



MIC-15k1

ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИИ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 1.05 мар.2023г.

1	БЕЗОПАСНОСТЬ	4
2	НАСТРОЙКА ИЗМЕРИТЕЛЯ	5
3	ИЗМЕРЕНИЯ.....	9
3.1	Измерение сопротивления изоляции	9
3.1.1	Измерение двухпроводным методом	10
3.1.2	Измерение трёхпроводным методом.....	14
3.1.3	Измерение поверхностного и поперечного сопротивления изолятора – режим Sr	16
3.1.4	Измерение нарастающим напряжением - SV.....	18
3.1.5	Измерение плавно нарастающим напряжением - RT.....	20
3.2	Локализация повреждения (🔥 дожигание)	22
3.3	Коэффициент диэлектрического разряда - DD	24
3.4	Индикатор частичных разрядов	26
3.5	Дистанционное управление измерителем	26
3.6	Измерение токов поляризации и деполяризации PDC	27
3.7	Определение длины измеряемой кабельной линии.....	29
3.8	Испытание на целостность брони кабеля – SN	30
4	ПАМЯТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	31
4.1	Распределение памяти	31
4.2	Запись результатов измерений в память.....	32
4.3	Просмотр содержимого памяти	33
4.4	Удаление сохранённых данных.....	34
4.4.1	Удаление Bank памяти.....	34
4.4.2	Удаление всей памяти	35
5	ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ.....	35
5.1	Комплект оборудования для работы с ПК	35
5.2	Передача данных по соединению USB	36
5.3	Передача данных с помощью модуля Bluetooth	36
6	ОБНОВЛЕНИЕ ПО	36
7	ПИТАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ	37

7.1	Контроль напряжения питания	37
7.2	Питание от аккумулятора	37
7.3	Зарядка аккумулятора	38
7.4	Питание от сети.....	38
7.5	Общие правила пользования Li-Ion аккумуляторами	39
8	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	39
8.1	Основные характеристики	39
8.1.1	Измерение напряжений переменного/постоянного тока.....	39
8.1.2	Измерение сопротивления изоляции	40
8.1.3	Измерение тока утечки.....	41
8.1.4	Измерение ёмкости	41
8.2	Дополнительные характеристики	41
8.3	Дополнительные данные	42
8.3.1	Дополнительные погрешности согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013:	42
9	КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	42
9.1	Стандартная комплектация	42
9.2	Дополнительная комплектация	43
10	ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА.....	43
11	УТИЛИЗАЦИЯ	44
12	СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ	44

1 БЕЗОПАСНОСТЬ

Цифровой мегаомметр типа MIC-15k1, предназначенный для испытаний электрической прочности изоляции электроустановок системы электроснабжения, а также измерения сопротивления изоляции кабельных линий, проводов, обмоток трансформаторов, двигателей, других электро- и телекоммуникационных установок. Максимальное измерительное напряжение составляет до 16,5 кВ постоянного тока ($15 \text{ кВ} + 0...10\%$) с диапазоном измеряемого сопротивления до 40 ТОм. Установка трёх интервалов времени позволяет автоматически рассчитывать коэффициент абсорбции (увлажнённости), поляризации (старения) и коэффициент разряда диэлектрика. В процессе измерения сопротивления изоляции происходит измерение ёмкости и тока утечки. Функция прожига позволит обнаружить место повреждения изоляции испытываемого объекта. Электромагнитные помехи, благодаря встроенному цифровому фильтру, не влияют на результат измерений.

Входы R_{ISO} имеют электронную защиту от перегрузки (например, на случай подключения к цепи под напряжением) до 1500 В в течение 60 секунд.

Все результаты измерений можно сохранить в памяти прибора с последующей передачей данных на компьютер.

Для того чтобы гарантировать правильную работу прибора и требуемую точность результатов измерений, необходимо соблюдать следующие рекомендации:



Перед работой с прибором необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Изготовителя.

Применение прибора, несоответствующее указаниям Изготовителя, может быть причиной поломки прибора и источником серьёзной опасности для Пользователя.

- Прибором могут пользоваться лица, имеющие соответствующую квалификацию и допуск к данным работам;
- Во время измерений Пользователь не может иметь непосредственного контакта с открытыми частями, доступными для заземления (например, открытые металлические трубы центрального отопления, проводники заземления и т.п.); для обеспечения хорошей изоляции следует использовать соответствующую спецодежду, перчатки, обувь, изолирующие коврики и т. д.;
- Нельзя касаться открытых токоведущих частей, подключенных к электросети;
- **Недопустимо применение:**
 - измерителя, повреждённого полностью или частично;
 - проводов с повреждённой изоляцией;
 - измерителя, продолжительное время хранившийся в неправильных условиях (например, в сыром или холодном помещении);
- Ремонт прибора может выполняться лишь авторизованным Сервисным Центром.



