, воспроизводящий: - напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 10 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 2,5$ мВ; - напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 100 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 25 мВ; - напряжение переменного тока частотой от 20 Гц до 100 кГц в диапазоне от 0,01 до 37 В с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,1$ %; - силу постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 5 мкА - электрическое сопротивление постоянному току в диапазоне от 0 до 200 Ом с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 50 мОм	Калибратор многофункциональный со встраиваемыми модулями поверки осциллографов 300 МГц, 600 МГц Fluke 5502E (рег. № 55804-13)
	Генератор с частотой воспроизведения сигнала от 0,01 до 5000 Гц и пределами допускаемой относительной погрешности не более $\delta: \pm 1 \cdot 10^{-5}$	Генератор сигналов произвольной формы 33509B (рег. № 53565-13)

Продолжение таблицы 5.1

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2 Определение метрологических характеристик ИК № 5	Средство измерений угла наклона плоскости к горизонтали с пределами допускаемой погрешности не более $\pm 3'$	Квадрант цифровой КО-10Ц (рег. № 58205-20)
	Набор гирь 1 г - 5 кг класса точности не хуже М ₁ по ГОСТ OIML R 111-2009	Гири классов точности E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ и M ₁ (рег. № 36068-07)
	Гири (20 шт.) номинальным значением массы 25 кг с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1250 мг	Набор гирь специальных ГС (рег. № 86217-22)
	Контрольно-поверочное градуировочное устройство (далее – КПУ) из состава гидротормозной моментоизмерительной системы (далее – МИС) с длиной плеча рычага 1432,2 мм	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие определение метрологических характеристик ИК ИС с требуемой точностью.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Лица, проводящие поверку, должны быть ознакомлены с правилами (условиями) безопасной работы ИС и средств поверки, указанными в их эксплуатационной документации, и пройти инструктаж по технике безопасности,

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования по обеспечению безопасности, изложенные в Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок, ГОСТ 12.2.091-2012, ГОСТ 12.1.019-2017.

6.3 Любые подключения проводить только при отключенном напряжении питания комплекса.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого ИК ИС следующим требованиям:

- комплектность ИК должна соответствовать приведенной в формуляре на ИС;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т.д.) ИК не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с кабельными разъемами и клеммными колодками.

7.2 Проверяют в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений наличие сведений о положительных результатах поверки первичного преобразователя, входящего в состав ИК ИС (при наличии). Сведения о поверке первичного преобразователя должны быть действующими на момент поверки ИК ИС.

7.3 ИК ИС, не соответствующий перечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие операции:

- обеспечивают условия для поверки, приведенные в разделе 3 настоящей методики поверки;
- включают и подготавливают средства поверки к работе согласно их эксплуатационной документации;
- при поэлементном методе поверки отключают электрические линии, идущие от первичных преобразователей, и подключают на вход вторичной части поверяемого ИК ИС средства поверки;
- включают и подготавливают поверяемый ИК ИС к работе согласно эксплуатационной документации на комплекс.

8.2 Перед выполнением поверки ИК № 5 дополнительно выполняют следующие операции:

- монтируют КППУ в соответствии с требованиями проекта на КППУ;
- обеспечивают переговорную или световую (звуковую) связь между оператором КППУ и оператором ИС.
- проводят внешний осмотр элементов КППУ: механические повреждения и ослабления элементов крепления не допускаются.

8.3 При проведении опробования ИК ИС проверяют прохождение сигналов средства поверки, имитирующего входные сигналы. Проверяют на мониторе автоматизированного рабочего места оператора показания по регистрируемым в соответствии с конфигурацией ИК ИС параметра технологического процесса. При увеличении и уменьшении значения входного сигнала соответствующим образом должны изменяться значения измеряемой величины на мониторе автоматизированного рабочего места оператора.

