



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель
генерального директора по науке

_____ А.Ю. Кузин

М.п.

«25» февраля 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

КАЛИБРАТОРЫ ДАВЛЕНИЯ MPS46

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-158-202-2025

г. Москва

2025

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на Калибраторы давления MPS46, изготавливаемые по технической документации фирмы D.MARCHIORI S.R.L., Италия, и устанавливает правила и методы их поверки.

Калибраторы давления MPS46 (далее по тексту – калибраторы) предназначены для измерений и воспроизведений абсолютного давления, а также для расчета по результатам измерений параметров воздушной среды: высоты полета, скорости полета (скорости воздушного потока), вертикальной скорости полета (скорости набора высоты), числа Маха.

Калибраторы могут применяться в качестве рабочих эталонов давления 1-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900.

Настоящая методика устанавливает методику первичной и периодической поверок калибраторов.

Для калибраторов давления MPS46 возможно проведение поверки для отдельных измерительных каналов (канала для измерений статического давления P_s , канала для измерений полного давления P_t) и невозможно проведение поверки в сокращенном диапазоне измерений. Выбор измерительного канала допускается проводить по запросу заказчика, на основании его письменного заявления с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого калибратора к государственному первичному эталону единицы величины необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Прослеживаемость поверяемого калибратора к государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений (СИ) используется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и калибратор бракуется.

Таблица 1 - Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операций при: | |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр | 7 | Да | Да |
| Опробование | 8.2 | Да | Да |
| Проверка программного обеспечения | 9 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | 10 | Да | Да |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 11 | Да | Да |

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- рабочая среда – чистый сухой газ (в соответствии с эксплуатационным документом).

3.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений и на средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, 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 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Контроль условий поверки | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 5 до 35 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5^\circ\text{C}$; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 2\%$; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,25$ кПа | Термогигрометры ИВА-6 (Пер. № 46434-11) Приборы комбинированные Testo 622 (Пер. № 53505-13). Барометры рабочие сетевые БРС-1М (Пер. № 16006-97). Барометры-анероиды метеорологические БАММ-1 (Пер. № 16006-97). |
| 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Рабочие эталоны в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900. | Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2465, 2468 (Пер. № 40259-08). Манометры грузопоршневые МПА (Пер. № 77114-19). |
| Генератор для создания давления EPSR2 производства D.Marchiori. | | |

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы. Сведения о результатах поверки должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в технической документации на калибраторы, а также требования по безопасной эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

7. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие руководства по эксплуатации;
- соответствие внешнего вида поверяемого средства измерений технической документации и отсутствие видимых дефектов, влияющих на его работу;
- наличие на корпусе калибратора таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему. Все надписи должны быть четкими и ясными.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки калибраторов должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- ознакомиться с руководствами по эксплуатации на поверяемое СИ и средства поверки;
- калибратор должен быть выдержан не менее 2 ч при температуре, указанной в 3.1, если иное не указано в технической документации на калибратор;
- выдержка калибратора перед началом работы не менее 40 мин после включения питания, если иное не указано в технической документации;
- калибратор должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;
- система (стендовое оборудование), состоящая из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины, должна обеспечивать герметичность.

Эталоны входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

Включение поверяемых калибраторов производят в соответствии с их руководством по эксплуатации.

Важно:

Перед включением калибратора подсоединить источники давления и вакуума к соответствующим портам на задней панели калибратора или генератор для создания давления EPSR2 (далее – генератор EPSR2) (см. Руководства по эксплуатации и рисунок 1 Приложения А к настоящей методике).

При включении калибратора все Ps и Pt закрыты.

8.2 При опробовании проверяют работоспособность и герметичность калибратора

8.2.1 Работоспособность калибратора проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предела измерений. Для этого войти в режим CONTROL на поверяемом калибраторе и поочередно задать давление, соответствующее верхнему и нижнему пределам измерений калибратора.

Примечание:
Все порты Ps и Pt закрыты.

При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и показаний на дисплее поверяемого СИ.

Проверку работоспособности допускается совмещать с проверкой основной погрешности.

8.2.2 Проверка герметичности поверяемого калибратора проводится для каждого канала Ps и Pt при давлении, равном его нижнему пределу измерений.

Калибратор считают герметичным, если после 3-х мин выдержки под давлением (в режиме MEAS) не наблюдают падения давления в течение последующих 2 мин. Допускается изменение давления, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

Допускается в соответствии с руководством по эксплуатации на проверяемый калибратор проводить проверку его герметичности встроенной в программное обеспечение калибратора программой теста утечки (Leak Test).

Проверку герметичности калибраторов допускается совмещать с операцией определения основной погрешности.

В случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым калибратором следует отдельно проверить герметичность системы (или генератора EPSR2) и калибратора.