Не выполнять измерения во взрывоопасной среде (например, в присутствии горючих газов, паров, пыли и т.д.). Использование измерителя в таких условиях может вызвать искрение и взрыв.

Настоящее изделие относится к универсальным измерительным приборам для измерения и контроля электрических величин (напряжения, силы тока, сопротивления и мощности).



Надпись на дисплее **Err X** (где X – код ошибки) говорит о не исправности измерителя. Если после перезапуска ошибка остаётся активной, обратитесь в Сервисный Центр.

Символы, отображенные на приборе:



Кнопка для включения (ON) и выключения (OFF) питания измерителя.



Перед работой с прибором необходимо изучить данное Руководство, тщательно соблюдать правила защиты, а также рекомендации Изготовителя.



Измеритель защищён двойной и усиленной изоляцией.



15000V

Внимание, опасное напряжение на клеммах преобразователя.



Знак соответствия стандартам Европейского союза.



Измеритель, предназначенный для утилизации, следует передать Производителю. В случае самостоятельной утилизации ее следует проводить в соответствии с действующими правовыми нормами.

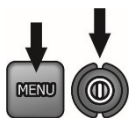


> 750B – Максимальное доступное напряжение на входе прибора не должно превышать 750 В переменного напряжения.

CAT IV 1000B $\neq$ Маркировка на оборудовании означает, что оно используется в сетях напряжением до 1000 В, относится к IV категории монтажа.

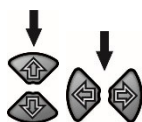
2 НАСТРОЙКА ИЗМЕРИТЕЛЯ

①



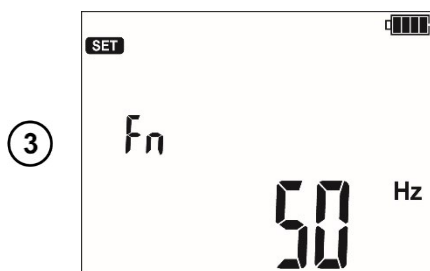
Включите прибор, удерживая нажатой клавишу **MENU** до появления на дисплее значка **SET**.

②

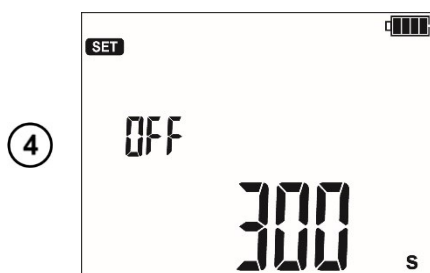


Клавишами **↑** и **↓** установите значение параметра, клавишами **←** и **→** перейдите к следующему параметру.

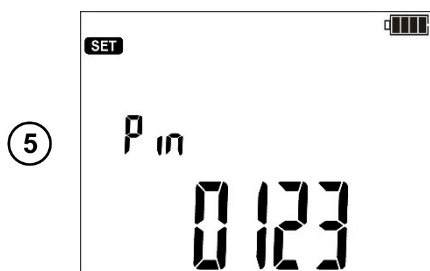
Порядок установки, следующий:



Номинальная частота сети (50 или 60 Гц).



Время до автоматического выключения (300 сек., 600 сек., 900 сек.) или его отсутствие (- - - -).



PIN-код, устанавливаемая цифра мигает.

Переход к следующей цифре клавишами **F3** и **F4**.

Тот же код необходимо ввести в **Sonel Reader** или в мобильном приложении **Sonel MIC Mobile** для беспроводной передачи данных. Он служит для предотвращения несанкционированного беспроводного подключения к измерителю третьих лиц.



Коэффициенты абсорбции R_{iso} : Ab1, Ab2 (**Ab**) или PI, DAR (**PI**).

Выбор одного из коэффициентов вызывает изменение времени t_1 , t_2 и t_3 на установленное по умолчанию: для коэффициентов **Ab1/Ab2** $t_1=15$ сек., $t_2=60$ сек., $t_3=0$, а для **PI/DAR** $t_1=30$ сек., $t_2=60$ сек., $t_3=0$).

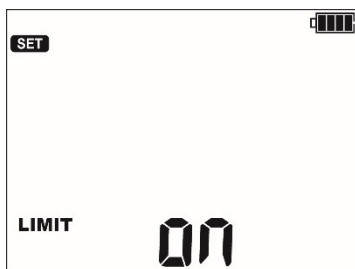


Настройка времени измерения тока утечки для функции **DD**.

Значение по умолчанию – 60 сек.

Данное значение можно изменить в диапазоне 60...5999 сек.

8



Включение (**on**) и выключение (**off**) установки лимитов.

Для состояния **on** появляются новые параметры для настройки.

- В режиме измерения сопротивления изоляции: лимит сопротивления R_{iso} .
- В режиме **RT**: конечное напряжение измерения U_{iso} , лимит тока утечки I_L .

