

**Общество с ограниченной ответственностью «КЭР-Автоматика»
(ООО «КЭР-Автоматика»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
по метрологии – директор Филиала
ООО «КЭР-Автоматика» «Центр
метрологического обеспечения предприятий»



Д.Д. Погодин

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления AKSENSE APM

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

26.51.43-001-75698308-2025.МП

г. Казань
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления AKSENSE APM, изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «АКСИСТЕМС» (ООО «АКСИСТЕМС»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Преобразователи давления AKSENSE APM (далее – преобразователи) предназначены для непрерывных измерений и преобразований значений давления жидкости, газа или пара в унифицированный аналоговый выходной сигнал силы постоянного тока или напряжения постоянного тока, или цифровой выходной сигнал.

1.2 Выполнение требований настоящей методики поверки обеспечивает прослеживаемость преобразователей к Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ 23–2010) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101–2011) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 6 декабря 2019 г. № 2900, Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95–2020) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 10 марта 2025 г. № 472.

1.3 Передача единицы величины и подтверждение метрологических характеристик преобразователей происходит методом непосредственного сличения согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 06 декабря 2019 г. № 2900, Государственной поверочной схеме для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 10 марта 2025 г. № 472.

1.4 В результате выполнения поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А настоящей методики поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций 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
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание – При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку преобразователя прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +21 до +25
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7
- напряжение питания постоянного тока – в соответствии с технической документацией на преобразователь.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на преобразователи и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
пункты 8, 9	Средства измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 5 до плюс 35 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (регистрационный номер 53505-13 в ФИФОЕИ)
	Средства измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 10 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений не более ± 3 %	
	Средства измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	атмосферного давления не более $\pm 0,5$ кПа	
пункты 8, 9	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, в диапазоне измерений от минус 100 кПа до 100 МПа	Модули давления эталонные Метран-518 (регистрационный номер 39152-12 в ФИФОЕИ) с кодами D63КА, D160КА, D1МА, D2,5МА, 1МА, 6МА, 25МА, 60МВ; Манометр грузопоршневой МП-2500 класса точности 0,05 (регистрационный номер 1336-60 в ФИФОЕИ)
	Эталоны единицы абсолютного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06 декабря 2019 г. № 2900, в диапазоне измерений от 0,1 Па до 6 МПа	Модули давления эталонные Метран-518 (регистрационный номер 39152-12 в ФИФОЕИ) с кодами А160КВ, А1МВ, А6МВ
	Эталоны единицы разности давлений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 10 марта 2025 г. № 472, в диапазоне измерений до 2,5 МПа	Модули давления эталонные Метран-518 (регистрационный номер 39152-12 в ФИФОЕИ) с кодами D63КА, D160КА, D1МА, D2,5МА, 1МА, 6МА
	Эталоны силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, в диапазоне измерений от 0 до 22 мА	
	Эталоны постоянного электрического тока и электродвижущей силы, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, в диапазоне измерений от 0 до 10 В	Калибратор давления Метран-520 (регистрационный номер 54880-13 в ФИФОЕИ)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательные средства поверки		
пункты 8, 9	Средство измерений интервалов времени, длительность интервала времени не менее 300 с	Секундомер механический СОСпр-26-2-010 (регистрационный номер 11519-11 в ФИФОЕИ)
	Источник питания (воспроизведения) напряжения постоянного тока от 5 до 24 В	Источник питания постоянного тока импульсный АКИП-1102 (регистрационный номер 37469-08 в ФИФОЕИ)
	Средства для считывания выходных сигналов преобразователя по RS-485	Персональный компьютер с интерфейсным адаптером для считывания выходных сигналов по RS-485
<p>Примечания</p> <p>1. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> <p>2. Применяемые средства поверки выбираются из указанных в таблице в зависимости от метрологических и технических характеристик поверяемого преобразователя с учетом требований Государственных поверочных схем и настоящей методики поверки.</p>		

5.2 Применяемые средства поверки должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5.3 При выборе средств поверки должны быть соблюдены следующие условия:

– при проведении поверки преобразователей с выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА или напряжения постоянного тока (от 0 до 5 В или от 0 до 10 В):

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_I}{K_{\max} - K_{\min}} \right) \cdot 100 \leq \gamma \cdot n, \quad (1)$$

- Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона давления в поверяемой точке, кПа;
- P_m – диапазон измерений поверяемого преобразователя, кПа;
- Δ_I – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона силы постоянного электрического тока (для преобразователей с выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА) или постоянного электрического напряжения (для преобразователей с выходным сигналом напряжения постоянного тока от 0 до 5 В или от 0 до 10 В), мА, мВ;
- K_{\min}, K_{\max} – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала силы постоянного тока (для преобразователей с выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА) или напряжения постоянного тока (для преобразователей с выходным сигналом напряжения постоянного тока от 0 до 5 В или от 0 до 10 В) поверяемого преобразователя, мА, мВ;
- γ – пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений преобразователя, %;

- n – соотношение погрешностей применяемых эталонов давления и поверяемого преобразователя, в соответствии с требованиями Государственной поверочной схемы.