9 Проверка программного обеспечения

Методика проверки идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) калибратора заключается в установлении версии ПО прибора, которую можно увидеть на дисплее калибратора при включении или в меню настроек.

Результат считают положительным, если номер версии ПО соответствует указанному в описании типа на калибратор.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение основной абсолютной погрешности калибратора производится для каждого канала давления (статического Ps и полного Pt).

Перед проведением измерений дважды производится набор до верхнего предела измерений и затем до нижнего предела измерений, далее возврат к атмосферному давлению.

Основную абсолютную погрешность калибратора определяют по одному из способов:

- по эталону устанавливают номинальные значения давления, а по поверяемому калибратору считывают соответствующие значения давления;
- по поверяемому калибратору устанавливают номинальные значения давления, а по эталону измеряют соответствующие значения давления.

Процедура проведения измерений с использованием генератора EPSR2 и грузопоршневого манометра в качестве эталона изложена в приложении А.

Основная погрешность каждого канала калибратора определяется по результатам измерений давления в следующих точках (допускаемое отклонение при приближении к поверяемой точке – не более $\pm 10\%$ измеряемой величины):

- 15, 30, 50, 120, 350, 600, 850, 1100, 1450, 1700 гПа – для канала Ps.
- 15, 30, 50, 120, 350, 600, 850, 1100, 1450, 1700, 2250, 2700, 3500 гПа – для канала Pt.

Давление подается последовательно по поверяемым точкам при плавном возрастании давления (прямой ход), а затем, после выдержки в крайней точке не менее 5 мин., при плавном убывании давления (обратный ход). Допускается проводить сначала обратный ход, затем прямой ход. Проверка производится по результатам одного поверочного цикла (прямой ход и обратный ход). Считанные с дисплея калибратора экспериментальные значения давления

фиксируются в протоколе и для каждой из поверяемых точек диапазона измерений определяется основная погрешность:

$$\Delta_{\text{си}} = P_i - P_{\text{э}i}$$

где P_i – давление, измеренное поверяемым калибратором, в поверяемой точке;

$P_{\text{э}i}$ – давление, воспроизводимое эталоном, в поверяемой точке.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Если значения основной погрешности измерений по каналам измерений давления калибратора в каждой поверяемой точке, рассчитанные согласно п. 10, не превышают допускаемые значения, приведенные в таблице 3, результат поверки калибратора считается положительным.

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики калибраторов

| Наименование характеристики | Значение |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Диапазон измерений и воспроизведений статического давления, P_s , гПа | от 15 до 1700 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности канала статического давления, гПа: | |
| - в диапазоне измерений от 15 до 120 гПа вкл. | $\pm 0,045$ |
| - в диапазоне измерений св. 120 до 350 гПа вкл. | $\pm 0,055$ |
| - в диапазоне измерений св. 350 до 1100 гПа вкл. | $\pm 0,10$ |
| - в диапазоне измерений св. 1100 до 1700 гПа вкл. | $\pm 0,14$ |
| Диапазон измерений и воспроизведений полного давления P_t , гПа ¹⁾ | от 15 до 3500 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности канала полного давления, гПа: | |
| - в диапазоне измерений от 15 до 120 гПа вкл. | $\pm 0,10$ |
| - в диапазоне измерений св. 120 до 1700 гПа вкл. | $\pm 0,14$ |
| - в диапазоне измерений св. 1700 до 3500 гПа вкл. | $\pm 0,42$ |

При отрицательных результатах поверки поверяемый калибратор не допускается к применению.

11.2 Критерии подтверждения соответствия средств измерений обязательным требованиям, предъявляемым к эталону.

Если значения пределов допускаемой погрешности в диапазоне измерений давления удовлетворяют требованиям, указанным в описании типа, то устанавливается соответствие (несоответствие) нормированных характеристик калибратора обязательным метрологическим и техническим требованиям, предъявляемым действующей государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений заносят в протокол поверки произвольной формы.

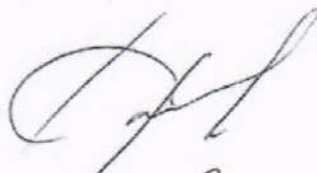
12.2 В случае положительных результатов первичной или периодической поверки калибраторов сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдается свидетельство о поверке в установленной форме в соответствии с действующим законодательством РФ.

12.3 При отрицательных результатах первичной или периодической поверки средство измерений к дальнейшему применению не допускают, сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдают извещение о непригодности в установленной форме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Приложение:

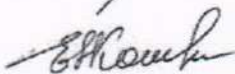
Приложение А – Процедура проведения измерений с использованием генератора для создания давления EPSR2 и грузопоршневого манометра в качестве эталона.

