

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Осциллографы цифровые DSO-X 4000, MSO-X 4000

#### Назначение средства измерений

Осциллографы цифровые DSO-X 4000, MSO-X 4000 (далее – осциллографы) предназначены для исследования формы и измерений амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

#### Описание средства измерений

Принцип действия осциллографов основан на высокоскоростном аналого-цифровом преобразовании входного сигнала, цифровой обработке его с помощью микропроцессора и записи в память. В результате обработки сигнала выделяется его часть, отображаемая на экране.

Осциллографы обеспечивают визуальное наблюдение, запоминание в цифровой форме и автоматическое или курсорное измерение амплитудных и временных параметров электрических сигналов. Каждый канал осциллографов осуществляет независимую цифровую обработку и запоминание сигналов. Также осциллографы позволяют проводить математическую обработку сигналов, статистическую обработку результатов измерений, проверку цифровых сигналов с помощью масок, быстрое преобразование Фурье и измерение параметров сигнала в частотной области с выводом результатов измерений на экран.

Осциллографы обеспечивают управление всеми режимами работы и параметрами как вручную, так и дистанционно от внешнего компьютера, автоматическое тестирование и самодиагностику. Для связи с внешними устройствами имеются интерфейсы USB и LAN.

Осциллографы выпускаются в виде шестнадцати модификаций: DSO-X 4022A, DSO-X 4024A, DSO-X 4032A, DSO-X 4034A, DSO-X 4052A, DSO-X 4054A, DSO-X 4104A, DSO-X 4154A, MSO-X 4022A, MSO-X 4024A, MSO-X 4032A, MSO-X 4034A, MSO-X 4052A, MSO-X 4054A, MSO-X 4104A, MSO-X 4154A, отличающихся количеством входных каналов, полосой пропускания, функциональностью и комплектом поставки.

Осциллографы модификаций MSO-X дополнительно к аналоговым каналам имеют 16 каналов цифрового логического анализатора. Приборы оснащены системой быстрой справки.

Основные узлы осциллографов: аттенюатор, блок нормализации сигналов, АЦП, микропроцессор, устройство управления, запоминающее устройство, усилитель, схема синхронизации, генератор развертки, генератор сигналов произвольной/специальной формы, блок питания, клавиатура, цветной сенсорный ЖК-дисплей.

Конструктивно осциллографы представляют собой настольный моноблочный прибор в корпусе из пластика.

На передней панели расположен ЖК-дисплей, два выхода встроенного генератора сигналов произвольной/специальной формы, вход сигналов внешнего запуска, разъемы интерфейса USB 2.0, выход компенсатора пробника, входы аналоговых каналов, клавиатура.

На задней панели расположены выход синхросигнала, вход внешней синхронизации, переключатель пользовательской калибровки, входы цифровых каналов логического анализатора (модификации MSO-X), выход видеосигнала, разъемы интерфейсов USB и LAN, разъем сети питания, вентилятор обдува, гнездо для замка Кенсингтон.

Осциллографы оснащены складывающейся ручкой для переноски.

Для предотвращения несанкционированного доступа осциллографы имеют закрепительные наклейки, закрывающие головки винтов, соединяющих части корпуса.

Общий вид осциллографов идентичен внутри модельного ряда с одинаковым числом каналов и представлен на рисунках 1 и 2. Схема пломбировки от несанкционированного доступа представлена на рисунке 3.

