



**Измеритель параметров изоляции
многофункциональный
MI 3201
TeraOhm 5 kV Plus
Руководство по эксплуатации
Версия 1.4 Кодовый № 20 751 570**

Дистрибьютор:

ООО «Евротест» - эксклюзивный представитель METREL D.D. в России.
Санкт-Петербург, 198216
Ленинский пр-т, 140
тел./факс: +7 (812) 703-05-55
sales@metrel-russia.ru
www.metrel-russia.ru

Производитель:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Словения
Адрес в Интернете: <http://www.metrel.si>
Электронная почта: metrel@metrel.si



Данный знак подтверждает, что обозначенное им оборудование соответствует требованиям Европейского союза по безопасности и электромагнитной совместимости.

© 2008 - 2009 METREL

Торговые названия Metrel, Smartec, Eurotest, Autosequence являются торговыми марками, зарегистрированными или ожидающими регистрации в Европе и других странах.

Данный документ не может быть полностью или частично воспроизведен или использован в любой другой форме без ссылки на компанию METREL.

1	Введение	4
1.1	Назначение прибора	4
1.2	Список применимых стандартов	5
2	Описание прибора	6
2.1	Корпус прибора	6
2.2	Панель управления	6
2.3	Разъемы	7
2.4	Принадлежности	8
2.5	Измерительные провода	8
3	Предупреждения	10
4	Работа с прибором	12
4.1	Включение прибора	12
4.2	Configuration (Конфигурация)	13
5	Измерения	15
5.1	Теоретические сведения о высоковольтных испытаниях (постоянного тока)	15
5.2	Защитный разъем GUARD	19
5.3	Функция фильтра	20
5.4	Измерение напряжения	21
5.5	Измерение сопротивления изоляции	21
5.6	Диагностическая проверка	25
5.7	Проверка сопротивления изоляции пошагово изменяющимся напряжением	31
5.8	Высоковольтные испытания	34
6	Работа с результатами измерений	37
6.1	Сохранение, вызов и удаление результатов	37
6.2	Передача данных на ПК	39
7	Обслуживание	40
7.1	Осмотр	40
7.2	Первоначальная установка и зарядка батарей	40
7.3	Замена и зарядка батарей	40
7.4	Чистка	42
7.5	Калибровка	42
7.6	Сервис	42
8	Технические характеристики	43
8.1	Измерения	43
8.2	Общие характеристики	46

1 Введение

1.1 Назначение прибора

Прибор MI 3201 – это портативный измерительный прибор, с питанием от батареи или сети, предназначенный для измерения сопротивления изоляции с использованием высоких измерительных напряжений до 5 кВ. Его работа основана НА ПРИНЦИПАХ ПРОСТОТЫ И ПОНЯТНОСТИ.

Прибор разработан и произведен на базе обширных знаний и опыта, накопленных в течение многих лет работы с подобным оборудованием.

Функции **прибора MI 3201**:

- Измерение значений сопротивления изоляции, до 10 ТОм:
 - Программируемое измерительное напряжение, от 250 В до 5 кВ, шаг 25 В.
 - Построение графика $R(t)$.
 - Программируемый таймер, от 1 с до 30 мин.
 - Автоматический разряд объекта измерений по окончании испытания.
 - Измерение емкости.
- Измерение зависимости сопротивления изоляции от измерительного напряжения:
 - Пять дискретных значений измерительного напряжения, установленных пропорционально, в пределах заданного диапазона.
 - Программируемый таймер от 1 мин до 30 мин на один этап.
- Индекс поляризации PI, *коэффициент диэлектрического поглощения (DAR) и коэффициент диэлектрического разряда (DD)*:
 - $PI = R_{изол}(t_2) / R_{изол}(t_1)$.
 - $DAR = R_{01мин} / R_{15сек}$.
 - $DD = I_{разряда}(1мин) / C \cdot U$.
- Высоковольтные испытания (пост. тока) до 5 кВ
 - Программируемое пилообразное измерительное напряжение от 250 В до 5 кВ
 - Высокое разрешение по напряжению (около 25 В на шаг)
 - Программируемый предельный ток до 5 мА
- Измерение напряжения и частоты до 600 В переменного/постоянного тока

Матричный ЖК экран позволяет легко считывать результаты и параметры измерения. Прибор прост в обращении, и для работы с ним оператору не нужно иметь специальной подготовки (за исключением прочтения и понимания настоящего Руководства по эксплуатации) для работы с прибором.

Результаты и параметры измерений могут быть сохранены в памяти прибора. Профессиональное программное обеспечение для ПК обеспечивает передачу результатов и параметров измерений в обоих направлениях между измерительным прибором и ПК.

1.2 Список применимых стандартов

Работа прибора	IEC / EN 61557-2
Электромагнитная совместимость (EMC)	EN 61326 Класс В
Безопасность	EN 61010-1 (прибор), EN 61010-031 (принадлежности)

2 Описание прибора

2.1 Корпус прибора

Прибор выполнен в пластиковом корпусе, который обеспечивает класс защиты, указанный в технических характеристиках.

2.2 Панель управления

Панель управления приведена на **рисунке 1**.

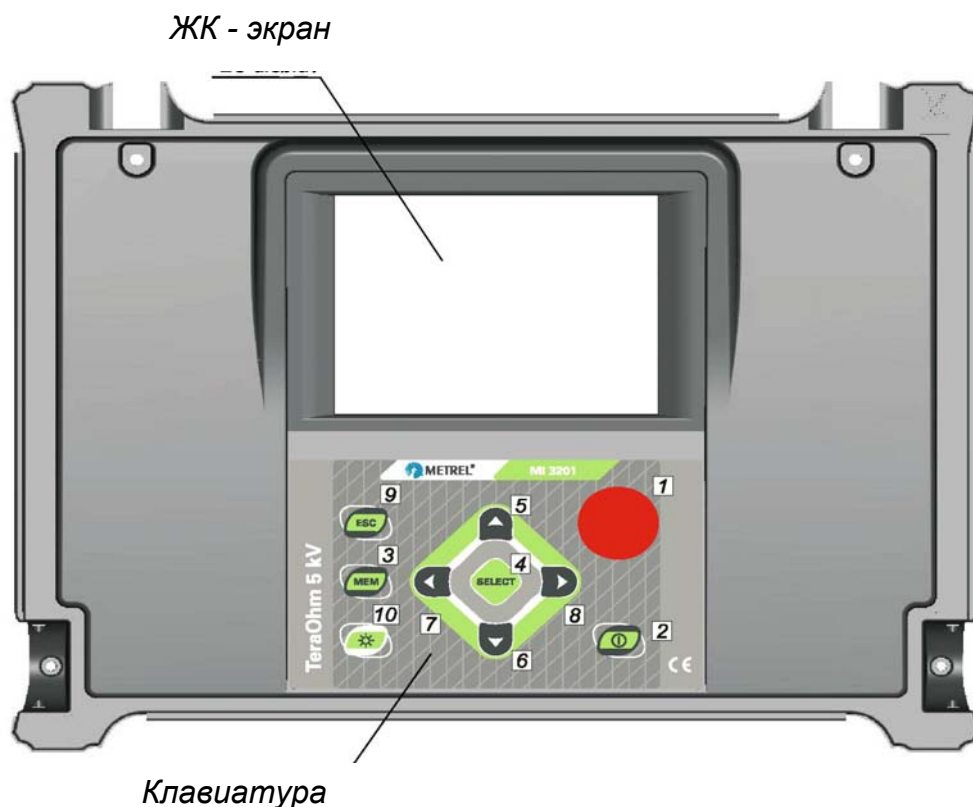


Рис. 1. Лицевая панель

Условные обозначения:

- 1 Клавиша **START/STOP** для пуска / остановки любого измерения.
- 2 Клавиша **ON/OFF** для ВКЛЮЧЕНИЯ или ВЫКЛЮЧЕНИЯ прибора.
- 3 Клавиша **MEM** для сохранения, вызова или удаления результатов.
- 4 Клавиша **SELECT** для входа в меню настроек выбранной функции или для выбора устанавливаемого параметра.
- 5 Курсор **▲** для прокрутки вверх.
- 6 Курсор **▼** для прокрутки вниз.
- 7 Курсор **◀** для уменьшения выбранного параметра.
- 8 Курсор **▶** для увеличения выбранного параметра.
- 9 Клавиша **ESC** для выхода из выбранного режима.
- 10 Клавиша **Подсветка** для включения или выключения подсветки экрана.

2.3 Разъемы

TeraOhm 5kV Plus имеет следующие разъемы:

- Разъемы для подключения измерительных проводов к четырем гнездам типа «банан» (**Рис. 2**),
- Разъемы для подключения сетевого кабеля и интерфейсного кабеля (USB и RS232) (**Рис. 3**).

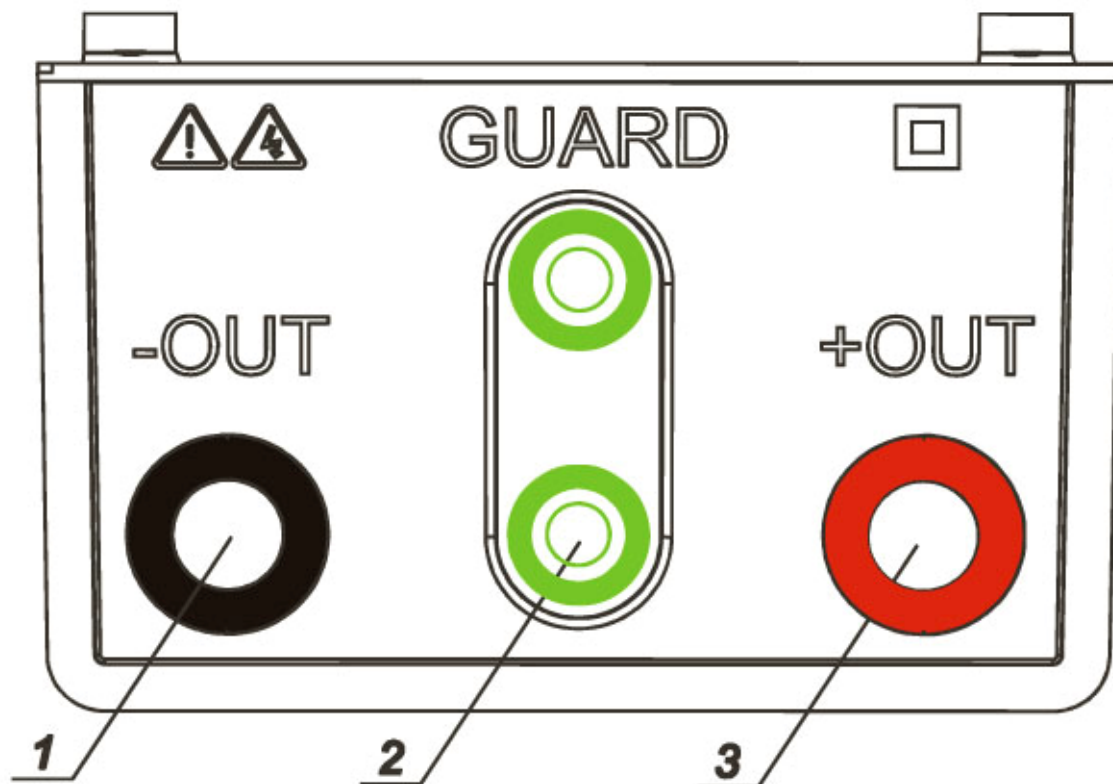


Рис. 2. Разъемы для измерительных проводов

- 1 **Измерительный разъем** «сопротивление изоляции -» (-OUT)
- 2 **Защитные** измерительные разъемы **GUARD**, предназначенные для отвода потенциального тока утечки при измерении изоляции. Два зеленых разъема соединены вместе внутри прибора.
- 3 **Измерительный разъем** «сопротивление изоляции +» (+OUT)

	Используйте только оригинальные принадлежности! Макс. допустимое внешнее напряжение между измерительными выводами и землей 600 В! Макс. допустимое внешнее напряжение между измерительными выводами 600 В!
---	---

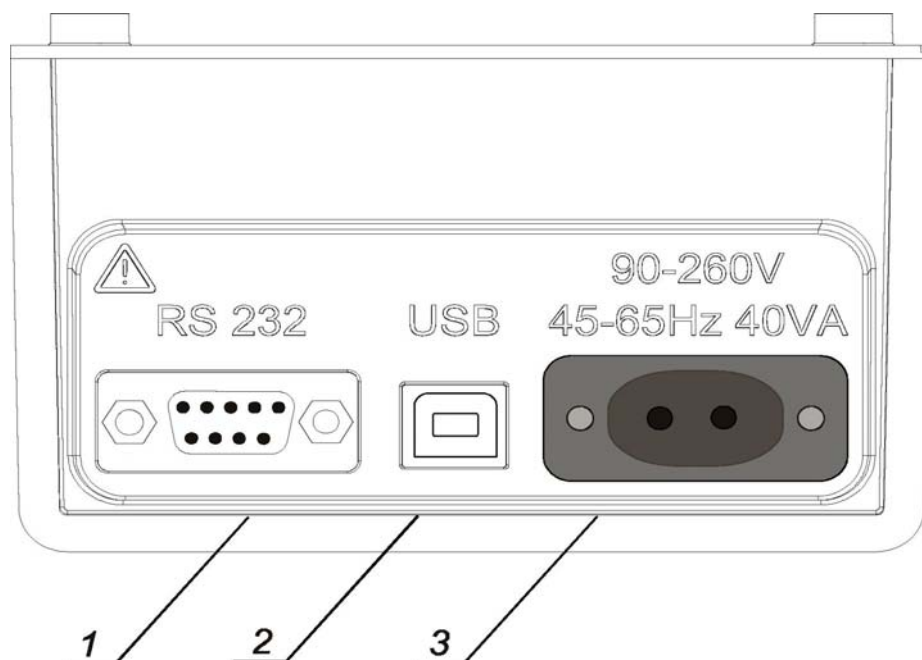


Рис. 3. Разъемы для сетевого и интерфейсного кабелей

- 1 Гальванически развязанный **разъем RS 232** для подключения прибора к ПК.
- 2 Гальванически развязанный **USB разъем** для подключения прибора к ПК.
- 3 Сетевой кабель питания для подключения прибора к источнику питания.