– при проведении поверки преобразователей с цифровым выходным сигналом:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m}\right) \cdot 100 \leq \gamma \cdot n \quad (2)$$

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования правил безопасности при эксплуатации средств поверки и преобразователей, приведенных в их технической документации, а также действующих инструкций по охране труда.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- наличие паспорта и руководства по эксплуатации на преобразователь;
- соответствие внешнего вида поверяемого преобразователя технической документации;
- отсутствие механических повреждений и видимых дефектов, влияющих на работу преобразователя;
- наличие на корпусе преобразователя заводского (серийного) номера и маркировки, которые соответствуют указанным в его паспорте.

7.2 Поверку продолжают, если имеются паспорт и руководство по эксплуатации на поверяемый преобразователь, внешний вид преобразователя соответствует его технической документации, отсутствуют механические повреждения и видимые дефекты, влияющие на работу преобразователя, заводской (серийный) номер, а также маркировка присутствуют на корпусе преобразователя, имеют четкие обозначения и соответствуют указанным в его паспорте.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать преобразователь не менее трех часов с соблюдением условий, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки;
- подготовить к работе преобразователь и средства поверки в соответствии с указаниями их технической документации;
- подсоединить и осуществить подключение преобразователя к применяемым средствам поверки в соответствии с технической документацией на преобразователь и средства поверки;
- провести контроль условий проведения поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.2 Проверка герметичности и опробование преобразователя

8.2.1 Проверку герметичности проводят при давлении равном верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя или при разрежении равном 0,9 – 0,95 значения атмосферного давления для поверки преобразователей с пределом измерений разрежения 100 кПа.

8.2.2 Для проверки герметичности создают давление, значение которого соответствует требованиям 8.2.2 настоящей методики поверки, после чего отключают устройство, создающее давление. Если в качестве эталона применяется грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

8.2.3 Преобразователь считают герметичным, если после трех минут выдержки под давлением в течении последующих двух минут изменение давления не превысило $\pm 0,5$ % от диапазона измерений.

8.2.4 При опробовании проверяют работоспособность преобразователя.

Работоспособность преобразователя проверяют путем изменения измеряемого давления от нижнего до верхнего пределов измерений при помощи соответствующих средств поверки согласно таблице 2. При этом должно соответствующим образом изменяться значение измеряемой величины на персональном компьютере (для преобразователей с цифровым выходным сигналом) или на жидкокристаллическом дисплее преобразователя (при наличии), или значение его выходного сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА или напряжения постоянного тока (от 0 до 5 В или от 0 до 10 В) на калибраторе.

Работоспособность преобразователей избыточного давления-разрежения проверяют только при избыточном давлении, преобразователи разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа проверяют при изменении разрежения до 0,9 значения атмосферного давления.

8.3 Проверку герметичности и опробование преобразователя рекомендуется совмещать с операцией по определению метрологических характеристик средства измерений согласно раздела 9 настоящей методики поверки.

8.4 Поверку продолжают, если:

- выполнены требования, изложенные в 8.1 настоящей методики поверки;
- преобразователь герметичен в соответствии с 8.2.3 настоящей методики поверки;
- при изменении измеряемого давления от нижнего до верхнего пределов измерений поверяемого преобразователя соответствующим образом изменяется значение измеряемой величины на персональном компьютере (для преобразователей с выходным цифровым сигналом RS-485) или на жидкокристаллическом дисплее преобразователя (при наличии), или значение его выходного сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА или напряжения постоянного тока (от 0 до 5 В или от 0 до 10 В) на калибраторе.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение метрологических характеристик средства измерений заключается в определении основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений.

9.2 Определение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений проводят с помощью средств поверки согласно таблице 2, устанавливая на входе преобразователя значения давления и измеряя соответствующие значения выходного сигнала преобразователя.

Основная приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений преобразователя определяется по результатам измерений давления не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений, в том числе при значениях соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений преобразователя.

При поверке преобразователей давление на входе преобразователя плавно повышают и проводят снятие показаний на выходе преобразователя в заданных точках диапазона измерений. При верхнем пределе измерений преобразователь выдерживают под давлением в течение пяти минут, после чего давление плавно понижают и проводят снятие показаний на выходе преобразователя при тех же значениях давления, что и при повышении.

При поверке преобразователей с пределом измерений в области разрежения, допускается в качестве первой поверяемой точки устанавливать значение давления в диапазоне от минус 95 до минус 85 кПа.