П р и м е ч а н и е – Допускается проводить проверку работоспособности ИК ИС одновременно с определением метрологических характеристик ИК ИС.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация программного обеспечения проводится проверкой наименования, версии и цифрового идентификатора метрологически значимой части функционального программного обеспечения ИС. Проверка проводится в следующем порядке:

- запускают программу управления комплексами МИС «Recorder»;
- в открывшемся главном окне программы, нажав правую кнопку «мыши» по пиктограмме в левом верхнем углу, выбирают в контекстном меню «О программе»;
- при первичной поверке в открывшемся информационном окне считывают наименование вычислительного модуля, текущую версию (в окне «вер:») и цифровой идентификатор (в окне «ID»), записывают идентификационные данные программного обеспечения в формуляр на ИС;
- при периодической поверке в открывшемся информационном окне считывают наименование вычислительного модуля, текущую версию (в окне «вер:») и цифровой идентификатор (в окне «ID»), сверяют полученные идентификационные данные с данными, приведенными в формуляре на ИС.

9.2 Результат проверки считают удовлетворительным, если:

- наименование вычислительного модуля – scales.dll;
- текущая версия – не ниже 1.0.0.8;
- цифровой идентификатор (при периодической поверке) соответствует приведенному в формуляре на ИС.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик ИК №№ 1-4, 6-35, 37-54

10.1.1 Поверку ИК проводят поэлементным методом. При наличии в составе ИК первичного преобразователя, его отключают от измерительного модуля.

10.1.2 Вторичную часть ИК ИС (измерительный модуль комплекса измерительно-вычислительного МИС-400R, включая линии связи) поверяют на месте установки ИС в соответствии с установленной на комплекс измерительно-вычислительный МИС-400R (рег. № 20859-09) методикой поверки.

10.2 Определение метрологических характеристик ИК № 5

10.2.1 Проверка чувствительности гидротормозной моментоизмерительной системы

10.2.1.1 Проверяют чувствительность МИС при помощи КППУ в следующем порядке:

- устанавливают ненагруженное КППУ в горизонтальное положение: угол наклона не более $17'$ (не более 5 мм/м);
- нагружают МИС через КППУ крутящим моментом силы, равным 0,1 от верхнего предела диапазона измерений;
- помещают на грузоприемное устройство КППУ плавно (без толчков) такое количество дополнительных гирь, при котором появляется реагирование показаний ИК ИС;
- регистрируют значение массы гирь q_i , кг, и убирают дополнительные гири с грузоприемного устройства;
- повторяют нагружение дополнительными гирями не менее 2 раз;
- определяют порог чувствительности МИС r , кгс·м, по формуле:

$$r = J \cdot q_{\text{ср}} \cdot \frac{g}{g_n}, \quad (10.1)$$

где J – передаточное соотношение КППУ, м;

$q_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение массы дополнительных гирь, помещенных на грузоприемное устройство КППУ, при котором появляется реагирование показаний ИК ИС, кг;

g – ускорение свободного падения в месте проведения измерений ($g = 9,815$), м/с²;

g_n – нормальное ускорение свободного падения ($g_n = 9,807$ м/с²), м/с².

10.2.1.2 Повторяют проверку при нагружении МИС через КППУ крутящим моментом силы, равным 1,0 от верхнего предела диапазона измерений.

10.2.1.3 Чувствительность МИС не должна превышать 0,10 % от верхнего предела диапазона измерений.

10.2.2 Определение погрешности МИС

10.2.2.1 Выполняют градуировку ИК ИС в следующем порядке:

- нагружают МИС через КППУ крутящим моментом силы, равным 1,0 от верхнего предела диапазона измерений, и выдерживают при этой нагрузке не менее трех минут;
- разгружают МИС и определяют нулевое показание ИК ИС (оно не должно отличаться от нулевого показания до нагружения более чем на 0,10 %);
- задают от КППУ последовательность из значений крутящего момента силы от нуля до максимального значения (прямой ход) и от максимального значения до нуля (обратный ход) с шагом, равным 0,1 от верхнего предела диапазона измерений. На каждой ступени нагружения-разгружения производят регистрацию показаний ИК ИС. Выполняют не менее 3 серий нагружений-разгружений.