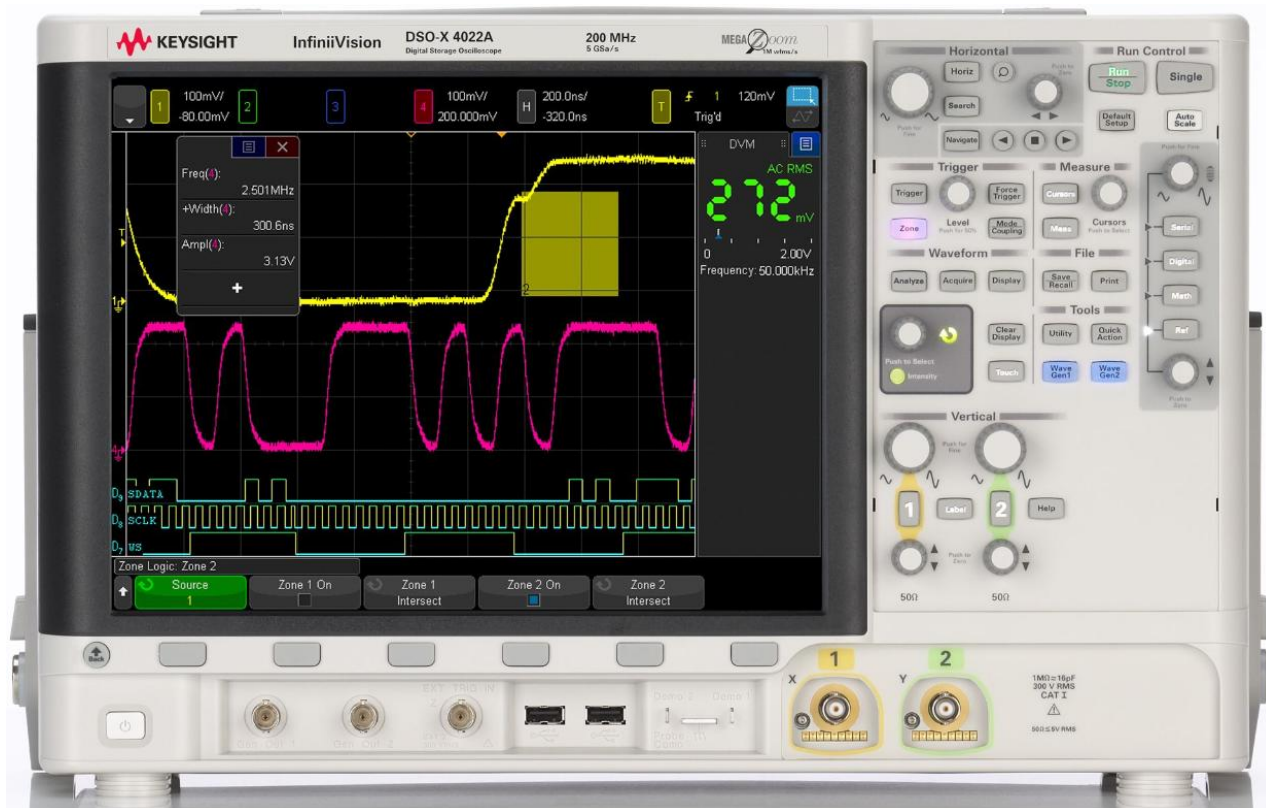


Рисунок 1 – Общий вид осциллографов цифровых DSO-X 4000, MSO-X 4000 (исполнение с 2 аналоговыми каналами)