9



Обновление программного обеспечения.

10



Включение (**on**) и отключение (**off**) звуковых сигналов.

11

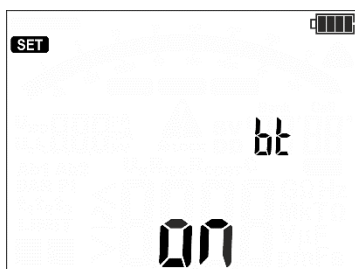


Точность задания измерительного напряжения:

- **Hi** – 0...5%,
- **Lo** – 0...10%.

Например, для настройки **Hi**, для измерительного напряжения **1000 В**, прибор генерирует напряжение около **1050 В**.

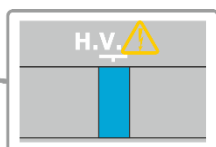
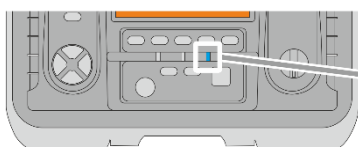
12



Беспроводная связь по Bluetooth:

- **off** – выключена,
- **on** – включена.

Когда связь включена, светодиод **HV** мигает **голубым** цветом.



13



Измерение ёмкости во время измерения:

- **OFF** – выключена,
- **ON** – включена.

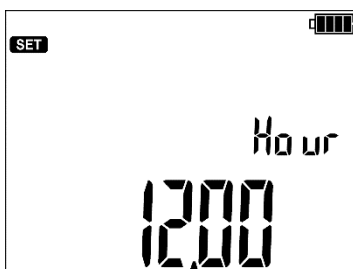
14



Способ запуска высоковольтного инвертора:

- **NORM RISE** - инвертор запускается нормально, в результате чего напряжение достигает номинального значения за несколько секунд,
- **FAST RISE** - инвертор взлетает быстро (в первые секунды измерения происходит небольшое увеличение напряжения), в результате чего номинальное напряжение становится доступным на клеммах в течение <350 мс с момента начала испытания.

15

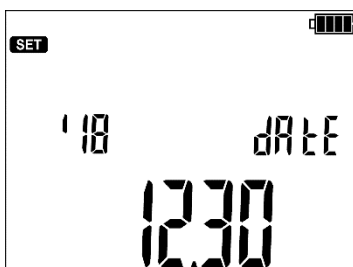


Текущее время:

Клавишами **←→** можно перейти от установки «часы : минуты» и наоборот.

Клавишами **↑↓** устанавливают значение.

16



Текущая дата (ГГ-ММ-ДД).

Клавишами **←→** можно перейти от установки «год : месяц : день».

Клавишами **↑↓** устанавливают значение.

17



Клавишей **ENTER** перейдите к экрану измерения, с сохранением настроек или



клавишей **ESC** перейдите к экрану измерения, без сохранения изменений.



Для восстановления заводских настроек нажмите и удерживайте кнопку  более 5 сек.

3 ИЗМЕРЕНИЯ

3.1 Измерение сопротивления изоляции



Измеряемый объект не должен находиться под напряжением.

Для измерительных проводов с номинальным напряжением 15 кВ (макс. 17 кВ) следует соблюдать особую осторожность – провода не следует держать в руках во время измерения.



В ходе измерения нельзя переключать диапазоны поворотным переключателем, так как это может привести к повреждению прибора и быть опасным для пользователя.

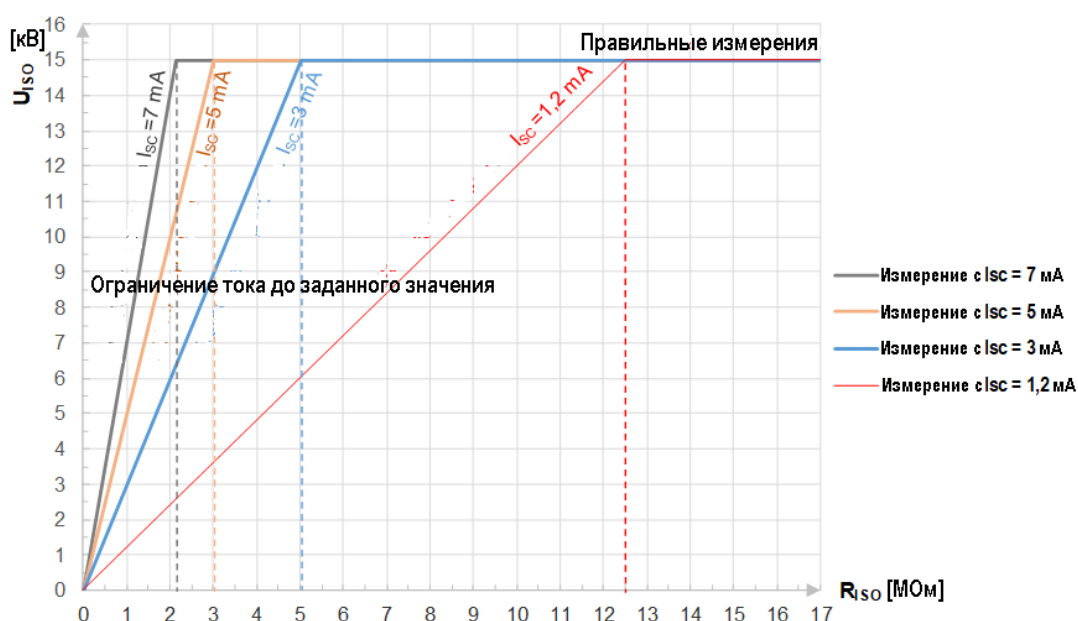
Во время измерения, особенно больших сопротивлений, необходимо следить, чтобы измерительные провода и зонды (зажимы «крокодил») не соприкасались друг с другом, так как в результате протекания поверхностных токов результат измерения может получить дополнительную погрешность.