10.2.2.2 Определяют и исключают грубые погрешности, используя статистический критерий Граббса. Вычисляют критерии Граббса для нагружения и разгрузки, предполагая, что наибольший и наименьший результат измерений на каждой ступени вызван грубыми погрешностями:

$$G'_1 = \frac{X'_{k\max} - X'_k}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (X_{ki} - X'_k)^2}{n' - 1}}}, G'_2 = \frac{X'_k - X'_{k\min}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (X_{ki} - X'_k)^2}{n' - 1}}}, \quad (10.2), (10.3)$$

$$G''_1 = \frac{X''_{k\max} - X''_k}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n''} (X_{kj} - X''_k)^2}{n'' - 1}}}, G''_2 = \frac{X''_k - X''_{k\min}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n''} (X_{kj} - X''_k)^2}{n'' - 1}}}, \quad (10.4), (10.5)$$

где $X'_{k\max}$, $X''_{k\max}$, $X'_{k\min}$, $X''_{k\min}$ – наибольший результат измерений ИК ИС при нагружении или разгрузении на k -ой ступени, кгс·м

X_{ki} , X_{kj} – единичные значения показаний ИК ИС при i -ом нагружении или j -ом разгрузении на k -ой ступени, кгс·м;

X'_k , X''_k – средние арифметические значения показаний ИК ИС для прямого и обратного ходов градуировочной характеристики для k -ой ступени нагружения-разгрузки, кгс·м;

n' , n'' – число наблюдений в k -ом ряду измерений нагружения-разгрузки.

Значения G'_1 , G'_2 , G''_1 , G''_2 сравнивают с теоретическим значением критерия Граббса G_T (при уровне значимости 0,05), значения которого приведены в таблице 10.1.

Т а б л и ц а 10.1 – Теоретические значения критерия Граббса

Объем выборки n	Значение G_T	Объем выборки n	Значение G_T
3	1,155	7	2,020
4	1,481	8	2,126
5	1,715	9	2,215
6	1,887	10	2,290

Если значение G'_1 , G'_2 , G''_1 , G''_2 больше G_T , то соответствующий результат исключают как маловероятный. В противном случае результат не исключают и сохраняют в ряду результатов измерений.

10.2.2.3 Определяют среднее квадратическое отклонение случайной составляющей абсолютной погрешности ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгрузки по формуле:

$$\sigma[\Delta_o]_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (X_{ki} - X'_k)^2 + \sum_{j=1}^{n''} (X_{kj} - X''_k)^2}{n' + n'' - 1}}, \quad (10.6)$$

где X_{ki} , X_{kj} – единичные значения показаний ИК ИС при i -ом нагружении или j -ом разгрузении на k -ой ступени, оставшиеся после исключения результатов, содержащих грубые погрешности, кгс·м;

X'_k , X''_k – средние арифметические значения показаний ИК ИС для прямого и обратного ходов градуировочной характеристики для k -ой ступени нагружения-разгрузки, кгс·м;

n' , n'' – число наблюдений в k -ом ряду измерений нагружения-разгрузки, оставшееся после исключения результатов, содержащих грубые погрешности.

10.2.2.4 Определяют среднее квадратическое отклонение случайной составляющей абсолютной погрешности ИК ИС от гистерезиса для k -ой ступени нагружения-разгрузки по формуле:

$$\sigma[\Delta_H]_k = \frac{X'_k - X''_k}{2 \cdot \sqrt{3}}. \quad (10.7)$$

10.2.2.5 Определяют случайную составляющую абсолютной погрешности ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгрузки по формуле:

$$\Delta_{ok} = t_\alpha \cdot \sqrt{(\sigma[\Delta_o]_k)^2 + (\sigma[\Delta_H]_k)^2}, \quad (10.8)$$

где t_α – коэффициент Стьюдента-Фишера (см. таблицу 10.2).

