

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Установка для измерения объемного электрического сопротивления ДУЭТ-1

#### Назначение средства измерений

Установка для измерения объемного электрического сопротивления ДУЭТ-1 (далее - установка) предназначена для измерения электрического сопротивления образцов твердых диэлектриков.

#### Описание средства измерений

Принцип действия установки основан на потенциометрическом измерении объемного электрического сопротивления диэлектрика путем приложения постоянного напряжения к установленным на образце диэлектрика электродам и измерении силы постоянного тока, протекающего между электродами.

Образец диэлектрика в виде диска помещается в испытательной термической камере.

Электроды изготавливаются из алюминиевой фольги, приложенной к образцу диэлектрика, в соответствии с ГОСТ Р 50499-93 (МЭК 93-80).

Объемное электрическое сопротивление образца  $R_V$  рассчитывается по формуле

$$R_V = U/I, \text{ где}$$

$U$  - приложенное к электродам напряжение,  $I$  - измеренная сила тока, протекающего между электродами.

Программа, установленная на персональном компьютере установки, позволяет отображать измеренные значения объемного сопротивления образца  $R_V$ , а также значение его удельного объемного сопротивления  $\rho_V$ , которое рассчитывается по формуле

$$\rho_V = R_V \cdot (S/h), \text{ где}$$

$S$  - эффективная площадь измерительного электрода,  $h$  - толщина образца диэлектрика.

Для стабилизации значений измеряемого сопротивления диэлектрика после приложения испытательного напряжения программно выбирается время между моментом приложения напряжения и отсчетом силы тока (порядка 30 минут).

Установка состоит из трех основных блоков, показанных на рисунке 1: измерительный модуль, испытательная термическая камера и модуль регулирования температуры.



Рисунок 1 - Основные блоки установки ДУЭТ-1

Измерительный модуль (электронметр-измеритель больших сопротивлений Keithley 6517B, регистрационный номер 49647-12) осуществляет формирование испытательного напряжения постоянного тока, измерение силы протекающего тока, и обмен данных с персональным компьютером для вывода измерительной информации на монитор.

Испытательная термическая камера предназначена для размещения образца с электродами и регулируемого нагрева образца до 100 °С с целью исследования температурной зависимости электрического сопротивления диэлектрика.

Модуль регулирования температуры на основе регулятора (ОВЕН ТРМ210-Щ1.РР, регистрационный номер 32478-11) и термопреобразователя сопротивления (ОВЕН ДТС214-РТ100, регистрационный номер 28354-10) обеспечивает управление процессом нагрева образца. Термопреобразователь помещен в металлическом основании испытательной термической камеры.

На панелях блоков установки отсутствуют элементы регулировки и подстройки, доступные пользователю.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на внешнем персональном компьютере, служит для управления диапазонами формирования испытательного напряжения и измерения силы тока, ввода данных об образце, задания функций и параметров установки, отображения измерительной информации.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений «низкий» по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	«ДУЭТ-1»
Номер версии (идентификационный номер)	1.0.0.0 и выше

### Метрологические и технические характеристики

представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Диапазон измерения объемного электрического сопротивления, Ом: от $10^8$ до $10^{14}$
Диапазон измерения удельного объемного электрического сопротивления, Ом·м <sup>1)</sup> : от $10^8$ до $10^{14}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta R_V$ измерения объемного электрического сопротивления: $\Delta R_V = \pm R_V \cdot (\Delta U/U + \Delta I/I)$ , где $R_V = U/I$ , U - значение постоянного испытательного напряжения, I - значение измеренной силы постоянного тока; $\Delta U$ - верхний предел абсолютной погрешности установки постоянного испытательного напряжения; $\Delta I$ - верхний предел абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока
1) Типовые значения при диаметре измерительного электрода S = 50 мм и толщине образца диэлектрика h = 2 мм

Продолжение таблицы 2

Верхние пределы диапазонов и пределы $\Delta U$ абсолютной погрешности установки постоянного испытательного напряжения $U$	
Верхний предел диапазона $U_m$ , В	Пределы $\Delta U$ абсолютной погрешности установки напряжения $U$ , В
100	$\pm(1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \cdot 10^{-4} \cdot U_m)$
1000	$\pm(1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \cdot 10^{-4} \cdot U_m)$

  