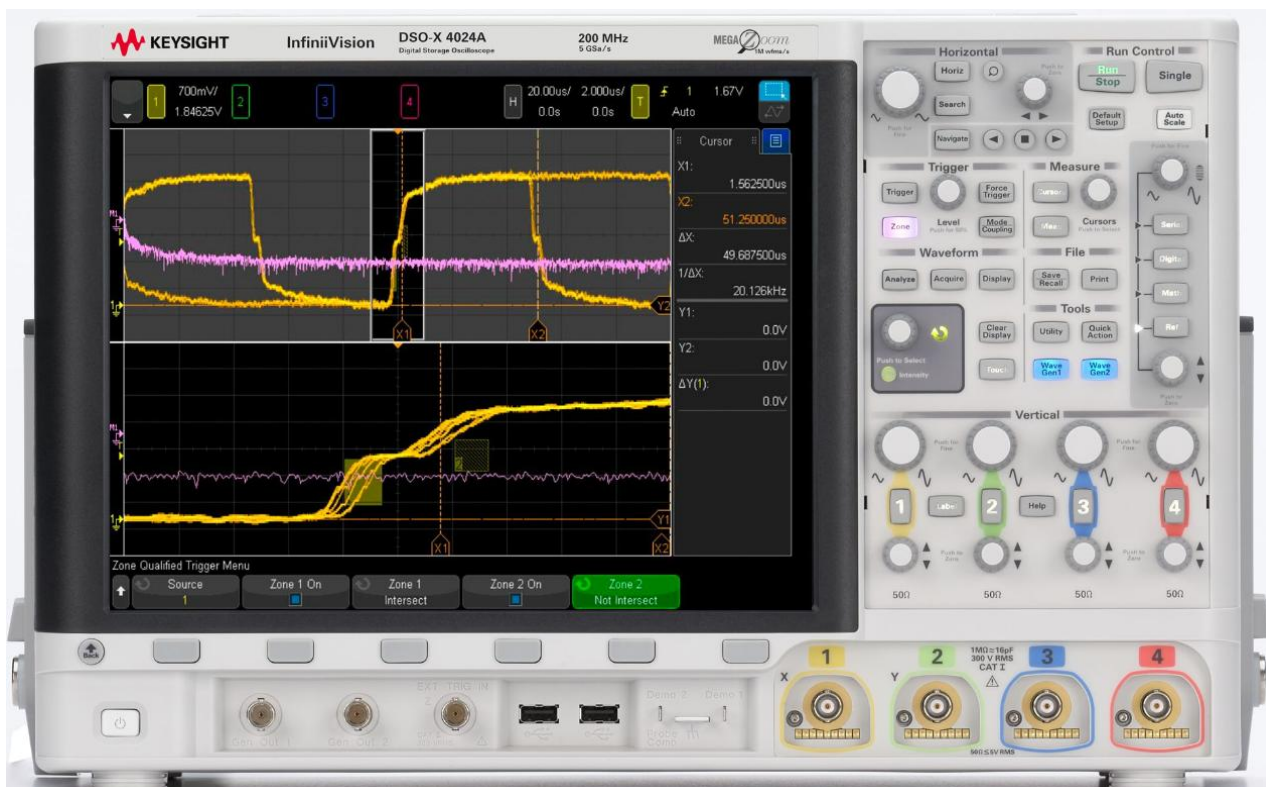


Рисунок 2 – Общий вид осциллографов цифровых DSO-X 4000, MSO-X 4000 (исполнение с 4 аналоговыми каналами)