	Используйте только оригинальный кабель питания!
--	---

2.4 Принадлежности

Измерительные принадлежности могут быть стандартными и дополнительными. Дополнительные принадлежности могут поставляться на заказ. Смотрите приложенный список стандартной комплектации и дополнительных принадлежностей или свяжитесь со своим поставщиком или см. домашнюю веб-страницу METREL: <http://www.metrel.si>.

2.5 Измерительные провода

Стандартная длина измерительного провода равна 2 м, возможно исполнение на заказ 8 м и 15 м. Более подробная информация - в списке стандартной комплектации и дополнительных принадлежностей или у вашего поставщика, или на домашней веб-странице METREL: <http://www.metrel.si>.

Все измерительные кабели представляют собой высоковольтное экранированные провода, благодаря чему они обеспечивают высочайшую точность измерений и устойчивость к возникновению погрешности измерений, особенно при промышленном применении.

2.5.1 Высоковольтные экранированные измерительные провода с наконечниками, высоковольтные зажимы типа «крокодил»

 The image shows a coiled yellow high-voltage shielded test lead with two banana connectors (one red, one black) and a green guard connector. Below the lead are two high-voltage crocodile clips, one red and one black.	Особенности применения: Данные измерительные провода предназначены для диагностического тестирования изоляции, а также для проверки изоляции с помощью переносных приборов. Характеристики изоляции: - Высоковольтный разъем типа «банан» (красный, черный): 10 кВ пост.тока (основная изоляция); - Высоковольтный наконечник (красный, черный): 10 кВ пост.тока (двойная изоляция); - Зажим типа «крокодил» (красный, черный): 10 кВ пост.тока (основная изоляция); - Защитный разъем GUARD типа «банан» (зеленый): 600 В кат. IV (двойная изоляция); - Кабель (желтый): 12 кВ (экранированный).
--	---

2.5.2 Защитный измерительный кабель Guard с зажимом типа «крокодил»

Характеристики изоляции:

- Защитный измерительный кабель с разъемом типа «банан» (зеленый): 600 В KAT IV (двойная изоляция);
- Зажим типа «крокодил» (зеленый): 600 В KAT IV (двойная изоляция).

3 Предупреждения

Для достижения высокого уровня безопасности при выполнении различных испытаний и измерений с использованием прибора **TeraOhm 5kV Plus**, а также для сохранения прибора в рабочем состоянии, важно выполнять следующие указания:

ЗНАЧЕНИЯ СИМВОЛОВ



Символ, обозначающий “Внимательно ознакомьтесь с Руководством по эксплуатации!”.



Символ, обозначающий “На измерительных входах, возможно, присутствует опасное напряжение, выше 70 В!”.

ОБЩИЕ ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ

- ♦ Если измерительное оборудование применяется в целях, не указанных в настоящем руководстве, защитные функции оборудования могут быть ослаблены!
- ♦ Не используйте прибор и принадлежности при обнаружении любых неисправностей!
- ♦ Необходимо принимать во внимание все требования безопасности, во избежание риска удара электрическим током при работе с электроустановками!
- ♦ Сервисное обслуживание, настройка и калибровка прибора может быть выполнена только уполномоченными должностными лицами!
- ♦ Только обученный и компетентный персонал имеет право работать с прибором.

БАТАРЕИ

- ♦ Перед открытием крышки батарейного отсека отсоедините все измерительные принадлежности, подключенные к прибору, и выключите прибор!
- ♦ Используйте только NiMh аккумуляторные батареи (IEC LR14)!

ВНЕШНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

- ♦ Не подключайте прибор к источникам питания, отличным от указанных на этикетке рядом с кабелем питания, в противном случае прибор может быть поврежден.
- ♦ Не используйте прибор в системах питания с напряжением более 600 В пост./пер. тока (IV кат. перенапряжения), во избежание повреждения прибора!

РАБОТА С ПРИБОРОМ

- ♦ Используйте только стандартные или дополнительные измерительные принадлежности, поставляемые Вашим дистрибьютором!
- ♦ Объект измерений должен быть выключен, т.е. обесточен, перед подключением к нему измерительных проводов.
- ♦ Не прикасайтесь к токоведущим частям объекта в процессе измерений.

- ◆ Убедитесь, что объект измерений отключен (напряжение питания снято) перед началом измерения сопротивления изоляции!
- ◆ Не прикасайтесь к объекту измерений при его испытании, опасность удара электрическим током!
- ◆ В случае емкостного испытываемого объекта (длинный кабель и т. д.), его саморазряд может происходить с некоторой задержкой после окончания измерения, при этом на дисплее отобразится сообщение «Please wait, discharging» («Пожалуйста, подождите, идет разрядка»).

ОБРАЩЕНИЕ С ЕМКОСТНЫМИ НАГРУЗКАМИ

- ◆ Учитывайте, что емкости 40 нФ при 1 кВ или 5 нФ при 10 кВ опасны для жизни!
- ◆ Никогда не прикасайтесь к объекту в процессе измерений, до полного его разряда.
- ◆ Максимальное внешнее напряжение между двумя любыми выводами равно 600 В (IV категория перенапряжения).

4 Работа с прибором

4.1 Включение прибора

Автоматическая калибровка

Включение прибора осуществляется путем нажатия клавиши **ON/OFF**. После включения, прибор сначала выполняет автокалибровку (**Рис. 4**).

Примечание:

Если прибор подключен к сети, но при этом батареи неисправны или отсутствуют, его включение невозможно.

Измерительные провода должны быть отключены во время автокалибровки. В противном случае, автокалибровка невозможна и прибор запросит отключение измерительных проводов, а также повторное выключение и включение. По окончании автокалибровки, появится надпись **MAIN MENU (ГЛАВНОЕ МЕНЮ)** (**Рис.5**), и прибор готов к нормальной работе.

Автокалибровка предотвращает ухудшение точности при измерении малых токов. Это компенсирует влияние старения, изменения температуры и влажности и т. д. Повторная автокалибровка рекомендуется, когда температура меняется более чем на 5°C.

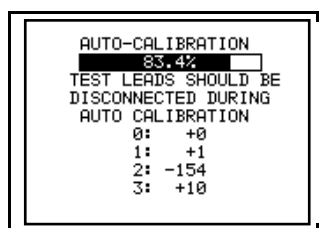


Рис. 4. Режим автокалибровки

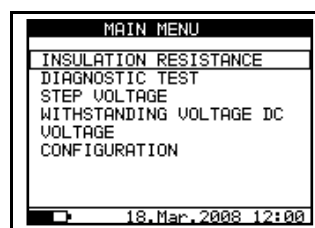


Рис. 5. Главное меню

Примечание:

Если прибор определит некорректное состояние в процессе автокалибровки, появится следующее сообщение:

ERROR!

-TEST LEADS CONNECTED:

DISCONNECT AND SWITCH ON THE INSTRUMENT AGAIN

- CONDITIONS OUT OF RANGE: PRESS START TO CONTINUE.

ОШИБКА!

- ПОДКЛЮЧЕНЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА:

ОТСОЕДИНИТЕ ИХ И ПОВТОРНО ВКЛЮЧИТЕ ПРИБОР

- УСЛОВИЯ РАБОТЫ НЕ СООТВЕТСТВУЮТ ЗАДАННЫМ: НАЖМИТЕ START ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ

Возможными причинами несоответствия условий являются повышенная влажность, температура, и т. д. В этом случае проведение измерений возможно при повторном нажатии кнопки, но результаты могут не соответствовать номинальным.

Работа прибора от сети

При подключении прибора к сети переменного тока, во время того, как прибор выключен, встроенное зарядное устройство (ЗУ) будет заряжать батареи, но прибор будет по-прежнему выключен. В нижнем левом углу дисплея появятся значок разъема и мигающий индикатор батареи, свидетельствующий о процессе заряда батарей.

Примечание: Если батареи неисправны или отсутствуют, ЗУ не будет работать. В нижнем левом углу ЖК - экрана появится значок разъема без мигающего индикатора батареи.

При подключении прибора к сети, когда он включен, прибор автоматически перейдет на питание от сети. В нижнем левом углу ЖК экрана появится значок разъема. Если прибор не в режиме измерения*, внутреннее ЗУ будет заряжать батареи. В нижнем левом углу дисплея начнет мигать индикатор батареи.

Примечание: Не рекомендуется подключать прибор к сети или отключать от нее, когда он находится в режиме измерений*.

*Режим измерений - Прибор находится в процессе измерения.

Работа подсветки (при питании прибора от батарей)

После включения прибора, подсветка экрана включается автоматически. Ее можно легко включать и выключать нажатием клавиши **Подсветка**.

Работа подсветки (при питании прибора от сети)

После включения прибора, подсветка экрана автоматически выключается. Ее можно легко включать и выключать нажатием клавиши **Подсветка**.

Функция выключения

Прибор может быть выключен простым нажатием клавиши **ON/OFF**. Функция автоотключения недоступна, вследствие возможного проведения длительных измерений.

4.2 Configuration (Конфигурация)

Функция конфигурации служит для выбора и регулировки параметров, которые не вводятся напрямую в процессе измерений (**Рис. 6**).

В нижней части экрана показано состояние питания.

При регулировке некоторых параметров конфигурации необходимо выполнить следующие действия:

1. Используйте стрелки ↑ и ↓ для выбора параметра (строки).
2. Используйте стрелки ← и → для изменения значения выбранного параметра. Если существует 2 или более подпараметров в одной строке (например, дата и время), используйте клавишу **SELECT** для перехода к следующему подпараметру и обратно.

Для полного стирания памяти:

1. Выберите **Configuration** в главном меню.
2. Выберите строку **Memory Clear (Очистить память)**, используя стрелки ↑ и ↓.
3. Нажмите клавишу **SELECT**, появится сообщение "**Press MEM to confirm!**" (Нажмите **MEM** для подтверждения).
4. Нажмите клавишу **MEM** для полного стирания памяти или **ESC** для отмены действия.

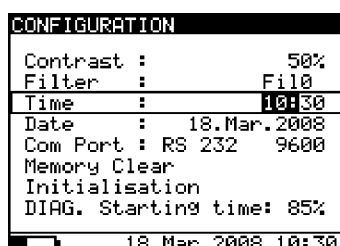


Рис. 6. Режим конфигурации

Параметр	Значение	Примечание
Contrast (Контрастность)	0%..100%	Регулировка контрастности экрана
Filter (Фильтр)	Fil1, Fil2, Fil3, Fil0	Выбор фильтра шумов, см. раздел 5.3. Функция фильтра
Time		Установка текущего времени (часы : минуты)
Date (Дата)		Установка текущей даты (число-месяц-год)
Com Port (Последовательный порт)	RS 232 4800, RS 232 9600, RS 232 19200, USB 115000	Настройка порта и скорости передачи данных.
Memory clear (Очистка памяти)		Полная очистка памяти
Initialization (Инициализация)		Только для внутризаводского и сервисного обслуживания!
DIAG. Starting time (ДИАГ. Время пуска)	0% ... 90%	Регулировка времени пуска функции ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ТЕСТА, в соответствии с номинальным напряжением $U_{nominal}$. Разъяснение см. в разделе 5.6.

Таблица 1. Параметры конфигурации

5 Измерения

5.1 Теоретические сведения о высоковольтных испытаниях (постоянного тока)

Назначение проверки изоляции

Изоляционные материалы являются важными составляющими почти каждого электротехнического изделия. Свойства материала зависят не только от характеристик его составляющих, но и от температуры, загрязнения, влажности, старения, электрических и механических воздействий, и т. д. Безопасность и надежность функционирования требует регулярного обслуживания и проверки изоляции, для поддержания ее в рабочем состоянии. Для проверки изоляции материалов используются методы измерения высокими напряжениями.

Измерительные напряжения постоянного и переменного тока

Проверка постоянным напряжением также широко распространена, как и проверка, переменным и / или пульсирующим. Постоянное напряжение может применяться для определения пробоя, особенно в местах, где высокие емкостные токи утечки влияют на измерения с использованием переменного или пульсирующего напряжения. Оно часто применяется для измерения сопротивления изоляции. В таких тестах напряжение определяется областью применения продукта. Данное напряжение ниже того, которым определяют выдерживаемое напряжение, поэтому подобные испытания могут проводиться более часто, без ущерба для исследуемого материала.