Верхние пределы диапазонов и пределы $\Delta I$ абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока $I$	
Верхний предел диапазона $I_m$	Пределы $\Delta I$ абсолютной погрешности измерения силы тока $I$
20 пА	$\pm(1,0 \cdot 10^{-2} \cdot I + 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot I_m)$ , пА
200 пА	$\pm(1,0 \cdot 10^{-2} \cdot I + 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot I_m)$ , пА
2 нА	$\pm(2,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot I_m)$ , нА
20 нА	$\pm(2,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot I_m)$ , нА
200 нА	$\pm(2,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot I_m)$ , нА
2 мкА	$\pm(1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \cdot 10^{-5} \cdot I_m)$ , мкА

Максимальная температура в испытательной камере, °C: +100

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Частота сети питания, Гц	50±0,5			
Напряжение сети питания, В	220±22			
Потребляемая мощность, В·А, не более	250			
Габаритные размеры, мм	измерительный модуль	испытательная термическая камера	модуль регулирования температуры	
	ширина	215	130	210
	глубина	370	195	190
	высота	90	100	155
Масса, кг, не более	5,5	1,0	2,5	
Рабочие условия применения				
температура окружающего воздуха, °C	от 18 до 28			
относительная влажность воздуха, %	от 30 до 70			
Электромагнитная совместимость	по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014			
Безопасность	по ГОСТ ИЕС 61010-1-2014			

#### Знак утверждения типа

наносится на лицевые панели корпусов измерительного модуля, испытательной термической камеры и модуля регулирования температуры в виде наклеек, и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

#### Комплектность средства измерений

представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Комплектность установки

Наименование и обозначение	Кол-во
Измерительный модуль (электронметр-измеритель больших сопротивлений Keithley 6517B)	1 шт.
Испытательная термическая камера с кабелем питания и кабелем датчика температуры АИЕЛ.411182.002	1 шт.
Модуль регулирования температуры с кабелем питания АИЕЛ.411182.003	1 шт.
Персональный компьютер с клавиатурой, дисплеем и манипулятором «мышь»	1 шт.
Комплект соединительных кабелей	1 шт.
Комплект инструмента и материалов для образцов диэлектриков	1 шт.
Паспорт АИЕЛ.411182.001 ПС	1 шт.
Руководство по эксплуатации АИЕЛ.411182.001 РЭ	1 шт.
Компакт-диск с программным обеспечением и документацией	1 шт.
Методика поверки АИЕЛ.411182.001 МП	1 шт.
Упаковочная тара	1 шт.

### Поверка

осуществляется по документу АИЕЛ.411182.001 МП «ГСИ. Установка для измерения объемного электрического сопротивления ДУЭТ-1. Методика поверки», утвержденному ЗАО «АКТИ-Мастер» 12.02.2018 г.

Основные средства поверки:

- мультиметр цифровой Keithley 2000; регистрационный номер 25787-08;
- калибратор универсальный Fluke 9100; регистрационный номер 25985-09;
- набор эталонных мер сопротивления и емкости 5156DR, регистрационный номер 57171-14.

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

Знак поверки наносится на лицевую панель измерительного модуля в виде наклейки и/или на свидетельство о поверке.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

### Нормативные документы, устанавливающие требования к установке для измерения объемного электрического сопротивления ДУЭТ-1

ГОСТ 8.027-2001. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

ГОСТ 8.022-91. ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне  $1 \cdot 10^{-16} \div 30$  А.

ГОСТ Р 50499-93 (МЭК 93-80). Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения удельного объемного и поверхностного сопротивления.

ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014. Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного применения. Требования электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ ИЕС 61010-1-2014. Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Авиаагрегат-Н» (ООО «Авиаагрегат-Н»)  
ИНН 6150045308  
Адрес: 346421, Ростовская обл., г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 200А, офис 401  
Тел.: 8(8635)22-03-45, Факс: 8(8635)26-07-82  
E-mail: sales@avem.ru

**Испытательный центр**

Закрытое акционерное общество «АКТИ-Мастер» (ЗАО «АКТИ-Мастер»)  
Адрес: 127254, г. Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5  
Тел./факс: +7(495)926-71-85  
Web-сайт: <http://www.actimaster.ru>  
E-mail post@actimaster.ru

Аттестат аккредитации ЗАО «АКТИ-Мастер» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311824 от 14.10.2016 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.