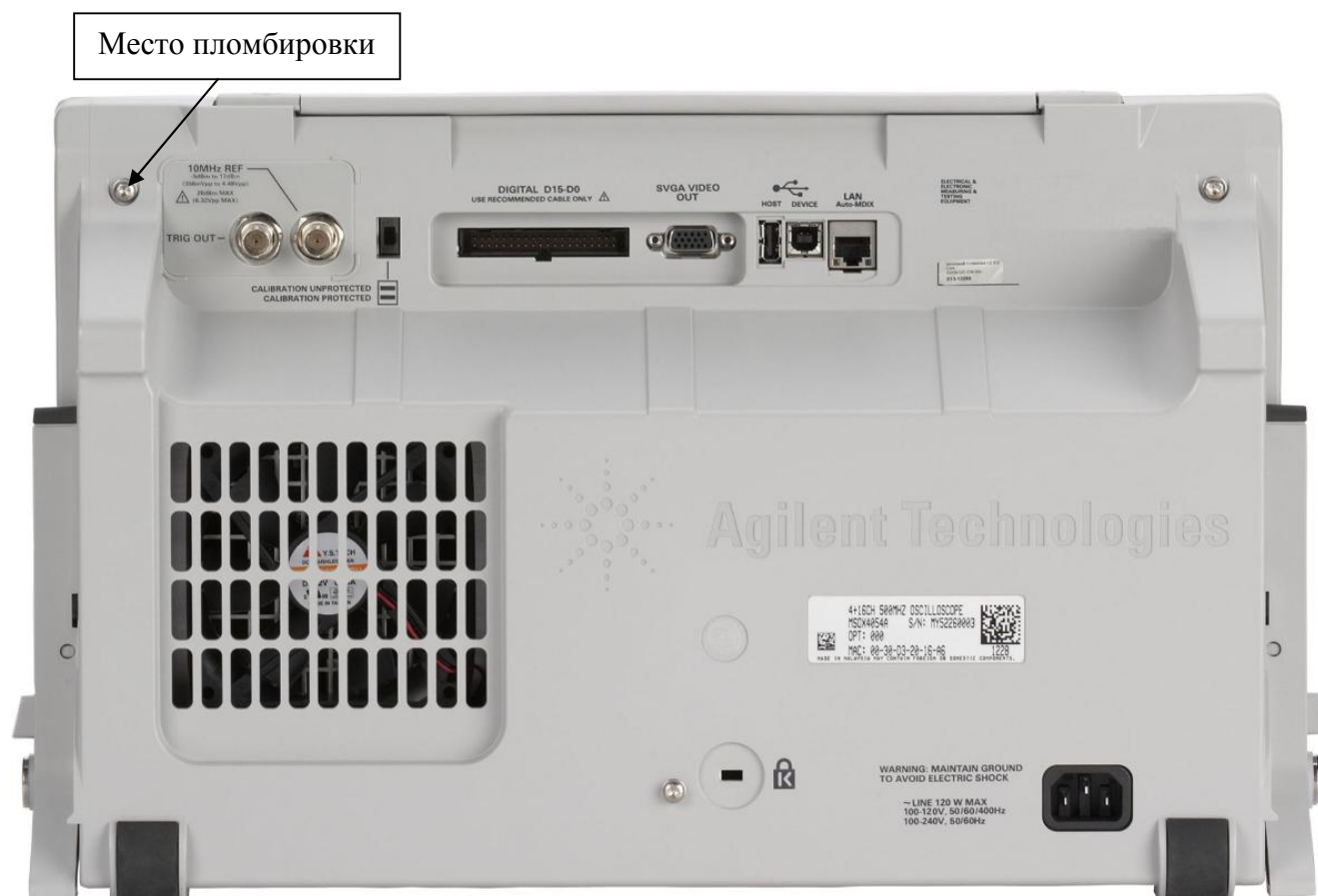


Рисунок 3 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Осциллографы работают под управлением встроенного программного обеспечения (ПО).

Встроенное ПО (микропрограмма) реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Метрологические характеристики приборов нормированы с учетом влияния встроенного ПО. Микропрограмма заносится в программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) приборов предприятием-изготовителем и недоступна для потребителя.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «средний» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение                                      |
|---|---|
| Идентификационное наименование ПО         | Keysight 4000A X-Series Oscilloscope Software |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | Не ниже 03.01.2012121201                      |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –   |