Типовые проверки изоляции

В основном, проверка сопротивления изоляции состоит из следующих процедур:

- Простое измерение сопротивления изоляции, так называемый, установочный тест;
- Измерение зависимости сопротивления изоляции от напряжения;
- Измерение зависимости сопротивления изоляции от времени;
- Измерение остаточного заряда после разряда диэлектрика.

Результаты данной проверки могут показать, нужна ли замена (восстановление) изоляции.

Типовыми примерами, где рекомендуется проверка сопротивления изоляции и ее диагностика, являются изоляция трансформаторов, двигателей, кабелей и другого электрооборудования.

Электрическое представление изоляционного материала

Приведенный далее рисунок 7 отражает электрическую цепь, являющуюся эквивалентом изоляционного материала

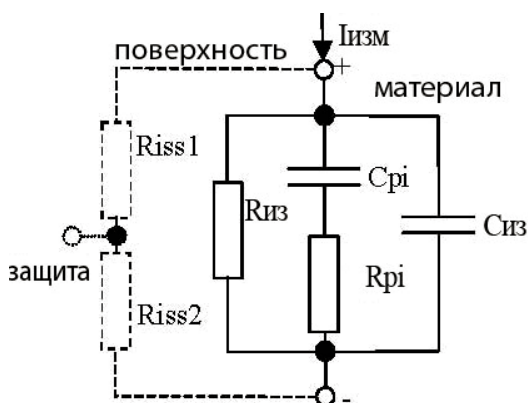


Рис. 7.

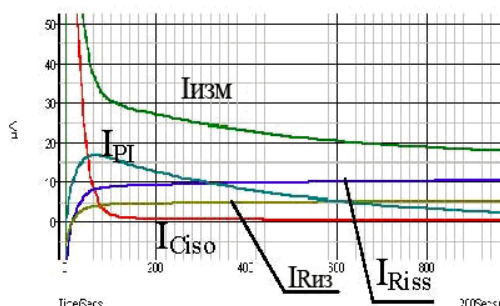


Рис. 8

R_{iss1} и R_{iss2} – поверхностное сопротивление (положение возможного подключения защитного разъема Guard);

$R_{из}$ – действительное сопротивление изоляции материала;

$C_{из}$ – емкость материала;

C_{pi} , R_{pi} – отражают эффект поляризации.

Рис. 8 отражает типовые токи для такой цепи.

$I_{изм}$ = суммарный измерительный ток ($I_{изм} = I_{pi} + I_{Rиз} + I_{RIss}$)

I_{pi} = ток поглощения поляризации

$I_{Rиз}$ = действительный ток изоляции

I_{RIss} = поверхностный ток утечки

Некоторые примеры применения TeraOhm 5kV Plus.

Общая проверка сопротивления изоляции

Фактически, каждый стандарт, относящийся к безопасности электрооборудования и установок, включает в себя требования по общей проверке изоляции. При проверке невысоких значений (порядка МОм), преобладающим является основное сопротивление изоляции $R_{из}$. При этом результаты соответствуют действительности и быстро стабилизируются.

Важно принимать во внимание следующее:

- Напряжение, время и предел обычно определяются соответствующим стандартом.
- Время измерения должно быть равно 60 с или минимально допустимому времени, достаточному для заряда емкости $C_{из}$.
- Иногда необходимо принимать во внимание температуру окружающей среды для приведения результатов к стандартным условиям среды, при 40°C.
- При влиянии поверхностных токов утечки на измерения (см. выше R_{iss}) используйте защитного разъема Guard (см. 5.2.). Это является критичным при измерении значений сопротивления порядка ГОм.

Проверка зависимости от напряжения – проверка шаговым напряжением

Данное испытание показывает, было ли оказано электрическое или механическое воздействие на проверяемую изоляцию. В случае подобного воздействия, количество и размер дефектов изоляции, таких как трещины, местный пробой, открытые токоведущие части, и т. д. увеличивается, а предельное напряжение пробоя снижается. Чрезмерная влажность и загрязнение играют важную роль, особенно при механических нагрузках.

- Шаг измерительного напряжения обычно близок к значению, рекомендованному для проведения высоковольтных испытаний.
- Иногда рекомендуется, чтобы максимальное напряжение для данного испытания не превышало 60 % от значения выдерживаемого напряжения.

Если результаты успешных проверок свидетельствуют о снижении измеренного сопротивления изоляции, следует заменить изоляцию.

Проверка зависимости от времени – диагностический тест

ИНДЕКС ПОЛЯРИЗАЦИИ

Данный диагностический тест предназначен для оценки влияния поляризованной составляющей изоляции (R_{pi} , C_{pi}).

При приложении высокого напряжения к изоляционному материалу, электрические диполи этого материала располагаются вдоль приложенного электрического поля. Эти явления называются поляризацией. При поляризации молекул, возникает ток поляризации (поглощения), который уменьшает суммарное сопротивление изоляции.

Ток поглощения (I_{PI}) обычно исчезает через несколько минут. Если суммарное сопротивление не увеличивается, это означает, что другие токи (например, поверхностной утечки) преобладают в суммарном сопротивлении изоляции.

- PI равен отношению измеренных сопротивлений в двух моментах времени. Наиболее распространенным является соотношение измеренных значений при 10 мин к 1 мин, но это не является правилом.
- Испытание обычно проводится при таком же напряжении, что и измерение сопротивления изоляции.
- Если сопротивление изоляции при 1 мин превышает 5000 МОм, тогда это измерение недействительно (новые, современные типы изоляции).
- Промасленная бумага, применяемая в трансформаторах и двигателях, является типичным материалом, для которого выполняется данное испытание.

Как правило, хорошие изоляционные материалы обладают высоким индексом поляризации, в то время как поврежденные - низким. Однако, данное правило справедливо не всегда. Подробная информация содержится в справочнике Metrel «**Insulation Testing Techniques**» (Методики проверки изоляции).

Основные допустимые значения:

PI	Состояние изоляционного материала
от 1 до 1,5	Не приемлемо (старые виды)
от 2 до 4 (обычно 3)	Хорошая изоляция (старые виды)
> 4 (очень высокое сопротивление изоляции)	Современные виды (хорошей) изоляции

Пример минимально допустимых значений для изоляции двигателя (IEEE 43):
Класс А =1,5, Класс В = 2,0, Класс F =2,0, Класс Н =2,0.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД

Эффект поляризации (описанный выше) приводит к заряду емкости C_{pi} . Теоретически, этот заряд должен рассеиваться сразу после снятия напряжения с материала. На практике, это происходит иначе.

В совокупности с индексом поляризации (PI), диэлектрический разряд (DD) является альтернативным способом проверки качества и соответствия изоляционного материала. Материал, который разряжается быстро, будет показывать малые значения, в то время как материал с более длительным временем разряда покажет более высокие значения (см. таблицу выше, дополнительная информация – в разделе 5.6).

DD	Состояние проверенного материала
> 4	плохо
2 - 4	критично
< 2	хорошо

Высоковольтные испытания

Некоторые стандарты позволяют использование постоянного напряжения при высоковольтных испытаниях в качестве альтернативы переменному. Для этой цели, измерительное напряжение должно присутствовать определенное время. Результат испытания считается положительным, если не происходит пробоя или искрения. В соответствии со стандартами испытание должно начинаться при низком напряжении и постепенно напряжение должно увеличиваться до значения, при котором ток заряда (емкости $C_{из}$) еще не превышает предельно допустимого. Испытание обычно занимает 1 мин.

Проверка выдерживаемого напряжения или диэлектрический тест обычно применяется для:

- Типовых (приемочных) испытаний, при подготовке новой продукции к производству,
- Стандартных (производственных) испытаний для проверки безопасности каждого изделия,
- Обслуживания и послесервисной проверки оборудования, изоляция которого подвержена возможным повреждениям.

Некоторые примеры результатов высоковольтных испытаний постоянным напряжением:

Стандарт (примерные значения)	Напряжение
EN/IEC 61010-1 КАТ II 300 В общая изоляция	1970 В
EN/IEC 61010-1 КАТ II 300 В двойная изоляция	3150 В
IEC 60439-1 (зазор между токопроводящими частями...), выдерживаемое импульсное напряжение 4 кВ, 500 м	4700 В
IEC 60598-1	2120 В

Измерение сопротивления изоляции в условиях высокой влажности

Качество измерения сопротивления изоляции в условиях окружающей среды, не соответствующим рекомендованному, может быть подвержено влиянию влажности. Влажность добавляет каналы для токов утечки на поверхности всей системы, то есть, на проверяемой изоляции, измерительных кабелях, измерительном приборе.

Такое влияние уменьшает точность измерений, особенно при высоком порядке сопротивления – ТОм. Худшим условием является наличие конденсата, что, кроме того, может снизить безопасность. При высокой влажности рекомендуется проветрить зону проведения испытания перед и во время измерения. При наличии конденсата, систему измерений необходимо просушить; это может занять от нескольких часов до нескольких дней.

5.2 Защитный разъем GUARD

Разъем GUARD предназначен для предотвращения возможных токов утечки (например, поверхностных), которые являются не результатом измерений, а следствием загрязнения поверхности и повышенной влажности. Этот ток влияет на измерения, то есть значение сопротивления изоляции будет искажено. Разъем GUARD имеет внутреннее соединение с тем же потенциалом, что и отрицательный измерительный разъем (черный). Зажим разъема GUARD («крокодил») необходимо подключить к объекту измерений для отвода нежелательных токов утечки, как показано на рисунке, приведенном ниже.

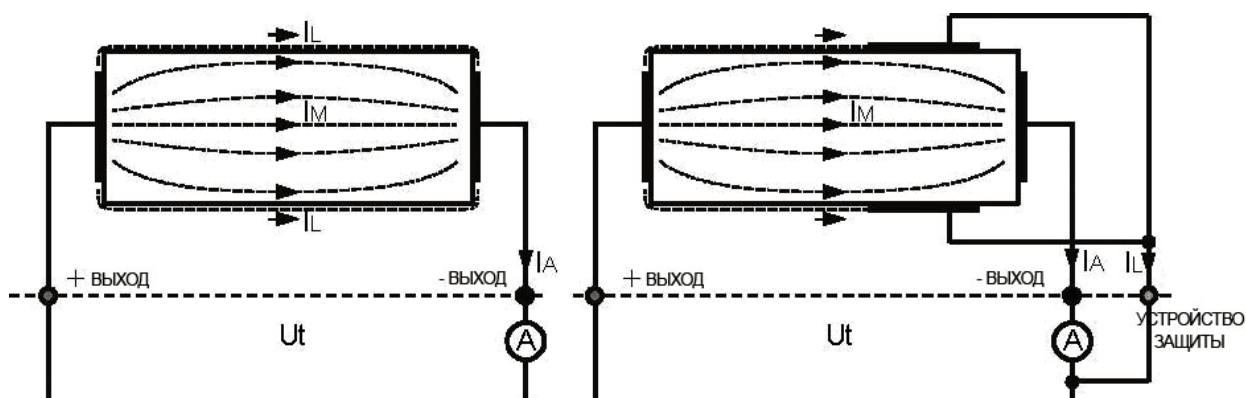


Рис. 9. Подключение разъема GUARD к объекту измерений

где:

U_t Измерительное напряжение

I_L Ток утечки (как следствие загрязнения и влажности)

I_M Ток материала (как следствие состояния материала)

I_A Ток амперметра

Результат без применения разъема GUARD: $R_{из} = U_t / I_A = U_t / (I_M + I_L)$ – некорректный.

Результат с применением GUARD: **$R_{из} = U_t / I_A = U_t / I_M$** – правильный.

Рекомендуется использовать подключение к GUARD при измерении больших сопротивлений изоляции (>10 ГОм).

Примечание:

- Защитный разъем имеет внутреннее сопротивление 200 кОм.
- Прибор имеет два защитных разъема, для простоты подключения экранированных измерительных проводов.

5.3 Функция фильтра

Встроенные фильтры предназначены для снижения влияния шумов на результаты измерений. Данная функция обеспечивает более стабильные результаты, особенно при измерении больших значениях сопротивления изоляции (проверка сопротивления изоляции, диагностический тест, пошаговое увеличение напряжения). В этих режимах статус функции фильтра отображается в правом верхнем углу экрана. Таблица, приведенная ниже, отражает определения отдельных функций фильтра:

Функция фильтра	Значение
Fil0	Узкополосный фильтр с частотой отсечки сигнала 0.5 Гц.
Fil1	Дополнительный узкополосный фильтр с частотой отсечки сигнала 0.05 Гц.
Fil2	Fil1 с увеличенным временем интеграции (4 с).
Fil3	Fil2 с дополнительным циклическим усреднением 5

Таблица 2. Функции фильтра

НАЗНАЧЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ

Проще говоря, фильтры «сглаживают» измеренные значения тока посредством усреднения и сужения полосы пропускания. Существуют различные источники помех:

- переменные токи сетевой частоты и их гармоники, переходные процессы и т. д., вызывающие нестабильность результата. Эти токи вызывают перекрестные наводки в емкостях изоляции, вблизи работающих систем,
 - Другие токи, вызванные или наложенные в электромагнитной среде вблизи проверяемой изоляции.
 - Пульсирующий ток внутреннего высоковольтного стабилизатора,
 - Эффекты заряда высокоемкостных нагрузок и / или длинных кабелей.
- Изменения напряжения относительно малы при больших сопротивлениях изоляции, поэтому наиболее важным является фильтрация измеренного тока.