Результат последнего измерения запоминается до тех пор, пока не будет перезаписан в связи с заполнением временной памяти измерителя.

Результат после измерения сохраняется на экране в течение 20 сек., после которых измеритель переходит в состояние готовности к последующим измерениям.

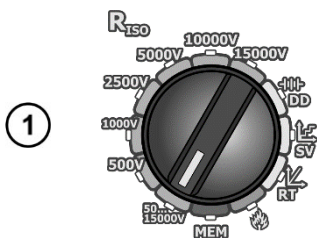
Последний результат можно вызвать с помощью кнопки ENTER, а также при повторном включении измерителя.

Выходной ток преобразователя I_{sc} ограничен до уровня 1,2 мА, 3 мА, 5 мА, 7 мА или 10 мА (10 мА доступен только для функции **Дожигание**). Включение ограничения тока сигнализируется непрерывным звуковым сигналом. Результат измерения является правильным, но на измерительных гнездах присутствует напряжение меньше, чем установленное. Ограничение тока происходит на первом этапе измерения в результате зарядки ёмкости тестируемого объекта.



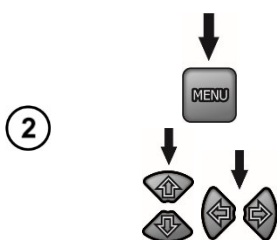
Фактическое напряжение измерения U_{iso} в функции измерения сопротивления изоляции R_{iso}
(для максимального измерительного напряжения)

3.1.1 Измерение двухпроводным методом



Установите поворотный переключатель режимов работы в одну из позиций R_{ISO} , выберите измерительное напряжение (в положении **50...15000V** выбирается с шагом в 10 В).

Прибор находится в режиме измерения напряжения.

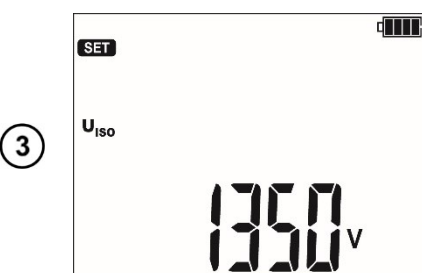


Нажимая клавишу **MENU** можно перейти к выбору времени для расчёта коэффициентов абсорбции (t_1 , t_2 , t_3), общему времени измерения t_n , измерительного тока I_{SC} и лимитов.

В положении переключателя **50...15000V** есть дополнительная возможность выбора измерительного напряжения U_{ISO} .

Клавишами $\uparrow$ и $\downarrow$ установите значение параметра, клавишами $\leftarrow$ и $\rightarrow$ перейдите к следующему параметру.

Порядок установки, следующий:



Измерительное напряжение U_{ISO}

Заданное напряжение также можно ввести с помощью кнопок:

F2 – с шагом 1000 В

F3 – с шагом 100 В

F4 – с шагом 10 В

Установка времени:

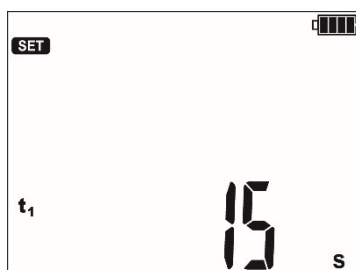
④

t_1 (1...600 сек.),

t_2 (1...600 сек., $t_2 > t_1$),

t_3 (1...600 сек., $t_3 > t_2$),

t_n (независимо от t_1 , t_2 и t_3 - 1 сек...99 мин. 59 сек.)

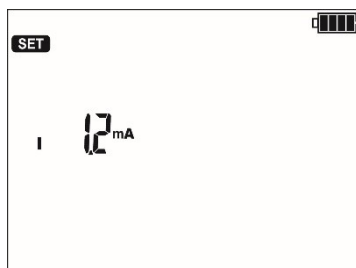


Установка времени $t_1...t_3$.