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики      | Значение          |   |
|----------------------------------|-------------------|---|
| Число входных аналоговых каналов | DSO-X/MSO-X xxx2A | 2 |
|                                  | DSO-X/MSO-X xxx4A | 4 |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики   | Значение  |  |
|---|---|--|
| Полоса пропускания по уровню минус 3 дБ, не менее   | DSO-X/MSO-X 4022A, 4024A  | 200 МГц                                      |
|   | DSO-X/MSO-X 4032A, 4034A  | 350 МГц                                      |
|   | DSO-X/MSO-X 4052A, 4054A  | 500 МГц                                      |
|   | DSO-X/MSO-X 4104A   | 1 ГГц  |
|   | DSO-X/MSO-X 4154A   | 1 (1,5) <sup>1)</sup> ГГц                    |
| Время нарастания переходной характеристики, не более  | DSO-X/MSO-X 4022A, 4024A  | 1,75 нс                                      |
|   | DSO-X/MSO-X 4032A, 4034A  | 1 нс   |
|   | DSO-X/MSO-X 4052A, 4054A  | 700 пс                                       |
|   | DSO-X/MSO-X 4104A   | 450 пс                                       |
|   | DSO-X/MSO-X 4154A   | 300 пс                                       |
| Максимальная частота дискретизации, ГГц   | 2,5 на каждый канал;<br>5 на канал в режиме чередования   |  |
| Объем памяти, МБ  | 2 на каждый канал; 4 на канал в режиме чередования  |  |
| Канал вертикального отклонения  |   |  |
| Входной импеданс  | (1,00±0,01) МОм/16 пФ; (50,00±0,75) Ом  |  |
| Разрешение по вертикали, бит  | 8   |  |
| Диапазон установки коэффициента отклонения К <sub>0</sub> , В/дел   | DSO-X/MSO-X 4022A, 4024A  | от 1·10 <sup>-3</sup> до 5                   |
|   | DSO-X/MSO-X 4032A, 4034A  |  |
|   | DSO-X/MSO-X 4052A, 4054A  |  |
|   | DSO-X/MSO-X 4104A   | от 1·10 <sup>-3</sup> до 5 (по входу 1 МОм); |
|   | DSO-X/MSO-X 4154A   | от 1·10 <sup>-3</sup> до 1 (по входу 50 Ом)  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента отклонения на постоянном токе ΔК <sub>0</sub> , В | ±0,00064 при К <sub>0</sub> = 1 мВ/дел и 2 мВ/дел<br>±(0,02·8[дел]·К <sub>0</sub> [В/дел]) при остальных К <sub>0</sub>   |  |
| Диапазон установки уровня постоянного смещения К <sub>С</sub> , В   | ±5 при К <sub>0</sub> до 10 мВ/дел;<br>±20 при К <sub>0</sub> от 10 до 200 мВ/дел;<br>±75 при К <sub>0</sub> св. 200 мВ/дел                                     |  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня постоянного смещения ΔК <sub>С</sub> , В      | ±(0,01·К <sub>С</sub> +0,01·8[дел]·К <sub>0</sub> [В/дел]+0,002)  |  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитуды сигнала с помощью курсоров, В              | Один курсор: ±(ΔК <sub>0</sub> +ΔК <sub>С</sub> +0,0021·8[дел]·К <sub>0</sub> [В/дел])<br>Два курсора: ±(ΔК <sub>0</sub> +0,0042·8[дел]·К <sub>0</sub> [В/дел]) |  |
| Максимальное входное напряжение, В  | 300 (среднеквадратическое значение); 400 (пиковое значение)   |  |
| Канал горизонтального отклонения  |   |  |
| Диапазон установки коэффициента развертки К <sub>р</sub> , с/дел  | DSO-X/MSO-X 4022A, 4024A  | от 2·10 <sup>-9</sup> до 50                  |
|   | DSO-X/MSO-X 4032A, 4034A  |  |
|   | DSO-X/MSO-X 4052A, 4054A  | от 1·10 <sup>-9</sup> до 50                  |
|   | DSO-X/MSO-X 4104A   | от 0,5·10 <sup>-9</sup> до 50                |
|   | DSO-X/MSO-X 4154A   |  |
| Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора                     | ±10·10 <sup>-6</sup>  |  |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики   | Значение  |   |
|---|---|---|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов $T$ с помощью курсоров, с | $\pm(0,00001 \cdot T + 0,0016 \cdot 10[\text{дел}] \cdot K_P + 30 \cdot 10^{-12})$  |   |
| <b>Синхронизация</b>  |   |   |
| Виды запуска  | автоматический, ждущий, однократный, принудительный   |   |
| Источники синхросигнала   | входные каналы, сеть, внешний, встроенный генератор   |   |
| Диапазон уровня входного сигнала внутренней синхронизации, дел                                      | $\pm 6$   |   |
| Минимальный уровень входного сигнала внутренней синхронизации                                       | DSO-X/MSO-X 4022A, 4024A  | 1 деление или 5 мВ при $K_O$ до 10 мВ/дел;<br>0,6 деления при $K_O$ от 10 мВ/дел и выше |
|   | DSO-X/MSO-X 4032A, 4034A  |   |
|   | DSO-X/MSO-X 4052A, 4054A  |   |
|   | DSO-X/MSO-X 4104A   |   |
|   | DSO-X/MSO-X 4154A (от 0 до 1 ГГц)   |   |
|   | DSO-X/MSO-X 4154A (от 1 до 1,5 ГГц)   | 1,5 деления или 5 мВ при $K_O$ до 10 мВ/дел;<br>1 деление при $K_O$ от 10 мВ/дел и выше |
| Диапазон уровня входного сигнала внешней синхронизации, В   | $\pm 1,6; \pm 8$  |   |
| Минимальный уровень входного сигнала внешней синхронизации  | В диапазоне $\pm 1,6$ В: 40 мВ в диапазоне частот от 0 до 100 МГц, 70 мВ в диапазоне частот от 100 до 200 МГц;<br>В диапазоне $\pm 8$ В: 200 мВ в диапазоне частот от 0 до 100 МГц, 350 мВ в диапазоне частот от 100 до 200 МГц |   |
| <b>Логический анализатор</b>  |   |   |
| Число входных цифровых каналов  | 16 (модификации MSO-X)  |   |
| Входной импеданс на наконечнике пробника  | $(100 \pm 2)$ кОм/8 пФ  |   |
| Разрешение по вертикали, бит  | 1   |   |
| Пороговые уровни срабатывания   | TTL (+1,4 В); CMOS (+2,5 В); ESL (-1,3 В)<br>или устанавливаемый пользователем  |   |
| Пределы установки уровня срабатывания, определяемого пользователем $U_{П}$ , В                      | $\pm 8$ с шагом 0,01  |   |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня срабатывания, В                         | $\pm(0,03 \cdot U_{П} + 0,1)$   |   |
| Примечание – <sup>1)</sup> в режиме чередования с использованием половины входных каналов           |   |   |