Начальник отдела 202



Р. В. Кузьменков

Ведущий инженер отдела 202



Е.Н. Коптева

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рекомендуемое

Процедура проведения измерений с использованием генератора для создания давления EPSR2 и грузопоршневого манометра в качестве эталона

1. Подготовить эталон к работе согласно его эксплуатационной документации.
2. Подсоединить поверяемый калибратор к генератору для создания давления EPSR2 (рисунок 1) и подготовить к работе (см. п. 8 настоящей методики).

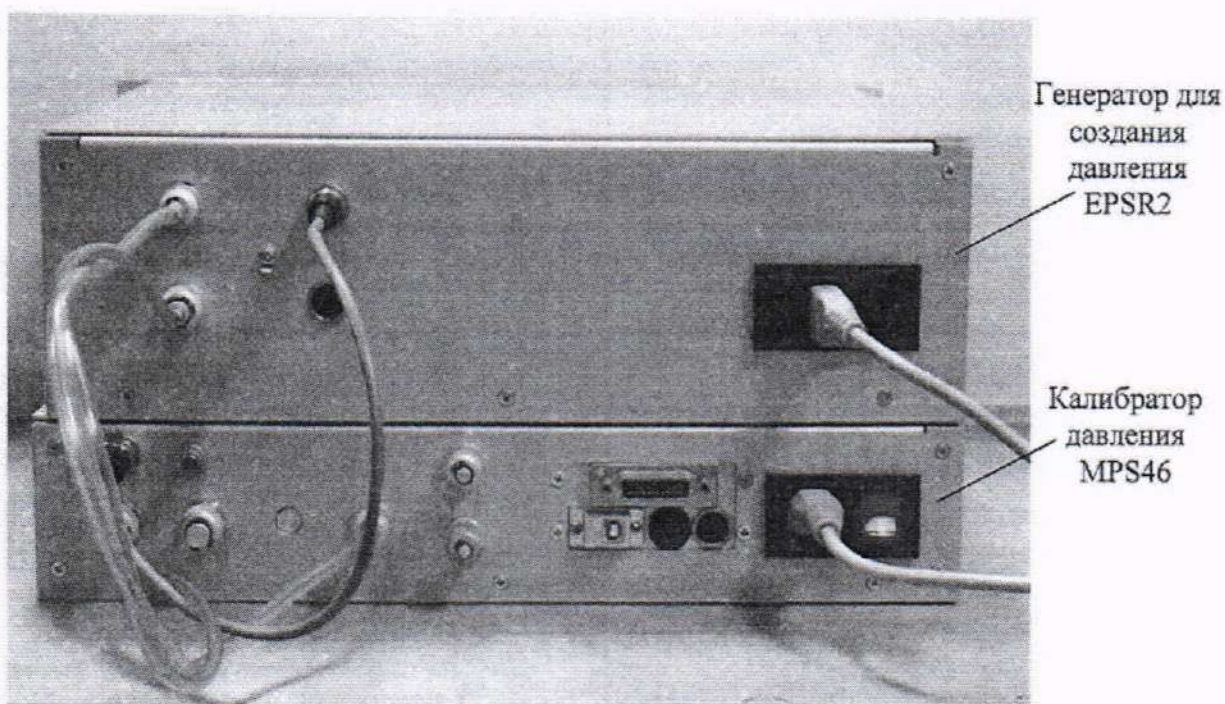


Рисунок 1 – Подсоединение поверяемого калибратора MPS46 к генератору для создания давления EPSR2

3. Собрать схему для проведения измерений согласно рисунку 2, при этом рабочий эталон подсоединить к порту Pt калибратора, порт Ps калибратора закрыт.

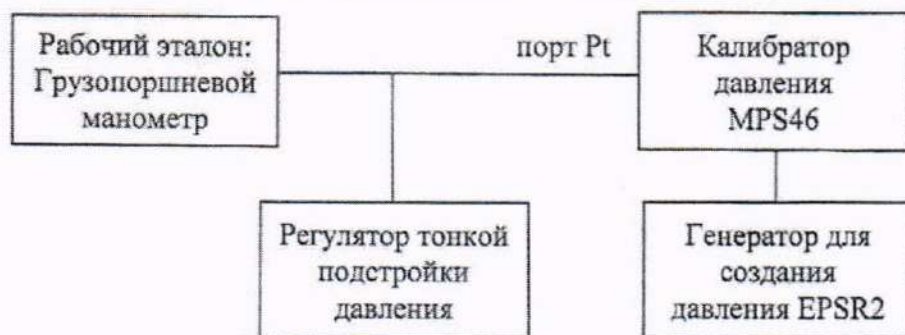


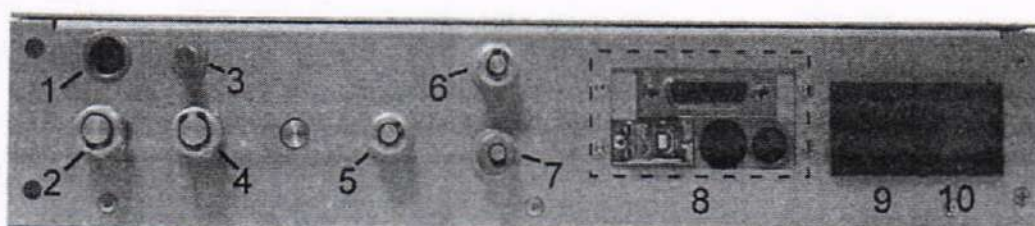
Рисунок 2 – Структурная схема подсоединения поверяемого калибратора и эталона