Установка времени t_n .

5



Ток I_{sc} :

- 1,2 мА;
- 3 мА;
- 5 мА;
- 7 мА.

6



Установка лимита.

Для R_{iso} лимитом является минимальное значение. Диапазон установки лимита возможна в диапазоне: от 1 кОм до 40 ТОм.

Значение лимита устанавливается клавишами $\uparrow$ и $\downarrow$. Поскольку прибор имеет много измерительных поддиапазонов, применяется алгоритм быстрого изменения значения вверх и вниз. При удерживании клавиши значение меняется очень быстро: сначала сотни, после 3 сек. десятки, после 3 сек. единицы и т. д. Установка лимита идёт по кругу. Разрешение устанавливаемого лимита соответствует данному поддиапазону.

Чтобы отключить лимит (отображается ---) нужно в положении 1 кОм нажать клавишу $\downarrow$ или в положении 40 ТОм клавишу $\uparrow$.

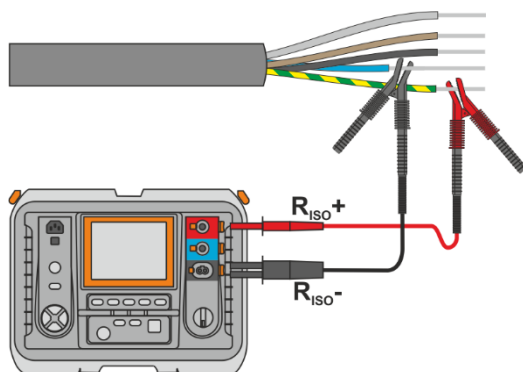
7



или

Нажатием клавиши **ENTER** сохраните изменения (подтверждается звуковым сигналом) или нажмите клавишу **ESC** для выхода из режима без изменения настроек.

8



Подключите измерительные провода согласно рисунку.

9



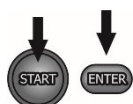
Надпись **READY** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

10

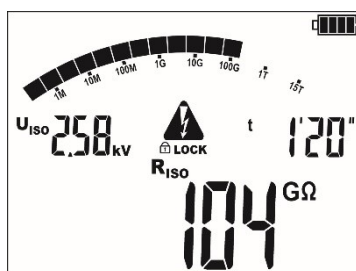


Нажмите и удерживайте клавишу **START** в течение 5 секунд. Это вызовет 5-секундный отсчёт, после которого измерение будет начато.

Измерение продолжается до момента достижения запрограммированного времени или нажатия клавиши **ESC**.



Для блокировки **START** при проведении измерения нажмите клавишу **ENTER**, удерживая нажатой клавишу **START** - появится символ **LOCK**, после чего можно отпустить клавиши. Чтобы прервать измерение в этом режиме нажмите клавишу **ESC**.



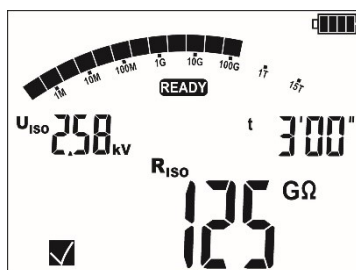
Изображение на дисплее во время измерения.

В процессе измерения клавишами и можно изменить отображение измерительного напряжения **U_{ISO}** на ток утечки **I_L**.

Прибор имеет улучшенный цифровой фильтр, обеспечивающий постоянство результатов в особенно сложных и нестабильных условиях измерения. При нажатой клавише **F1** до/во время измерения прибор производит расчёты с целью стабилизации колебаний результата измерения. Измеритель отображает отфильтрованные значения измерений в выбранном интервале времени. Выбор настройки фильтра осуществляется нажатием клавиши **F1**, т.е. при первом нажатии отображается отфильтрованный результат за последние 10 сек. (**F 10**), после второго нажатия за 30 сек. (**F 30**) и далее за 60 сек. (**F 60**), 100 сек. (**F 100**), 200 сек. (**F 200**), а затем фильтр будет отключен «--» (**F --**). Настройка фильтра происходит по кругу. Настройки фильтров автоматически удаляются после выключения и включения измерителя или при изменении режима работы поворотным переключателем.

Возможность настройки фильтра зависит от максимального времени измерения **t_n**, например: устанавливая **t_n = 20 сек.** можно настроить фильтр только на 10 сек.

11



После завершения измерения прочтите результат.

12



Клавишами **F3** и **F4** можно просматривать отдельные составляющие в порядке: $R_{ISO} \rightarrow I_L$ и $C \rightarrow R_{t1}$ и $I_{t1} \rightarrow R_{t2}$ и $I_{t2} \rightarrow R_{t3}$ и $I_{t3} \rightarrow Ab1(DAR) \rightarrow Ab2(PI) \rightarrow R_{ISO} \rightarrow$ лимит ... где: C – ёмкость тестируемого объекта.