Таблица 3 – Основные технические характеристики

| Наименование характеристики   | Значение   |
|---|--|
| Параметры дисплея   | цветной сенсорный ЖК TFT, диагональ 30,7 см, разрешение 800 на 600 точек |
| Параметры электрического питания:<br>- напряжение переменного тока, В<br>- частота переменного тока, Гц     | от 100 до 240 или от 100 до 120<br>50/60 или 50/60/400                   |
| Габаритные размеры, мм,<br>(длина×ширина×высота)  | 454´ 275´ 156  |
| Масса, кг   | 6,3  |
| Рабочие условия измерений:<br>- температура окружающего воздуха, °С<br>- относительная влажность воздуха, % | от 0 до +50<br>95 при температуре +40 °С                                 |

Таблица 4 – Опции

| Обозначение опции | Описание опции   |
|-------------------|--|
| DSOX4B2T32U       | Расширение полосы пропускания с 200 до 350 МГц, 2 канала     |
| DSOX4B2T34U       | Расширение полосы пропускания с 200 до 350 МГц, 4 канала     |
| DSOX4B2T52U       | Расширение полосы пропускания с 200 до 500 МГц, 2 канала     |
| DSOX4B2T54U       | Расширение полосы пропускания с 200 до 500 МГц, 4 канала     |
| DSOX4B2T104U      | Расширение полосы пропускания с 200 МГц до 1 ГГц, 4 канала   |
| DSOX4B2T154U      | Расширение полосы пропускания с 200 МГц до 1,5 ГГц, 4 канала |
| DSOX4B3T52U       | Расширение полосы пропускания с 350 до 500 МГц, 2 канала     |
| DSOX4B3T54U       | Расширение полосы пропускания с 350 до 500 МГц, 4 канала     |
| DSOX4B3T104U      | Расширение полосы пропускания с 350 МГц до 1 ГГц, 4 канала   |
| DSOX4B3T154U      | Расширение полосы пропускания с 350 МГц до 1,5 ГГц, 4 канала |
| DSOX4B5T104U      | Расширение полосы пропускания с 500 МГц до 1 ГГц, 4 канала   |
| DSOX4B5T154U      | Расширение полосы пропускания с 500 МГц до 1,5 ГГц, 4 канала |
| DSOX4B1T154U      | Расширение полосы пропускания с 1 до 1,5 ГГц, 4 канала       |

### Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель приборов способом наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность средства измерений

| Наименование   | Обозначение       | Количество |
|--|-------------------|------------|
| Осциллограф цифровой DSO-X 4000, MSO-X 4000<br>(модификация по заказу) | –                 | 1 шт.      |
| Пробники пассивные   | –                 | 2/4 шт.    |
| Пробник цифровой (для модификаций MSO-X)                               | –                 | 1 шт.      |
| Кабель питания   | –                 | 1 шт.      |
| Руководство по эксплуатации  | –                 | 1 экз.     |
| Методика поверки   | МП 206.1-096-2018 | 1 экз.     |

### **Поверка**

осуществляется по документу МП 206.1-096-2018 «Осциллографы цифровые DSO-X 4000, MSO-X 4000. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 07.05.2018 г.

Основные средства поверки: калибратор осциллографов 9500В (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 30374-05); стандарт частоты рубидиевый FS 725 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 31222-06); калибратор универсальный 9100 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25985-09).

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

Знак поверки наносится на лицевую панель корпуса прибора.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационном документе.

### **Нормативные документы, устанавливающие требования к осциллографам цифровым DSO-X 4000, MSO-X 4000**

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ Р 8.761-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений импульсного электрического напряжения

### **Изготовитель**

Компания «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия

Адрес: Bayan Lepas Free Industrial Zone, 11900, Penang, Malaysia

Телефон (факс): +60-04-643-0611 (+60-04-641-5091)

### **Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Кейсайт Текнолоджиз»  
(ООО «Кейсайт Текнолоджиз»)

Адрес: 115054, г. Москва, Космодамианская наб., д. 52, стр. 3

Телефон (факс): +7 (495) 797-39-00 (+7 (495) 797-39-01)

Web-сайт: <http://www.keysight.com/main/home.jsp?lc=rus&cc=RU>

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Телефон (факс): +7 (495) 437-55-77 (+7 (495) 437-56-66)

E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru)

Web-сайт: [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 29.03.2018 г.

### **Заместитель**

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.