4. Проверить, что на передней панели калибратора клапаны 4 (Equalize Static-Pitot), 5 (Vent Pitot Port) закрыты (рисунок 3), на задней панели калибратора клапан 3 открыт (рисунок 4).



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 – Основной выключатель | 5 – Ручной клапан сброса линии полного давления |
| 2 – Порты линии статического давления | 6 – Дисплей |
| 3 – Порты линии полного давления | 7 – Клавиатура |
| 4 – Соединительный ручной клапан | 8 – Кнопка сброса давления |
| | 9 – Вывод сброса |

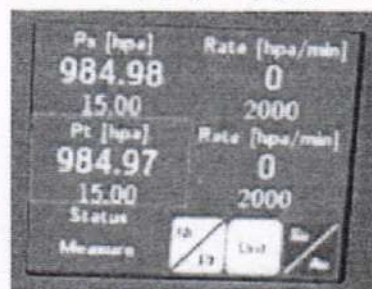
Рисунок 3 – Передняя панель калибратора MPS46



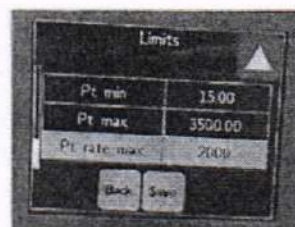
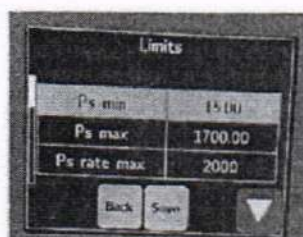
- | | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 – Разъем для передачи данных | 6 – Порт линии статического давления |
| 2 – Порт источника вакуума линии статического давления | 7 – Порт линии полного давления |
| 3 – Клапан соединения портов 2 и 4 | 8 – GPIB,USB,RS232,ARINC,Ethernet,EPSR |
| 4 – Порт источника вакуума линии полного давления | 9 – Разъем силового кабеля |
| 5 – Порт источника давления | 10 – Кнопка вкл./выкл. |

Рисунок 4 – Передняя панель калибратора MPS46

5. Вывести на дисплей экраны Ps [hpa], Pt [hpa], Rate [hpa/min]



Проверить, что в меню настроек установлены соответствующие значения предельных значений.



Примечание:

Все изменения настроек производить при атмосферном давлении в каналах Ps и Pt в режиме MEASURE.

4. Подготовить рабочий эталон к воспроизведению поверяемой точки.
Рекомендуется начинать с точки 1700 гПа и далее задавать точки на уменьшение давления до нижнего предела измерений.
 5. На калибраторе MPS46:
 - установить режим MEASURE клавишей MEAS/CTRL,
 - ввести задаваемые значения давления для каналов Ps и Pt, соответствующие поверяемой точке,
 - установить режим CONTROL клавишей MEAS/CTRL,
 - после достижения задаваемых значений давления перейти в режим MEASURE,
 - открыть клапан 4 (Equalize Static-Pitot) (рисунок 3).
 6. По эталону отрегулировать задаваемое давление.
 7. Записать показания с дисплея калибратора для Ps и Pt.
 8. Закрыть клапан 4 (Equalize Static-Pitot) (рисунок 3) калибратора.
 9. Перейти к следующей поверяемой точке, для чего повторить действия по п.п. 4-8.
- Важно соблюдать установленную последовательность действий.
10. Аналогично проводятся измерения во всех последующих поверяемых точках.
 11. После проведения измерений в точке, соответствующей нижнему пределу измерений Ps и Pt, провести измерения в поверяемых точках при плавно возрастающем давлении до 1700 гПа.
 11. При проведении измерений в поверяемых точках свыше 1700 гПа при плавно возрастающем и убывающем давлении действия по п.п. 4-8 проводить только для канала Pt. В данном случае клапан 4 (Equalize Static-Pitot) (рисунок 3) всегда закрыт. В канал Ps задать атмосферное давление.
 12. По окончании измерений подать атмосферное давление в оба канала. Отсоединить калибратор от эталона. Закрыть порты Ps и Pt. Выключить калибратор.