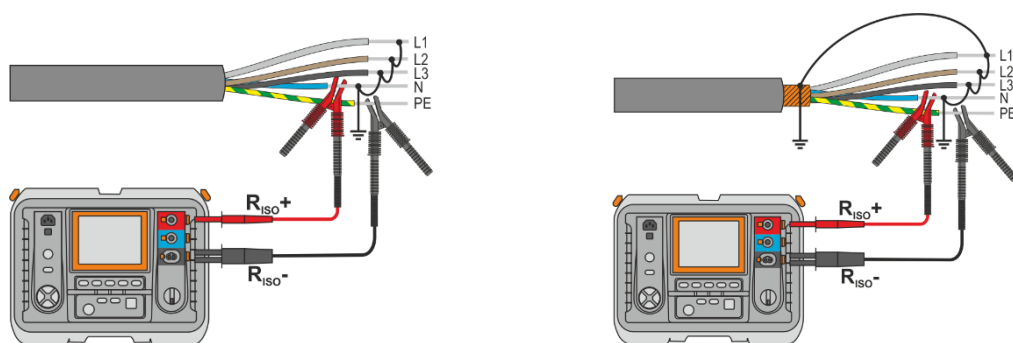


При измерениях сопротивления изоляции на зондах измерительных проводов присутствует опасное напряжение до 15000 В +(0...10%).

Категорически запрещается отключение измерительных проводов до завершения измерения сопротивления изоляции. Это создаёт опасность поражения высоким напряжением и исключает возможность снятия остаточного электрического заряда с измеряемого объекта.

- Выключение времени t_2 приводит также к отключению времени t_3 ;
- Секундомер обратного отсчёта времени измерения запускается в момент стабилизации напряжения U_{ISO} ;
- Сообщение **LIMIT !!** означает работу с ограничением тока преобразователя. Если это состояние сохраняется в течение 20 сек. измерение прерывается;
- Если измеритель не в состоянии зарядить ёмкость исследуемого объекта, то отображается надпись **LIMIT !!** и через 20 сек. измерение прерывается. Тогда, насколько это будет возможно, необходимо повысить величину тока I_{SC} и повторить измерение. Такая необходимость может возникнуть, например, в случае испытания электрических кабелей с большой ёмкостью;
- Короткий звуковой сигнал отмечает 5-секундные интервалы времени. Если таймер доходит до характерных точек (времени t_x), то в течение 1 сек. отображается обозначения этой точки и выдаётся длинный звуковой сигнал;
- Во время измерения горит жёлтый светодиод **H.V.**
- После окончания измерения происходит разряд ёмкости измеряемого объекта путём замыкания разъёмов R_{ISO+} и R_{ISO-} сопротивлением 255 кОм, при этом отображается напряжение на объекте и сообщение «diS».

В случае силовых электрических кабелей нужно измерять сопротивление изоляции между каждой жилой и остальными, накоротко замкнутыми и заземлёнными. В экранированном кабеле с ними также замыкается экран.



Дополнительная информация, отображаемая измерителем

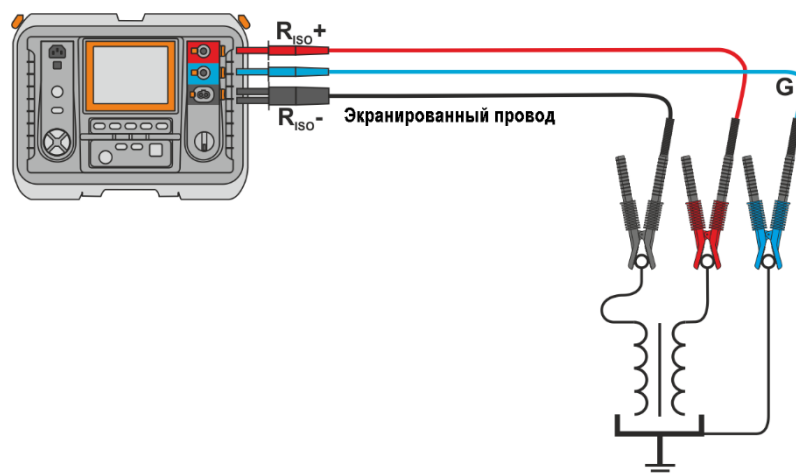
	Наличие напряжения на клеммах измерительного прибора.
NOISE!	На исследуемом объекте присутствует напряжение помех меньше 50 В постоянного тока или 1500 В переменного тока. Измерение возможно с учётом дополнительной погрешности.
LIMIT !	Включение токового ограничения. Появление символа сопровождается непрерывным звуковым сигналом.
H I L E	Пробой изоляции объекта, измерение прерывается. Надпись появляется после символа LIMIT ! , оставаясь в течение 20 сек. в режиме измерения, в случае, когда напряжение ранее достигло номинального уровня.
$U_n > 50$ В (для постоянного напряжения) или $U_n \sim > 1500$ В (для переменного напряжения) + двухтональный непрерывный звуковой сигнал + свечение красного светодиода	Во время измерения появилось напряжение или не удалось разрядить объект в течение 120 сек. После 5 сек. прибор возвращается в состояние по умолчанию – режим измерения напряжения.