Примечание:

Любая функция фильтра увеличивает время установки показаний: Fil1 - до 60 с, Fil2 - до 70 с, а Fil3 - до 120 с.

- Необходимо уделить особое внимание выбору временных интервалов при использовании фильтров.
- Минимальное рекомендуемое время измерения при использовании фильтров равно соответствующему времени установки выбранной функции фильтра.

Пример:

Ток шума 1 мА / 50 Гц добавляет примерно ± 15 % погрешности к измеренному значению при 1 ГОм.

Выбор функции FIL1 позволяет снизить погрешность до значения менее ± 2 %. Как правило, использование FIL2 и FIL3 дает дальнейшее уменьшение шума.

5.4 Измерение напряжения

При выборе данной функции возможны следующие варианты индикации: первичное состояние и вывод результатов по окончании измерений. См. **рис. 10** ниже.

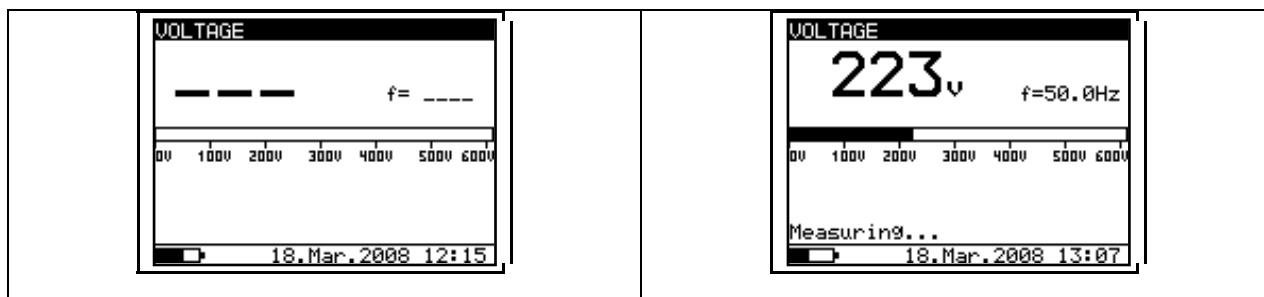


Рис. 10. Индикация функции измерения напряжения

Порядок проведения измерений:

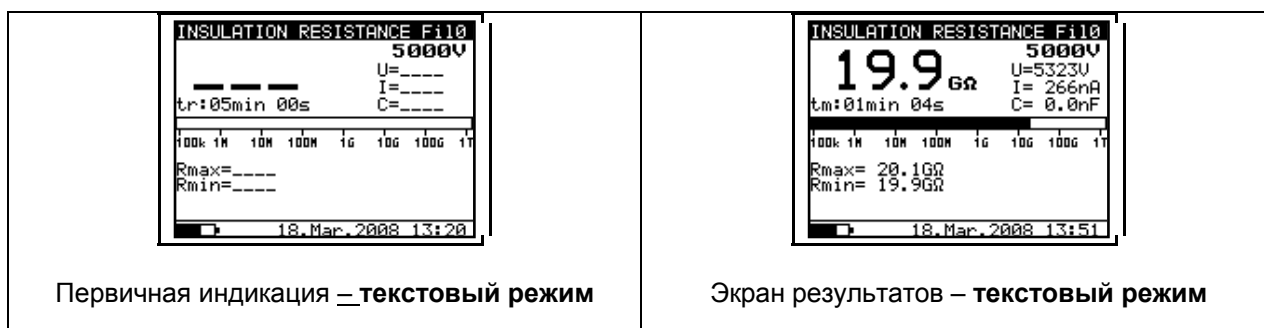
- Подсоедините измерительные провода к прибору и объекту измерений.
- Нажмите клавишу **START** для начала измерений, после чего начнется непрерывное измерение.
- Для остановки измерений повторно нажмите клавишу **START**.
- При необходимости результат может быть сохранен в памяти посредством двойного нажатия клавиши **MEM** (см. раздел 6.1. *Сохранение, вызов и удаление результатов*).

Внимание!

- См. раздел *Предупреждения для изучения правил безопасности!*

5.5 Измерение сопротивления изоляции

При выборе этой функции возможны следующие варианты индикации: первичное состояние и вывод результатов по окончании измерений. На **Рис 11** показаны состояния, когда функция графика зависимости $R(t)$ не активна.



Первичная индикация – **текстовый режим**

Экран результатов – **текстовый режим**

Рис. 11. Вид экрана измерения сопротивления изоляции - функция графика зависимости $R(t)$ не активна

На **Рис 12** показаны состояния, когда функция графика зависимости $R(t)$ активна. Когда функция графика зависимости $R(t)$ активна, по окончании измерений Вы можете легко переключаться с экрана результатов на первоначальный экран и обратно, а также между текстовым и графическим представлением путем нажатия клавиш $\uparrow$ или $\downarrow$.

$\uparrow$ графический режим

$\downarrow$ текстовый режим

Примечание:

- В процессе измерений переключение между режимами невозможно!!!



Рис. 12. Вид экрана измерения сопротивления изоляции - функция графика зависимости $R(t)$ активна

Порядок проведения измерений:

- Подсоедините измерительные провода к прибору и объекту измерений.
- Выберите функцию **INSULATION RESISTANCE** (сопротивление изоляции) в главном меню.
- Нажмите клавишу **START/STOP** и отпустите ее, после чего начнется непрерывное измерение.
- Дождитесь стабилизации измеренных значений, затем повторно нажмите клавишу **START/STOP** для остановки измерений или дождитесь, пока остановится таймер (если таймер активирован).
- Дождитесь окончания разряда проверяемого объекта.
- Результат может быть сохранен двойным нажатием клавиши **MEM** (см. раздел 6.1. *Сохранение, вызов и удаление результатов*).

Условные обозначения:

INSULATION RESISTANCE (Сопротивление изоляции)	Название выбранной функции
Fil0 (Fil1, Fil2, Fil3)	Тип выбранного фильтра, см. раздел 5.3. Конфигурация
5000 V	Выбранное испытательное напряжение
U=5323 V	Измеренное значение испытательного напряжения
I=266 nA	Измеренное значение испытательного тока
19.9 GΩ	Сопротивление изоляции – результат
C=0.0 nF	Емкость объекта измерений
tm:04 min 26 s	Продолжительность испытания
Аналоговая шкала	Аналоговое представление результата
Rmax=20.1 GΩ	Максимальное значение результата (только при активном таймере)
Rmin=19.9 GΩ	Минимальное значение результата (только при активном таймере)

Примечания:

- Если таймер не активирован, появится символ **OFF**, независимо от показаний таймера.
- В процессе измерений показания таймера означают время, необходимое для выполнения измерений (tr), а по окончании - длительность измерений (tm).
- В процессе измерения на экране отображается знак, предупреждающий о присутствии высокого напряжения, для оповещения оператора о возможном присутствии опасного напряжения.
- Значение емкости измеряется во время окончательной разрядки объекта измерений.

Установка параметров для проверки сопротивления изоляции:

- Нажмите клавишу **SELECT**, при этом появится меню настроек, см. **Рис 13**.
- Выберите параметр (строку) для установки, используя клавиши **↑** и **↓**;
- Отрегулируйте значение, используя клавиши **←** и **→**. Переход к следующему подпараметру осуществляется нажатием клавиши **SELECT** (если подпараметров 2 или более) и повторите настройку.
- Завершите регулировку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений). Сохранятся последние отображенные установки.

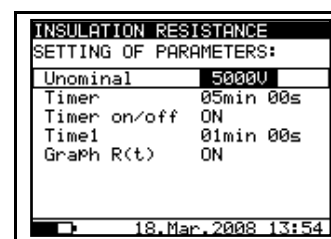


Рис. 13. Меню настроек в режиме измерения сопротивления изоляции

Условные обозначения:

INSULATION RESISTANCE (Сопротивление изоляции)		Название выбранной функции
Устанавливаемые параметры:		
Unominal	5000 V	Установка измерительного напряжения – шаг 25 В
Timer (Таймер)	5 min 00 s	Продолжительность измерения
Timer on/off (Таймер вкл/выкл)	ON	ON: таймер активирован, OFF: не активирован
Time1	01 min 00 s	Время получения и отображения первых результатов R _{мин} и R _{макс}
Graph R(t)	ON	Активна / не активна функция графика R(t)

Timer и Time1 - независимые таймеры. Максимальное время для каждого из них равно 30 мин 60 сек.

Включение/отключение функции графика R(t) и установка параметров функции графика R(t) в режиме измерения сопротивления изоляции:

- Нажмите клавишу **SELECT**, при этом появится меню настроек, как показано на **Рис. 14**.
- Выберите параметр **Graph R(t)**, используя клавиши $\uparrow$ и $\downarrow$;
- Активируйте или отключите функцию **графика R(t)**, используя клавиши $\leftarrow$ и $\rightarrow$.
- Нажмите клавишу **SELECT** для установки параметров **Graph R(t)**, как показано на **Рис. 15**. Нажмите клавишу **ESC** для возврата в меню общих настроек режима проверки сопротивления изоляции.
- Завершите установку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений). Сохранятся последние отображенные установки.

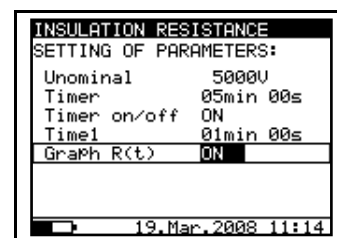


Рис. 14. Меню настроек в режиме измерения сопротивления изоляции

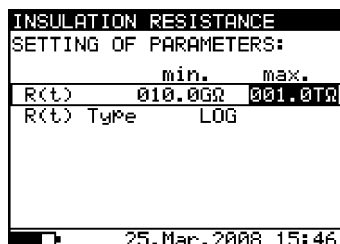


Рис. 15. Меню настроек функции графика R(t)

Примечания:

- Если таймер не активирован (**OFF**), то активизация функции **Graph R(t)** недоступна.
- Период времени для функции **Graph R(t)** равен значению таймера.
- Значение таймера может быть довольно большим (до 30 минут), поэтому применяется специальный алгоритм для вывода зависимости R(t) на экран.

- Курсор функции R(t) активируется нажатием клавиши ←
- Курсор функции R(t) можно перемещать клавишами ← и →.

Внимание!

- См. раздел **Предупреждения** для изучения правил безопасности!

5.6 Диагностическая проверка

При выборе этой функции возможны следующие варианты индикации: первичное состояние и вывод результатов по окончании измерений. На **рис. 16** показана индикация экрана с неактивной функцией R(t).



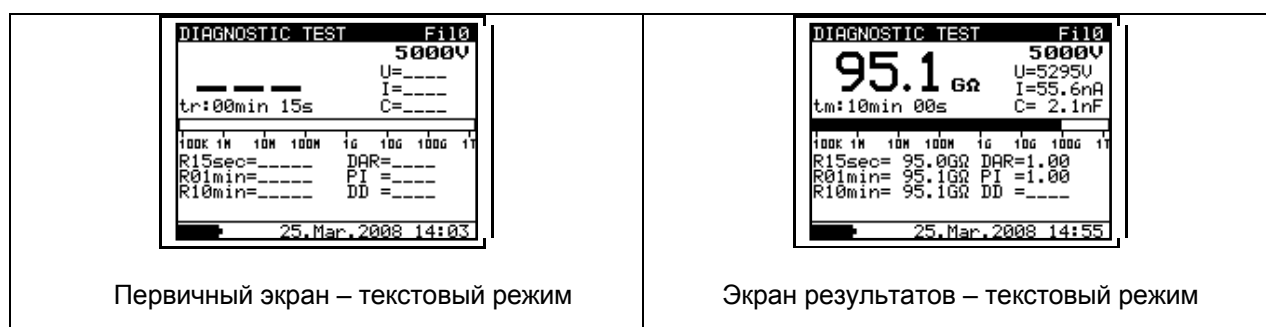
Рис. 16. Вид экрана при диагностической проверке - функция графика зависимости R(t) неактивна

На **рис. 17** показана индикация при активированной функции графика зависимости R(t). Когда функция графика зависимости R(t) активна, по окончании измерений Вы можете легко переключаться с экрана результатов на первоначальный экран и обратно, а также между текстовым и графическим представлением путем нажатия клавиш ↑ или ↓.

- ↑ графический режим
- ↓ текстовый режим

Примечание:

- В процессе измерений переключение между режимами невозможно!!!