При поверке преобразователей, предназначенных для измерений абсолютного давления и разности давлений допускается в качестве первой поверяемой точки принимать значение давления от 0 % до 10 % от верхнего предела измерений преобразователя.

Для преобразователей, предназначенных для измерений избыточного и абсолютного давления, а также разности давлений допускается в качестве крайней поверяемой точки устанавливать значение давления в диапазоне от 95 % до 100 % от верхнего предела измерений преобразователя.

Перед определением основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений должны быть выполнены требования 8.1 и 8.2 настоящей методики поверки.

9.3 Расчетные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока поверяемого преобразователя для заданного значения давления K_p , мА (для выходного сигнала силы постоянного тока) или В (для выходного сигнала напряжения постоянного тока) определяют по формуле

$$K_p = \frac{K_{\max} - K_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \cdot (P - P_{\min}) + K_{\min}, \quad (3)$$

где P_{\min} , P_{\max} – соответственно нижний и верхний пределы измерений поверяемого преобразователя, кПа, МПа (для преобразователей, с диапазоном измерений от избыточного давления до разрежения, значение P_{\min} в области разрежения подставляется в формулу (3) со знаком минус);
 P – значение входной измеряемой величины давления, в тех же единицах измерений, что и P_{\min} , P_{\max} (для преобразователей, с диапазоном измерений от избыточного давления до разрежения, значение P в области разрежения подставляется в формулу (3) со знаком минус).

9.4 Для преобразователей с цифровым выходным сигналом расчетные значения выходного сигнала соответствуют заданному значению входной измеряемой величины.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность измерений преобразователя γ_i , % с выходным аналоговым сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА или напряжения постоянного тока (от 0 до 5 В или от 0 до 10 В) в каждой заданной точке диапазона измерений определяют по формуле

$$\gamma_i = \frac{K_{Иi} - K_{Pi}}{K_{\max} - K_{\min}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $K_{Иi}$ – измеренное значение аналогового выходного сигнала постоянного тока поверяемого преобразователя для i -ого заданного значения давления, мА, В;
 K_{Pi} – расчетное значение аналогового выходного сигнала постоянного тока поверяемого преобразователя для i -ого заданного значения давления, мА, В.

10.2 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность измерений преобразователя γ_i , % с цифровым выходным сигналом в каждой заданной точке диапазона измерений определяют по формуле

$$\gamma_i = \frac{P_{Иi} - P_i}{P_{\max} - P_{\min}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где $P_{Иi}$ – измеренное значение давления поверяемым преобразователем в i -ой заданной точке, кПа, МПа;
 P_i – значение давления в i -ой заданной точке, кПа, МПа.

10.3 Преобразователь подтверждает метрологические характеристики, установленные при утверждении типа, если основная приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений, рассчитанная по формулам (4) или (5) в зависимости от выходного сигнала преобразователя, во всех поверяемых точках не превышает пределов, указанных в таблице А1 Приложения А настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку:

– при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в установленной форме в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверенная подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки;

– при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности в установленной форме в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

11.4 Пломбирование преобразователей не предусмотрено.

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (ДИ), МПа: ^{1) 2)} – модель АРМ 140-А – модель АРМ 140-Г – модели АРМ 150-А, АРМ 160-А – модели АРМ 150-Г, АРМ 160-Г – модель АРМ 170-Д – модель АРМ 180-А – модель АРМ 180-Г	от 0 до 2,5 от -0,1 до 2,5 от 0 до 4 от 0 до 40 от 0 до 2,5 от 0 до 6 от -0,1 до 100
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений давления, % ДИ: ²⁾ – модели АРМ 140, АРМ 160, АРМ 170 – модель АРМ 150 – модель АРМ 180	$\pm 0,25^3$; $\pm 0,5$ $\pm 0,5$; $\pm 1,0$ $\pm 0,15^4$; $\pm 0,2^5$; $\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений давления, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий на 10 °С в пределах рабочих температур эксплуатации, % ДИ	$\pm 0,5$
¹⁾ Указан ДИ от нижнего предела измерений до максимального верхнего предела измерений, конкретный ДИ выбирается при заказе согласно руководствам по эксплуатации. ²⁾ Конкретное значение указано в паспорте преобразователя. ³⁾ Кроме преобразователей модели АРМ 140А с верхними пределами измерений 10 кПа и 16 кПа. ⁴⁾ Кроме преобразователей модели АРМ 180А с верхними пределами измерений 10 кПа, 16 кПа, 25 кПа, 40 кПа (с аналоговым выходным сигналом постоянного тока), модели АРМ 180Г с диапазоном измерений от 0 до минус 10 кПа, верхним пределом измерений 100 МПа. ⁵⁾ Кроме преобразователей модели АРМ 180А с верхними пределами измерений 10 кПа, 16 кПа, 25 кПа (с аналоговым выходным сигналом постоянного тока).	