3.1.2 Измерение трёхпроводным методом

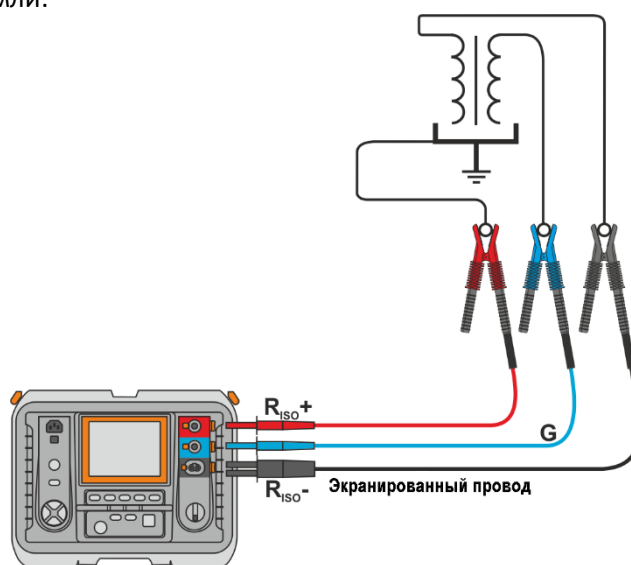
В трансформаторах, кабелях, изоляторах и т.п., присутствуют поверхностные сопротивления, которые могут повлиять на результат измерения. Для их устранения применяется трёхпроводное измерение, использующее гнездо **G** – GUARD.

Ниже представлены примеры использования данного метода:

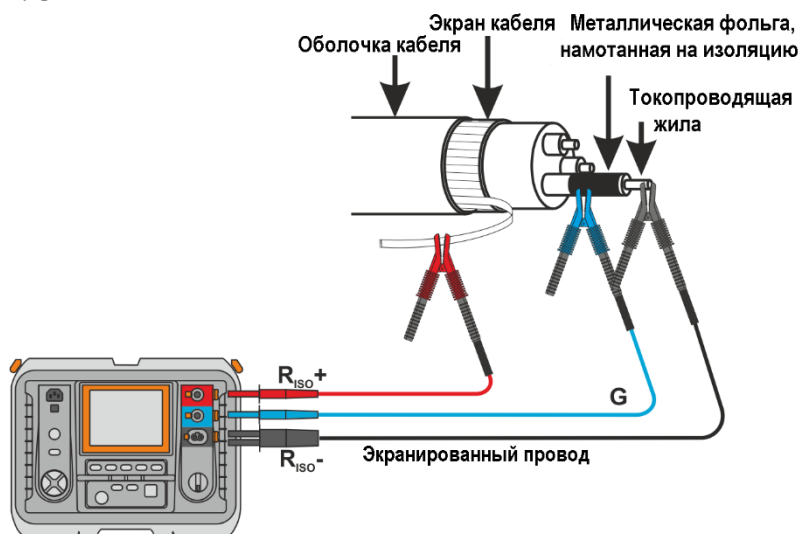
- **Измерение сопротивления изоляции трансформатора между обмотками.** Гнездо **G** измерителя соединяется с экраном трансформатора, а гнезда **R_{ISO+}** и **R_{ISO-}** с обмотками:



- **Измерение сопротивления изоляции трансформатора между одной из обмоток и экраном трансформатора.** Гнездо **G** измерителя подключается к другой обмотке, а гнездо **Riso+** к потенциалу земли:

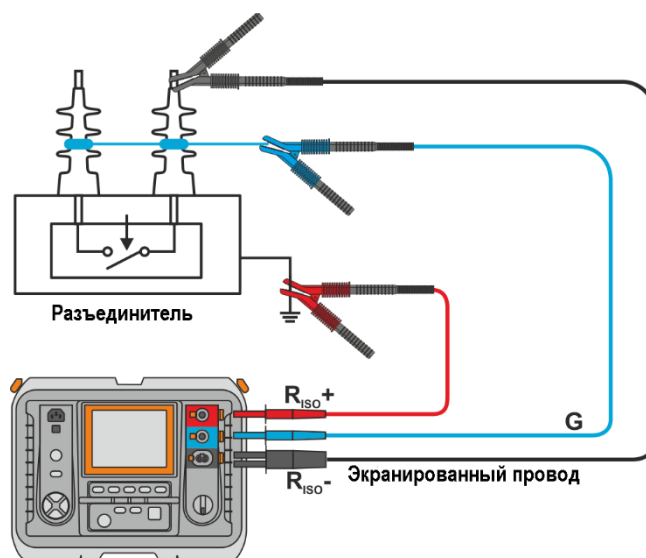


- **Измерение сопротивления изоляции кабеля между одной из жил и его экраном.** Влияние поверхностных токов (существенное в сложных погодных условиях) можно устранить, если с гнездом **G** измерителя соединить кусочек металлической фольги, навитой на изоляцию исследуемой жилы:



Так же поступают при измерении сопротивления изоляции между двумя жилами кабеля, присоединяя к разъёму **G** остальные жилы, не участвующие в измерении.