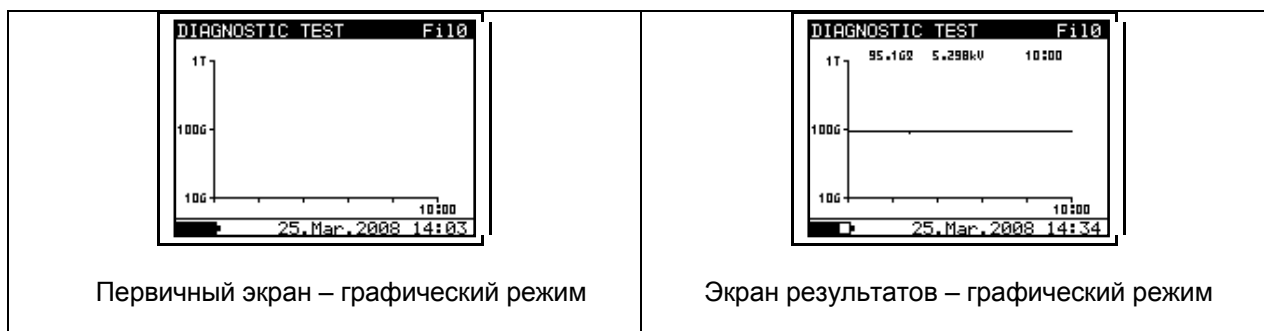


Рис. 17. Вид экрана при диагностической проверке - функция графика зависимости $R(t)$ активна

Диагностическая проверка является продолжительным испытанием для определения качества материала изоляции. По результатам этого испытания можно принимать решение о заблаговременной замене изоляционного материала.

КОЭФФИЦИЕНТ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ (DAR)

Коэффициент DAR равен отношению значений сопротивления изоляции, измеренных спустя 15 с и 1 минуту после начала измерения. Измерительное напряжение постоянного тока присутствует в течение всего периода измерения (также выполняется измерение сопротивления изоляции). По окончании измерений отображается значение DAR:

$$DAR = \frac{R_{из}(1мин)}{R_{из}(15сек)}$$

Типовые значения:

Значение DAR	Состояние проверяемого материала
< 1.25	Не приемлемо
< 1.6	Изоляция считается хорошей
> 1.6	Отлично

Примечание:

При определении $R_{из}$ (15 сек) учитывайте емкость испытываемого объекта. Она должна зарядиться в течение первого промежутка времени (15 сек).

Ориентировочное значение максимальной емкости:

$$C_{\text{макс}} [\text{мкФ}] = \frac{t [\text{сек}] 10^3}{U [\text{В}]}$$

где:

t первый отрезок времени (например, 15 сек)

U измерительное напряжение.

Во избежание этой проблемы, увеличьте значение параметра **DIAG. Starting time** (Время пуска при диагностической проверке) в меню CONFIGURATION (КОНФИГУРАЦИЯ), поскольку пуск таймера при ДИАГНОСТИЧЕСКОМ ПРОВЕРКЕ

зависит от выходного измерительного напряжения. Таймер начинает работать, когда выходное измерительное напряжение достигает предельного значения, зависящего от параметров **DIAG. Starting time** и **Unominal** (номинальное измерительное напряжение).

Использование функции фильтров (fil1, fil2, fil3) в режиме DAR не рекомендуется!

Процедура анализа измеренного сопротивления изоляции и вычисление DAR и PI являются эффективными профилактическими мерами при обслуживании изоляции.

ИНДЕКС ПОЛЯРИЗАЦИИ (PI)

Коэффициент PI равен отношению значений сопротивления изоляции, измеренных спустя 1 минуту и 10 минут после начала измерения. Измерительное напряжение постоянного тока присутствует в течение всего периода измерения (также выполняется измерение сопротивления изоляции). По окончании измерения отображается значение PI:

$$PI = \frac{R_{из}(10 мин)}{R_{из}(1 мин)}$$

Примечание:

При определении $R_{из}$ (1 мин) учитывайте емкость испытываемого объекта. Она должна зарядиться в течение первого промежутка времени (1 мин).

Ориентировочное значение максимальной емкости:

$$C_{max} [мкФ] = \frac{t [сек] 10^3}{U [В]}$$

где:

t..... первый отрезок времени (например, 1 мин)

U измерительное напряжение.

Во избежание этой проблемы, увеличьте значение параметра **DIAG. Starting time** (**Время пуска** при диагностической проверке) в меню CONFIGURATION (КОНФИГУРАЦИЯ), поскольку пуск таймера при ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКЕ зависит от выходного измерительного напряжения. Таймер начинает работать, когда выходное измерительное напряжение достигает предельного значения, зависящего от параметров **DIAG. Starting time** и **Unominal** (номинальное измерительное напряжение).

Процедура анализа измеренного сопротивления изоляции и вычисление DAR и PI являются эффективными профилактическими мерами при обслуживании изоляции.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД (DD)

Тест DD является диагностической проверкой изоляции, проводимой после выполнения измерения сопротивления изоляции. Обычно изоляционный

материал оставляют подключенным к измерительному напряжению на период 10 ... 30 мин, а затем разряжают перед проведением теста DD. По истечении 1 минуты измеряется ток разряда для определения поглощения заряда изоляционным материалом. Высокий ток поглощения указывает на загрязнение изоляции, в основном, из-за влажности:

$$DD = \frac{I_{\text{разряда}}(1\text{ мин})[мА]}{U[B]C[\Phi]},$$

где:

$I_{\text{разряда}}(1\text{ мин})$ – ток разряда, измеренный по истечении 1 минуты после разряда;
 U – Измерительное напряжение;
 C – емкость объекта измерений.

Порядок выполнения измерений:

- Выберите функцию **DIAGNOSTIC TEST** (ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА) в ГЛАВНОМ МЕНЮ.
- Подсоедините измерительные провода к прибору и объекту измерений.
- Нажмите клавишу **START/STOP** для начала измерений.
- Дождитесь истечения времени таймера и отображения результатов.
- Дождитесь разряда объекта измерений
- Результат может быть сохранен двойным нажатием клавиши **MEM**, как описано в разделе 6.1. *Сохранение, вызов и удаление результатов.*

Условные обозначения:

DIAGNOSTIC TEST (ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА)	Название выбранной функции
Fil0 (Fil1, Fil2, Fil3)	Тип активного фильтра, см. раздел 5.3. Configuration (Конфигурация)
5000 V	Значение испытательного напряжения – шаг 25 В
U=5295 V	Измеренное значение испытательного напряжения
I=55.6 nA	Измеренное значение испытательного тока
10.5 GΩ	Результат измерения сопротивления изоляции
C=2.1 nF	Емкость объекта измерений
Tr:00 min 15 s	Установленное значение таймера
Аналоговая шкала	Аналоговое представление результата Rиз
<u>R15sec=10.6 GΩ</u>	Значение сопротивления, измеренное по истечении 1-го отрезка времени
<u>R01min=10.5 GΩ</u>	Значение сопротивления, измеренное по истечении 2-го отрезка времени
<u>R10min=10.5 GΩ</u>	Значение сопротивления, измеренное по истечении 3-го отрезка времени
DAR=1.67	Значение DAR, равное R01мин / R15сек
PI=1.21	Значение PI, равное R03/R02, здесь R10min/R01min
DD=	Результат определения DD

Примечания:

- В процессе измерения на экране отображается знак, предупреждающий о наличии высокого напряжения, для оповещения оператора о возможном присутствии опасного напряжения.
- Значение емкости измеряется во время окончательного разряда объекта измерений.
- Если функция активирована, прибор измеряет DD, когда значение измеренной емкости находится в пределах от 5 нФ до 50 мкФ.

Установка параметров для диагностического теста:

- Нажмите клавишу **SELECT**, на экране появится меню настроек, см. рисунок 18.
- Выберите параметр (строку) для установки, используя клавиши $\uparrow$ и $\downarrow$;
- Отрегулируйте значение, используя клавиши $\leftarrow$ и $\rightarrow$.
- Завершите регулировку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений).
Сохранятся последние отображенные установки.

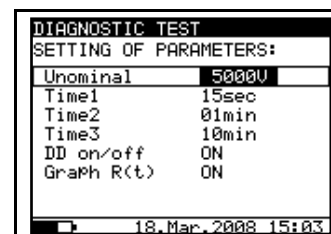


Рис. 18. Меню настроек при диагностической проверке

Условные обозначения:**DIAGNOSTIC TEST****(ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА)****УСТАНОВЛИВАЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ:**

			Название выбранной функции
Unominal2	5000 V	Установленное значение	испытательного напряжения – шаг 25 В
Time1	15 sec	Момент времени измерения R1, здесь R15sec	
Time2	01 min	Момент времени измерения R2, здесь R01min, и вычисления DAR	
Time3	10 min	Момент времени измерения R3, здесь R10min, и вычисления PI	ON: функция DD активна, OFF: функция DD не активна
DD on/off	ON	ON: функция DD активна, OFF: функция DD не активна	
Graph R(t)	ON	Включение / выключение функции Graph R(t)	

Time1, Time2 и Time3 - таймеры с одним и тем же временем пуска. Значение каждого из них равно промежутку времени от начала измерений. Максимальное значение равно 30 мин. На **рисунке 19**, приведенном ниже, показана взаимосвязь таймеров.

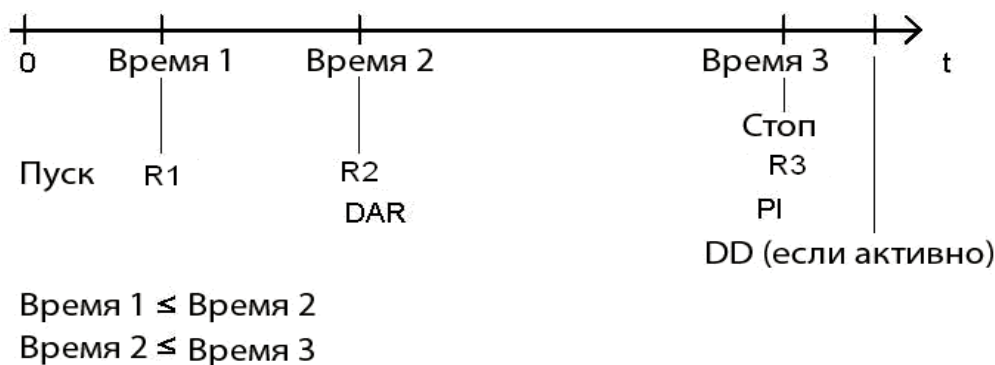


Рис. 19. Взаимосвязь таймеров

Включение/отключение функции графика R(t) и Установка параметров функции графика R(t) в режиме диагностической проверки:

- Нажмите клавишу **SELECT**, при этом появится меню настроек, как показано на **Рис. 20**.
- Выберите параметр **Graph R(t)**, используя клавиши $\uparrow$ и $\downarrow$.
- Активируйте или отключите функцию **Graph R(t)**, используя клавиши $\leftarrow$ и $\rightarrow$.
- Нажмите клавишу **SELECT** для установки параметров **Graph R(t)**, как показано на **Рис. 21**. Нажмите клавишу **ESC** для возврата в меню общих настроек режима диагностической проверки.
- Завершите регулировку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений). Сохранятся последние отображенные установки.

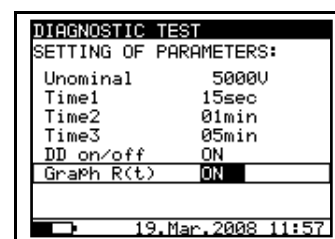


Рис. 20. Вид меню настроек при диагностической проверке

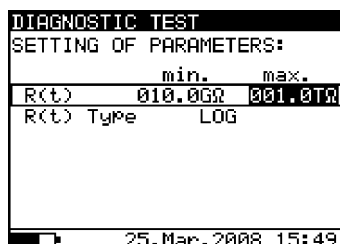


Рис. 21. Меню настроек функции R(t)

Примечания:

- Длительность графика **R(t)** равна значению таймера Time3.
- Значение таймера может быть большим (до 30 мин), поэтому для вывода графика на экран применяется специальный автоматический прореживающий алгоритм.
- Курсор на графике активируется с помощью клавиши $\leftarrow$.
- Движение курсора по графику осуществляется с помощью клавиш $\leftarrow$ и $\rightarrow$.

Внимание!

- См. раздел **Предупреждения** для изучения правил безопасности!

5.7 Проверка сопротивления изоляции пошагово изменяющимся напряжением

При выборе данной функции возможны следующие варианты индикации: первичное состояние и вывод результатов по окончании измерений. На Рис. 22 приведен вид экрана при отключенной функции R(t).