Т а б л и ц а 10.2 – Значения коэффициента Стьюдента-Фишера

Число степеней свободы $f = n' + n'' - 1$	Значение t_{α}^*	Число степеней свободы $f = n' + n'' - 1$	Значение t_{α}^*
1	12,706	11	2,201
2	4,303	12	2,179
3	3,182	13	2,160
4	2,776	14	2,145
5	2,571	15	2,131
6	2,447	16	2,120
7	2,365	17	2,110
8	2,306	18	2,103
9	2,262	19	2,093
10	2,228	20	2,086

* При доверительной вероятности $P = 0,95$.

10.2.2.6 Определяют систематическую составляющую абсолютной погрешности ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\Delta_{ос\ k} = X_k - R_k, \quad (10.9)$$

где X_k – среднее арифметическое значение показаний ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения, кгс·м;

R_k – значение крутящего момента силы, воспроизведенное через КПУ для k -ой ступени нагружения-разгружения, кгс·м.

Среднее арифметическое значение показаний ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения определяют по формуле:

$$X_k = \frac{X_k' + X_k''}{2}. \quad (10.10)$$

Значение крутящего момента силы, воспроизведенное через КПУ для k -ой ступени нагружения-разгружения, определяют по формуле:

$$R_k = J \cdot q_k \cdot \frac{g}{g_n}, \quad (10.11)$$

где J – передаточное соотношение КПУ, м;

q_k – значение массы гирь, помещенных на грузоприемное устройство КПУ для k -ой ступени нагружения-разгружения, кг;

g – ускорение свободного падения в месте проведения измерений ($g = 9,815$), м/с²;

g_n – нормальное ускорение свободного падения ($g_n = 9,807$ м/с²), м/с².

10.2.2.7 Определяют абсолютную погрешность ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\Delta_k = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ок}^2 + \Delta_{ос\ k}^2}. \quad (10.12)$$

10.2.2.8 Определяют относительную погрешность ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\delta_k = \frac{\Delta_k}{R_k} \cdot 100. \quad (10.13)$$

10.2.2.9 Определяют приведенную (к 0,5 от верхнего предела диапазона измерений) погрешность ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\gamma_k = \frac{\Delta_k}{0,5 \cdot R_{\max}} \cdot 100, \quad (10.14)$$

где R_{\max} – значение крутящего момента силы, равное верхнему пределу диапазона измерений, кгс·м.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

ИК ИС считают соответствующим метрологическим требованиям, если:

- ИК ИС соответствует установленным требованиям, приведенным в п.п.7, 8, 9 настоящей методики поверки;
- результаты поверки вторичной части ИК на месте установки ИС положительные;
- приведенная (к 0,5 от верхнего предела диапазона измерений) погрешность ИК № 5 в диапазоне от 0,1 до 0,5 включительно от верхнего предела диапазона измерений не превышает $\pm 0,5 \%$;
- относительная погрешность ИК № 5 в диапазоне свыше 0,5 до 1,0 от верхнего предела диапазона измерений не превышает $\pm 0,5 \%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В случае проведения поверки отдельных ИК из состава ИС, в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения об объеме проведенной поверки.

12.3 В случае положительных результатов первичной или периодической поверок, по заявлению владельца ИС или лица, представившего ее на поверку, на ИС выдается свидетельство о поверке установленного образца.

12.4 В случае отрицательных результатов первичной или периодической поверок, по заявлению владельца ИС или лица, представившего ее на поверку, на ИС выдается извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

Начальник отдела поверки и испытания средств измерений
в приборостроении ФБУ «Омский ЦСМ»

Ведущий инженер по метрологии ФБУ «Омский ЦСМ»

Д.С. Нуждин

Д.А. Воробьев