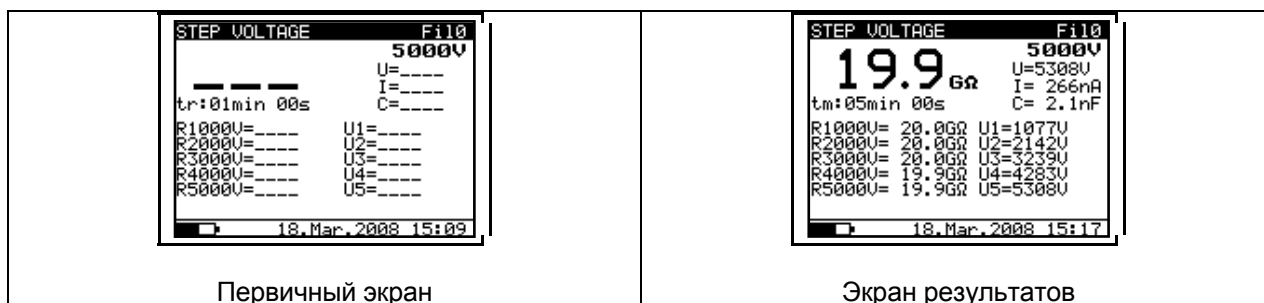


Рис. 22. Отображение функции проверки сопротивления изоляции при пошаговом изменении напряжения при отключенной функции **Graph R(t)**

На рисунке 20 приведены состояния дисплея при активированной функции Graph R(t). При активированной функции Graph R(t) в первичном состоянии и после завершения измерений возможно переключение между цифровым и графическим представлением результатов посредством нажатия клавиш $\uparrow$ или $\downarrow$:

- $\uparrow$ графический режим
- $\downarrow$ текстовый режим

Примечание:

- В процессе измерений переключение между режимами невозможно!!!

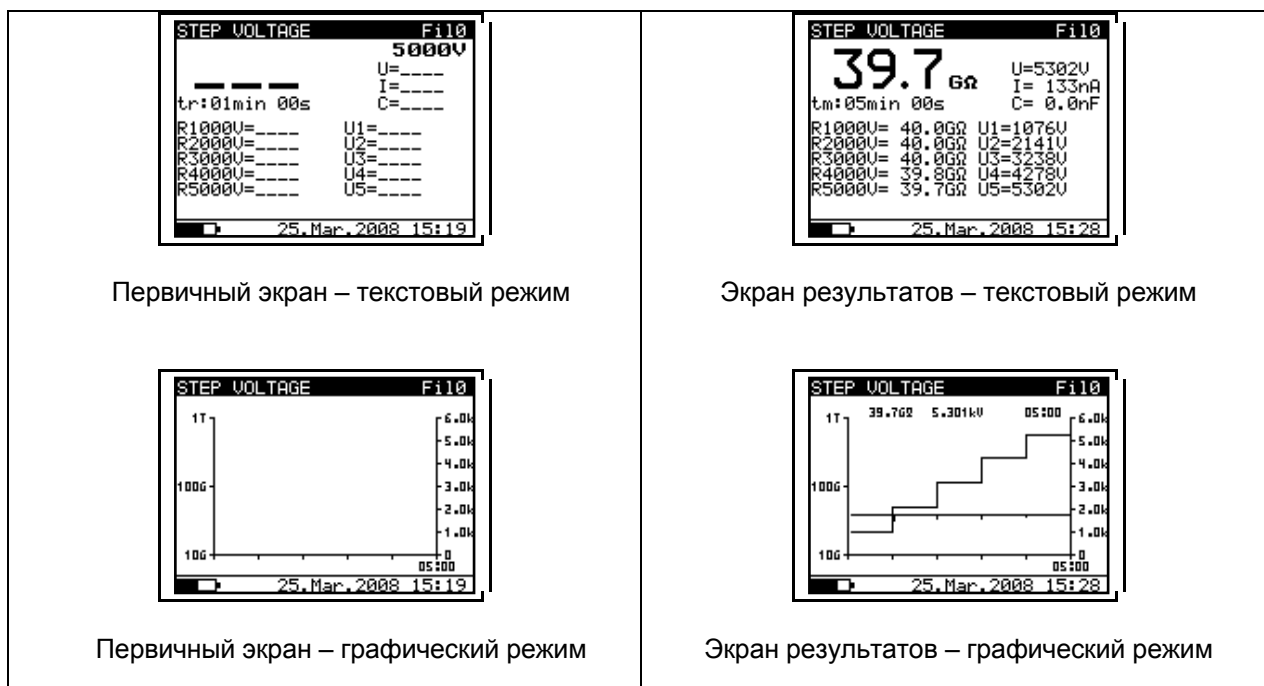


Рис. 23. Отображение функции проверки сопротивления изоляции при пошаговом изменении напряжения при включенной функции **Graph R(t)**

Изоляция проверяется на пяти равных отрезках времени с измерительным напряжением, начиная от величины, равной одной пятой конечного значения, до конечного значения (см. рисунок 24). Данная функция показывает зависимость измеренного сопротивления изоляции от измерительного напряжения.

Порядок выполнения измерений:

- Подсоедините измерительные провода к прибору и объекту измерений.
- Нажмите клавишу **START/STOP** для начала измерений.
- Дождитесь истечения времени таймера и отображения результатов.
- Дождитесь разряда объекта измерений
- Результат может быть сохранен двойным нажатием клавиши **MEM**, как описано в разделе 6.1. *Сохранение, вызов и удаление результатов.*

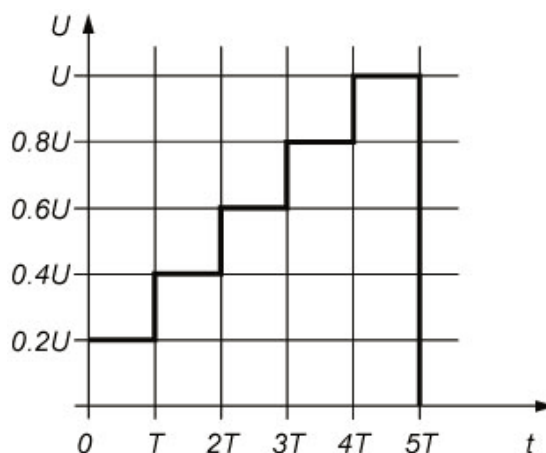


Рис. 24. Пошаговое изменение напряжения

Условные обозначения:

5.7.1 STEP (ПОШАГОВОЕ)	Название выбранной функции
Fi10 (Fi11, Fi12, Fi13)	Тип активного фильтра, см. раздел 5.3. Конфигурация
5000V	Значение испытательного напряжения – шаг 125 В
U=5308V	Измеренное значение испытательного напряжения
I=266nA	Измеренное значение испытательного тока
19.9GOM	Результат измерения сопротивления изоляции
C=1.2nF	Емкость объекта измерений
Tm:05min 00s	Длительность измерений
R1000V=20.0GQ	Последний результат 1 ^{го} этапа
R2000V=20.0GQ	Последний результат 2 ^{го} этапа
R3000V=20.0GQ	Последний результат 3 ^{го} этапа
R4000V=19.9GQ	Последний результат 4 ^{го} этапа
R5000V=19.9GQ	Последний результат 5 ^{го} этапа
U1=1077V	Напряжение 1 ^{го} шага
U2=2142V	Напряжение 2 ^{го} шага
U3=3239V	Напряжение 3 ^{го} шага
U4=4283V	Напряжение 4 ^{го} шага
U5=5308V	Напряжение 5 ^{го} шага

Примечания

- Информация таймера отображается от начала измерений до окончания каждого шага.
- Информация об общей длительности измерения отображается после его окончания.
- В процессе измерения на экране отображается знак, предупреждающий о наличии высокого напряжения, для оповещения оператора о возможном присутствии опасного напряжения.
- Значение емкости измеряется во время окончательного разряда объекта измерений.

Установка параметров для испытания пошагово изменяющимся напряжением:

- Нажмите клавишу **SELECT**, на экране появится меню настроек, см. рисунок 25.
- Выберите параметр (строку) для установки, используя клавиши $\uparrow$ и $\downarrow$;
- Отрегулируйте значение, используя клавиши $\leftarrow$ и $\rightarrow$.
- Завершите регулировку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений). Сохранятся последние отображенные установки.

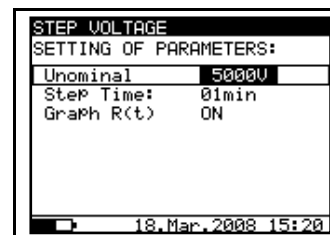


Рис. 25. Меню настроек при испытании пошаговым напряжением

Условные обозначения:

STEP VOLTAGE (ПОШАГОВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ)		Название выбранной функции
УСТАНАВЛИВАЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ:		
Unominal	5000V	Значение измерительного напряжения – шаг 125 В
Step Time (Время шага)	01min	Длительность измерения одного шага
Graph R(t)	ON	Включение / выключение функции Graph R(t)

Примечание:

- Максимальное значение времени шага равно 30 мин.

Включение / выключение функции graph R(t) и установка параметров в функции пошагового напряжения:

- Нажмите клавишу **SELECT**, на экране появится меню настроек, как показано на **Рис. 26**.
- Выберите параметр **Graph R(t)**, используя клавиши $\uparrow$ и $\downarrow$;
- Включите/отключите функцию **Graph R(t)**, используя клавиши $\leftarrow$ и $\rightarrow$.
- Нажмите клавишу **SELECT** для установки параметров **Graph R(t)**, как показано на Рис. 27. Для возврата в основное меню настроек функции **Step Voltage** нажмите клавишу **ESC**.
- Завершите регулировку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений). Сохранятся последние отображенные установки

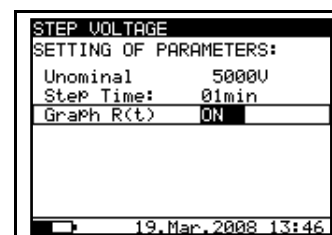


Рис. 26. Меню настроек в режиме пошагового изменения сопротивления

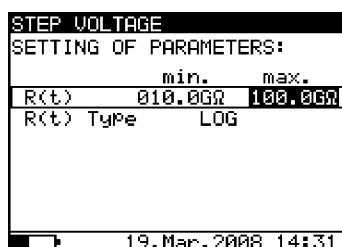


Рис. 27. Меню установок функции $R(t)$

Примечания:

- Время измерения зависимости $R(t)$ равно значению времени шага, умноженному на 5.
- Значение таймера может быть довольно большим (до 150 минут), поэтому применяется специальный алгоритм для вывода зависимости $R(t)$ на экран.
- Курсор функции $R(t)$ можно активировать нажатием клавиши $\leftarrow$
- Курсор функции $R(t)$ можно перемещать клавишами $\leftarrow$ и $\rightarrow$.

Внимание!

- См. раздел **Предупреждения** для изучения правил безопасности!

5.8 Высоковольтные испытания

Данная функция позволяет проверять напряжение, выдерживаемое изоляционным материалом. Она содержит два типа испытаний:

- Проверка напряжения пробоя высоковольтных устройств, например, выпрямителей.
- Проверка электрической прочности изоляции.

Обе функции требуют определения тока пробоя. Измерительное напряжение в течение предустановленного времени возрастает шаг за шагом, от начального до конечного значения, и удерживается на конечном значении в течение временного промежутка, также заданного заранее, как показано на **рисунке 28**.

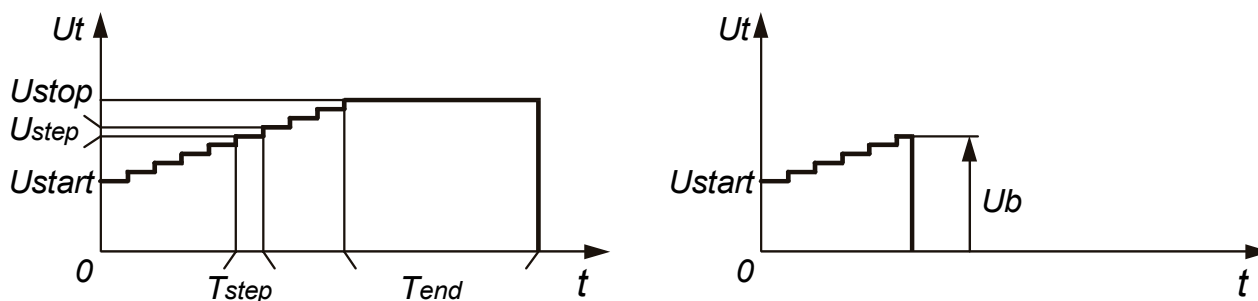


Рис. 28. Вид измерительного напряжения без пробоя (слева) и с пробоем (справа)

U_t Измерительное напряжение
 U_{stop} ... Конечное значение измерительного напряжения
 U_{step} ... Шаг напряжения, равный примерно 25 В (фиксированное значение – не регулируется)
 U_{start} .. Первичное измерительное напряжение
 T_{step} Время шага
 T_{end} Время действия испытательного напряжения, достигшего конечного значения
 t Время
 U_b Напряжение пробоя

При выборе данной функции могут быть отображены следующие состояния: первичное состояние и вывод результатов по окончании измерений (*рис. 29*).

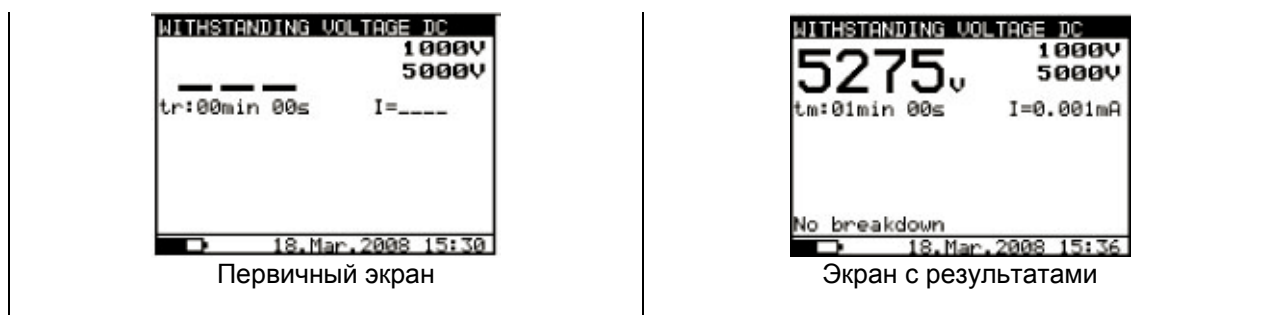


Рис. 29. Вид экрана при высоковольтных испытаниях

Условные обозначения:

WITHSTANDING VOLTAGE DC (Высоковольтные испытания)	Название выбранной функции
1000 V	Начальное измерительное напряжение
5000 V	Конечное измерительное напряжение
5275 V	Измеренное значение испытательного напряжения
1=0.001 mA	Измеренное значение испытательного тока
tm:01 min 00 s	Значение таймера

Порядок выполнения измерений:

- Подсоедините измерительные провода к прибору и объекту измерений.
- Нажмите клавишу **START/STOP** для начала измерений.
- Дождитесь истечения времени таймера или пока случится пробой, (отображения результатов).
- Дождитесь разряда объекта измерений.
- Результат может быть сохранен двойным нажатием клавиши **MEM**, как описано в разделе 6.1. *Сохранение, вызов и удаление результатов*.

Примечание:

Пробой определяется, когда измеренный ток достигает или превышает установленный уровень I_{trig} .

Примечания:

- Таймер отражает время, необходимое для выполнения каждого шага измерений и общую продолжительность измерений после их выполнения.
- Знак предупреждения о высоком напряжении высвечивается на экране в процессе измерений, для оповещения оператора о потенциально опасном напряжении.

Условные обозначения:

WITHSTANDING VOLTAGE DC (Высоковольтные испытания)		Название выбранной функции
УСТАНОВЛИВАЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ:		
Ustart	1000 V	Начальное измерительное напряжение, шаг 25 В
Ustop	5000 V	Конечное измерительное напряжение, шаг 25 В
Tstep	00 min 00 s	Время шага
Tend	01 min 00 s	Длительность действия напряжения, достигшего конечного значения
Itrigg	1.000 mA	Установленный ток утечки, шаг = 10 мкА

Установка параметров для высоковольтного испытания:

Нажмите клавишу **SELECT**, (на экране появится меню настроек, см. **рисунок 30**);

- Выберите параметр (строку) для установки, используя клавиши $\uparrow$ и $\downarrow$;

Отрегулируйте значение, используя клавиши $\leftarrow$ и $\rightarrow$.

Переход к следующему подпараметру осуществляется нажатием клавиши **SELECT** (при наличии 2-х или более подпараметров) и повторите установку.

Завершите регулировку значений, нажав клавишу **ESC** или **START/STOP** (для непосредственного начала измерений). Сохранятся последние отображенные установки.

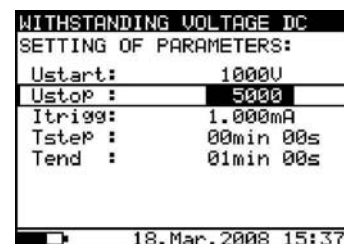


Рис. 30. Меню настроек

Примечания:

Tstep и Tend - независимые таймеры. Максимальное время для каждого из них равно 30 мин 60 с. Tend стартует по окончании периода изменения. Период изменения может быть вычислен по формуле:

$$Tramp \approx Tstep \cdot (Ustop - Ustart) / 25 \text{ В}$$

Если Tstep установлено на 00 мин 00 сек, тогда изменение напряжения увеличивается примерно на 25 В за 2 сек.

Внимание!

- См. раздел **Предупреждения** для изучения правил безопасности!

6 Работа с результатами измерений

6.1 Сохранение, вызов и удаление результатов

Прибор обладает возможностью сохранения результатов в памяти. Это необходимо для обеспечения возможности проведения измерений с последующим вызовом результатов, выполнения их анализа и печати, а также передачи на компьютер для последующей обработки.

После нажатия клавиши **MEM**, вид меню будет соответствовать показанному на **рис. 31**. Предлагаются опции сохранения, вызова и удаления.

SAVE	CLR	RCL	nnnn
------	-----	-----	------

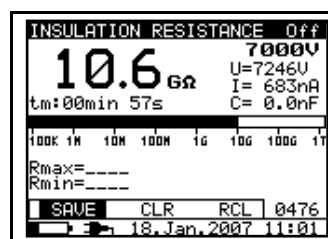


Рис. 31. Меню сохранения

Примечания:

Символы **nnnn** отображают порядковый номер сохраняемого результата.

С помощью клавиш ← и → можно выполнить следующие действия:

- **Сохранить результат:** Выберите **SAVE** (СОХРАНИТЬ) и подтвердите операцию нажатием клавиши **MEM**. Если активна функция R(t), то график будет автоматически сохранен с основным результатом измерения.
- **Выбор сохраненного результата:** Выберите **RCL** (Вызов) и подтвердите операцию нажатием клавиши **MEM**, при этом будет отображен последний результат. Верхняя строка меню изменится на:

Вызов результата без вывода графика R(t):

Recall: 0006

Вызов результата с выводением графика R(t):

Recall: 0007 G

“0006” и “0007” означают порядковый номер сохраненного результата. Буква «G» символизирует график R(t), если он активирован. Результаты можно прокручивать с помощью клавиш ↑ и ↓. Для того, чтобы просмотреть график R(t), нажмите клавишу **SELECT**, для возврата к текстовому представлению результатов нажмите **ESC**. Выход из меню просмотра - клавиша **ESC** или **Start**.

- **Для удаления последнего сохраненного результата:** выберите **CLR** и подтвердите выбор нажатием **MEM**.

Для полного стирания памяти см. раздел **4.2. Configuration (Конфигурация)**. Кроме основного результата, сохраняются также промежуточные результаты и параметры выбранной функции. Ниже приведен перечень данных, сохраняемых для каждой функции.

Функция	Перечень сохраненных данных
Voltage (Напряжение)	Наименование функции Измеренное напряжение Частота измеренного напряжения Порядковый номер сохраненного результата Дата * Время *
Insulation resistance (Сопротивление изоляции)	Наименование функции Измеренное значение сопротивления изоляции Установленное испытательное напряжение Измеренное значение испытательного напряжения Измеренное значение испытательного тока Емкость объекта измерений Длительность измерения Максимальное значение измеренного сопротивления Минимальное значение измеренного сопротивления Порядковый номер сохраненного результата Дата * Время *
Diagnostic test (Диагностическая проверка)	Наименование функции Последнее измеренное сопротивление изоляции Установленное испытательное напряжение Измеренное значение испытательного напряжения Измеренное значение испытательного тока Емкость объекта измерений Длительность измерений Значение сопротивления изоляции, измеренное при T1 Значение сопротивления изоляции, измеренное при T2 Значение сопротивления изоляции, измеренное при T3 Значение DAR Значение PI Значение DD Порядковый номер сохраненного результата Дата * Время *
Withstanding voltage DC (Высоковольтные испытания)	Наименование функции Последнее измеренное значение испытательного напряжения Установленное начальное напряжение Установленное конечное напряжение Установленное предельное значение тока утечки Измеренное значение испытательного тока Установленный шаг времени измерения Установленное время окончания Фактическое время измерения (при окончательном измерительном напряжении) Порядковый номер сохраненного результата Дата * Время *

Step voltage (Пошаговое изменение напряжения)	Наименование функции
	Последнее измеренное сопротивление изоляции
	Установленное испытательное напряжение
	Измеренное значение испытательного напряжения
	Измеренное значение испытательного тока
	Емкость объекта измерений
	Длительность измерений
	Сопротивление, измеренное на первом этапе при своем номинальном напряжении
	Измеренное значение испытательного напряжения на первом этапе
	Сопротивление, измеренное на втором этапе при своем номинальном напряжении
	Измеренное значение испытательного напряжения на втором этапе
	Сопротивление, измеренное на третьем этапе при своем номинальном напряжении
	Измеренное значение испытательного напряжения на третьем этапе
	Сопротивление, измеренное на четвертом этапе при своем номинальном напряжении
	Измеренное значение испытательного напряжения на четвертом этапе
	Сопротивление, измеренное на последнем этапе при номинальном напряжении
	Измеренное значение испытательного напряжения на последнем этапе
	Порядковый номер сохраненного результата
	Дата *
	Время *

Примечание:

- *Дата и время **сохранения** результатов передаются на ПК, в то время как дата и время **выбора** отображаются при выводе их на экран прибора.

6.2 Передача данных на ПК

Сохраненные результаты могут быть переданы на ПК. Специальное программное обеспечение – **TeraLink PRO** обладает возможностью определения прибора и загрузки данных.

Передача сохраненных данных:

- Подключите COM - разъем ПК к прибору, используя кабель RS232 или USB
- Включите ПК и прибор.
- В меню КОНФИГУРАЦИЯ прибора (раздел 4.2), установите вид соединения (RS232 или USB) и скорость передачи данных. Далее необходимо выйти из меню КОНФИГУРАЦИЯ нажатием клавиши ESC.
- Запустите на ПК программу **TeraLink PRO**. Выберите порт связи и скорость передачи данных (Configuration / Com Port). При выборе порта связи можно воспользоваться функцией автоматического поиска **Auto Find**. Если функция **Auto Find** не сработала в первый раз, попробуйте снова.
- ПК и прибор должны автоматически определить друг друга.

Программа **Teralink** предоставляет следующие возможности:

- загрузка данных;
- их удаление и хранение;
- изменение и загрузка пользовательских данных;
- подготовка простого отчета измерений;
- подготовка файла для представления в виде электронной таблицы.

Программа **Teralink-PRO.exe** совместима с **Windows 2000/XP/VISTA™**.

7 Обслуживание

7.1 Осмотр

Для обеспечения безопасности и надежности функционирования прибора, рекомендуется проводить регулярный осмотр прибора. Убедитесь в том, что прибор и его принадлежности не повреждены. При выявлении дефектов, необходимо обратиться в сервисный центр, к дистрибьютору или производителю.

7.2 Первоначальная установка и зарядка батарей

Батарейный отсек располагается в нижней части корпуса прибора и закрыт крышкой (см. **Рис. 32**). При первоначальной установке батарей необходимо:

- ♦ Отсоединить все принадлежности и кабель питания от прибора, перед открытием крышки отсека батарей, во избежание электрического удара.
- ♦ Снять крышку отсека батарей.
- ♦ Правильно установить батареи (см. рисунок 32), в противном случае прибор не будет работать!
- ♦ После вышеперечисленного крышка отсека батарей должна быть установлена обратно и закреплена.

Подключите прибор к источнику питания на 14 часов, для полного заряда батарей (типовой ток заряда равен 300 мА).

По окончании первичного заряда батарей, обычно необходимо 3 цикла заряда - разряда для выработки максимальной емкости батарей.

7.3 Замена и зарядка батарей

Конструкция прибора предусматривает питание от аккумуляторных батарей, заражаемых от сети. ЖК экран отображает индикатор состояния батарей (в нижней левой части экрана). При появлении индикатора низкого заряда, подключите прибор к источнику питания на 14 часов для перезаряда батарей. Типовой ток заряда равен 300 мА.

Примечание:

- У оператора нет необходимости отключать прибор от источника питания после окончания цикла перезарядки. Прибор может быть подключен постоянно.

Полного заряда аккумуляторных батарей достаточно для питания прибора в течение 4 часов (при измерениях при 5 кВ)

Если батареи хранились в течение длительного времени, обычно необходимо 3 цикла заряда - разряда для выработки максимальной емкости батарей.

Батарейный отсек располагается в нижней части корпуса прибора и закрыт крышкой (см. **Рис. 32**).

При неисправности батарей необходимо проделать следующее:

- ♦ **Выключите питание и отсоедините все принадлежности и кабель питания, перед открытием крышки отсека батарей, во избежание удара электрическим током.**
- ♦ **Снимите крышку отсека батарей.**
- ♦ **Замените все шесть элементов питания на аналогичные.**
- ♦ **Правильно установить батареи (см. рисунок 32), в противном случае прибор не будет работать!**
- ♦ **Крышка отсека батарей должна быть установлена обратно и закреплена.**
- ♦ **Прибор будет работать от сети только при наличии аккумуляторных батарей внутри.**

Номинальное напряжение питания равно 7.2 В постоянного тока. Используйте шесть NiMH элементов питания, размер которых соответствует IEC LR14 (габариты: диаметр = 26 мм, высота = 46 мм). См. **Рис. 32**, приведенный ниже, для правильного выбора полярности при установке батарей.

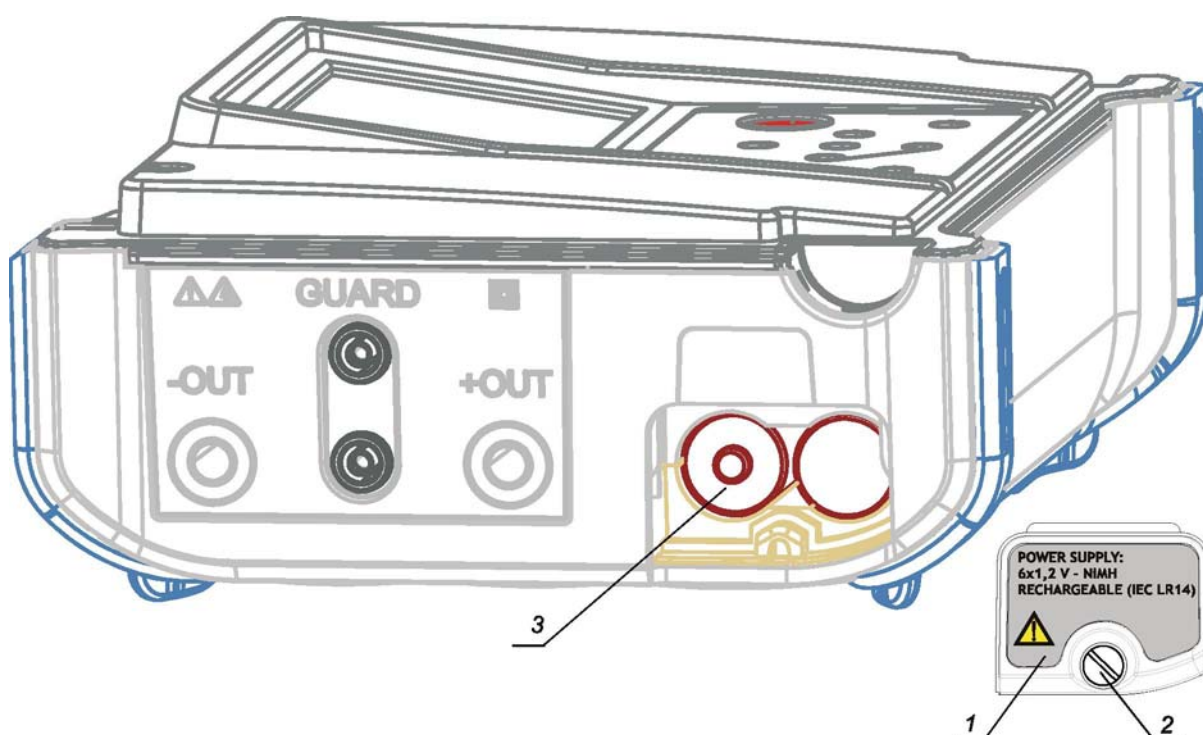


Рис. 32. Правильно установленные батареи

- 1 Крышка отсека батарей.
- 2 Винт (необходимо выкрутить для замены батарей).
- 3 Правильно установленные батареи.

Руководствуйтесь указаниями производителя при обращении с батареями и их обслуживании.



**ОТСОЕДИНИТЕ ВСЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА И
ВЫКЛЮЧИТЕ ПРИБОР ПЕРЕД СНЯТИЕМ КРЫШКИ
ОТСЕКА БАТАРЕЙ! ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!**

7.4 Чистка

Используйте мягкую ткань, слегка смоченную мыльной водой или спиртом, для очистки поверхности прибора, и оставьте прибор до полного высыхания перед тем, как его использовать.

Примечания!

- Не используйте жидкости на основе бензина или углеводорода!
- Не проливайте очищающую жидкость на прибор!

7.5 Калибровка

Все измерительные приборы подлежат обязательной калибровке. При редком использовании рекомендуется ежегодное выполнение калибровки. При продолжительном ежедневном использовании прибора, рекомендуется выполнение калибровки каждые 6 месяцев.

7.6 Сервис

Для выполнения гарантийного или послегарантийного ремонта, обращайтесь к Вашему поставщику.

8 Технические характеристики

8.1 Измерения

Примечание: Все данные о погрешности приведены для номинальных (рекомендованных) условий применения.

Сопротивление изоляции

Номинальное измерительное напряжение: от 250 В до 5 кВ, шаг 25 В

Ток измерительного генератора: >1 мА;

Измерительный ток КЗ: 5 мА ± 10 %.

Автоматический разряд объекта измерений: да

Диапазон измерений R_{из}: от 0.12 МОм до 10 ТОм*)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0 ... 999 кОм	1 кОм	±(5 % от показаний + 3 емр*)
1,00 ... 9,99 МОм	10 кОм	
10,0 ... 99,9 МОм	100 кОм	
100 ... 999 МОм	1 МОм	
1,00 ... 9,99 ГОм	10 МОм	
10,0 ... 99,9 ГОм	100 МОм	
100 ... 999 ГОм	1 ГОм	
1,00 ... 10,00 ТОм	10 ГОм	±(15 % от показаний + 3 емр)

*емр – единица младшего разряда.

** Значение полной шкалы сопротивления изоляции определяется из следующего уравнения: $R_{\text{полной шкалы}} = 2 \text{ ГОм} \cdot U_{\text{изм}}[\text{В}]$

Измерительное напряжение постоянного тока:

Значение напряжения: от 250 В до 5 кВ.

Погрешность : -0 / +10 % + 20 В.

Выходная мощность: 5 Вт макс.

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0 ... 5500 В	1 В	±(3 % от показаний + 3 В)

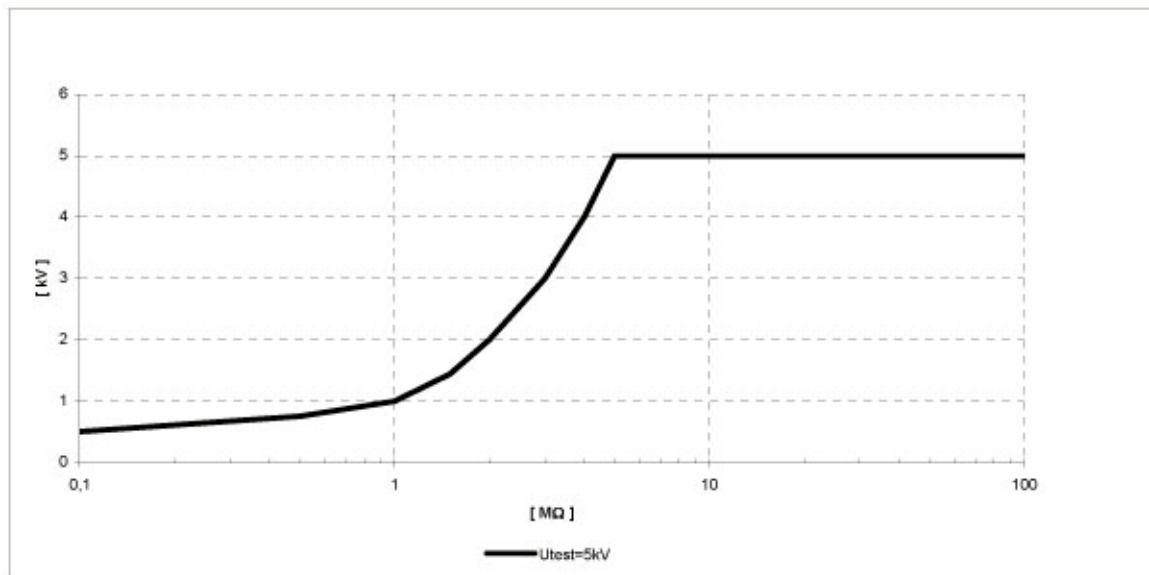
Ток:

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
1,0 ... 5,50 мА	10 мкА	±(5 % от показаний + 0.05 нА)
100 ... 999 мкА	1 мкА	
10,0 ... 99,9 мкА	100 нА	
1,00 ... 9,99 мкА	10 нА	
100 ... 999 нА	1 нА	
10,0 ... 99,9 нА	0,1 нА	
0,00 ... 9,99 нА	0,01 нА	

Подавление тока шума (резистивная нагрузка)

Фильтр	Максимальный ток при 50 Гц (мА, среднеквадратический).
Fil0	1.5
Fil1	2.5
Fil2	4.5
Fil3	5

Зависимость производительности генератора от сопротивления



Коэффициент диэлектрического поглощения DAR

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0,01 ... 9,99	0,01	$\pm(5\% \text{ от показаний} + 2 \text{ емр})$
10,0 ... 100,0	0,1	$\pm 5\% \text{ от показаний}$

Индекс поляризации PI

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0,01 ... 9,99	0,01	$\pm(5\% \text{ от показаний} + 2 \text{ емр})$
10,0 ... 100,0	0,1	$\pm 5\% \text{ от показаний}$

Диэлектрический разряд DD

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0,01 ... 9,99	0,01	$\pm(5\% \text{ от показаний} + 2 \text{ емр})$
10,0 ... 100,0	0,1	$\pm 5\% \text{ от показаний}$

Диапазон емкости при измерении DD: от 5 нФ до 50 мкФ.

Пошаговое изменение напряжения

Измерительное напряжение постоянного тока:

Значение напряжения: Любое значение до 1000 В (200 В, 400 В, 600 В, 800 В, 1000 В) и 5 кВ (1000 В, 2000 В, 3000 В, 4000 В, 5000 В), с шагом 125 В.

Погрешность: -0 / +10 % + 20 В.

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0 ... 5500 В	1 В	$\pm(3 \% \text{ от показаний} + 3 \text{ В})$

Высоковольтные испытания

Измерительное напряжение постоянного тока:

Значение напряжения: от 250 В до 5 кВ, шаг 25 В.

Погрешность: -0 / +10 % + 20 В.

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0 ... 5500 В	1 В	$\pm(3 \% \text{ от показаний} + 3 \text{ В})$

Ток утечки Itrigg

Диапазон измерения (мА)	Разрешение (мкА)	Погрешность измерений
0,000 ... 0,009	1	$\pm(3 \% \text{ от показаний} + 3 \text{ епр})$
0,01 ... 5,50	10	$\pm 3 \% \text{ от показаний}$

Напряжение

Напряжение переменного или постоянного тока

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0 ... 600 В	1 В	$\pm(3 \% \text{ от показаний} + 4 \text{ В})$

Частота внешнего напряжения

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0 и 45 ... 65 Гц	0.1 Гц	$\pm 0.2 \text{ Гц}$

Примечание:

- При частоте от 0 до 45 Гц отображается <45 Гц
- При частоте более 65 Гц отображается >65 Гц
- при напряжении менее 10 В отображается ---

Сопротивление на входе: 3 МОм $\pm 10 \%$ **Емкость**

Диапазон измерения C: 50 мкФ*

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность измерений
0,0 ... 99.9 нФ	0.1 нФ	$\pm(5 \% \text{ от показаний} + 4 \text{ нФ})$
100 ... 999 нФ	1 нФ	
1,00 ... 50,00 мкФ	10 нФ	

C измеряется при R > 5 Мом

*Значение полной шкалы емкости определяется следующим уравнением:

$$C_{\text{полной шкалы}} = 10 \text{ мкФ} * U_{\text{изм}}[\text{кВ}]$$

8.2 Общие характеристики

Питание	7.2 V _{DC} (6 × 1.2V NiMH IEC LR14)
Питание от сети	90 ... 260 В пер. тока, 45 ... 65 Гц, 60 ВА
.....	(300 В KAT III)

Класс защиты от поражения эл. током	двойная изоляция
Категория перенапряжения	KAT IV 600 В
Уровень загрязнения	2
Степень защиты	IP 44 при закрытом кейсе
Габариты (ш × в × г)	31 x 13 x 25 см
Вес (с батареями, без принадлежностей) ..	3 кг
Визуальный и звуковой сигнал	да
Экран	ЖК матричный экран с подсветкой - (160x116)
Память	Долговременная внутренняя память, 1000 измерений с временем и датой.

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Диапазон рабочих температур	-10 ... 50 °C
Номинальная (рекомендованная) температура	10 ... 30 °C
Температура хранения	-20 ... +70 °C.
Макс. относительная влажность	90% RH (0 ... 40 °C), без конденсата
Номинальная (рекомендованная) влажность	40 ... 60 % RH
Номинальная высота над уровнем моря ...	до 2000 м

АВТОКАЛИБРОВКА

Автокалибровка системы измерений	каждый раз после включения прибора
--	------------------------------------

СИСТЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Два безопасных разъема типа «банан»	+OUT, -OUT (10 кВ KAT I, Базовые)
Два ЗАЩИТНЫХ разъема типа «банан»	GUARD (600 В KAT IV, Двойные)
Защитное сопротивление	200 кОм ± 10 %

РАЗРЯД

Каждый раз по окончании измерений.	
Разрядное сопротивление:	300 кОм ± 10 %

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ RS 232

Соединение RS 232	гальванически развязанный
Скорость передачи данных:	4800, 9600, 19200 кбит/с, 1 стоповый бит, нечетный.
Разъем:	стандартный RS232 9-штыревой, типа D «мама».

USB

Пассивное соединение USB гальванически развязанное

Скорость передачи данных 115000 кбит/с,

Разъем стандартный USB - тип B.

ЧАСЫ

Встроенные часы

Отображаются постоянно; значения сохраняются с каждым результатом соответственно.