- **Измерение сопротивления изоляции разъединителя высокого напряжения.** Гнездо **G** измерителя соединяется с изоляторами высоковольтных выводов разъединителя

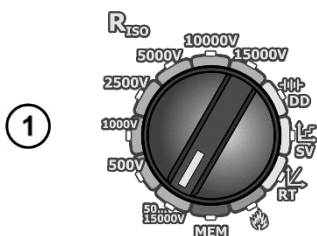
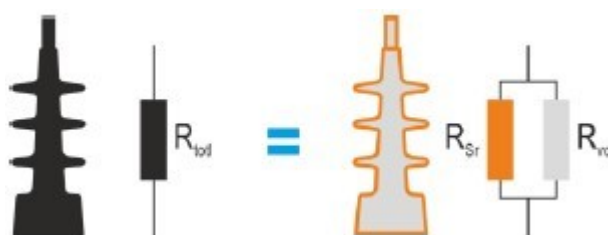


3.1.3 Измерение поверхностного и поперечного сопротивления изолятора – режим **Sr**

На общее сопротивление изолятора (R_{totl}) влияет:

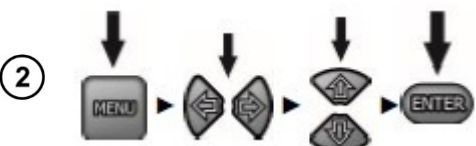
- Состояние его верхнего слоя, часто возникающее из-за поверхностного загрязнения, которое проецируется на поверхностное сопротивление R_{Sr} .
- Его внутреннее состояние, возникающее, например, в результате процессов старения, что проецирует на поперечное сопротивление R_{Vol} .

Режим **Sr** позволяет выполнять оба параметра за одно измерение.



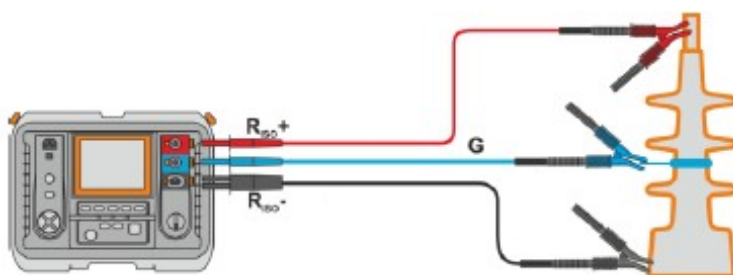
Установите поворотный переключатель режимов работы в одну из позиций R_{ISO} , выберите измерительное напряжение (в положении **50...15000V** выбирается с шагом в 10 В).

Прибор находится в режиме измерения напряжения.



- Нажмите клавишу **MENU**
- Клавишами **←** и **→** перейдите к опции **Sr**
- Клавишами **↑** и **↓** переключите режим с **OFF** на **on**
- Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**

3

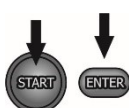


Подключите измеритель согласно рисунку.



Нажмите и удерживайте клавишу **START** в течение 5 секунд. Это вызовет 5-секундный отсчёт, после которого измерение будет начато.

4



Измерение продолжается до момента достижения двухкратного запрограммированного времени или нажатия клавиши **ESC**.

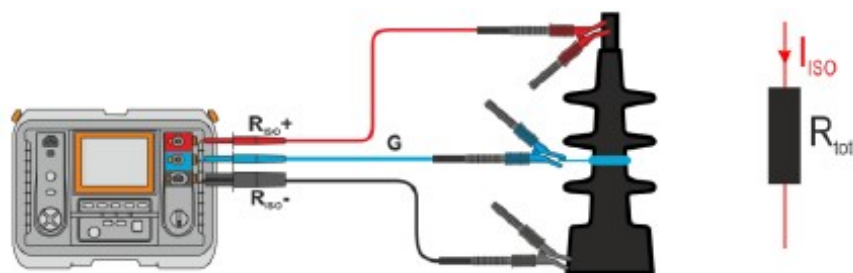
Для быстрого запуска измерения, без задержки времени, нажмите клавишу **ENTER** при нажатой клавише **START**. Измерение завершится при достижении заданного времени или при нажатии клавиши **ESC**.

5



При первом этапе измеряется суммарное сопротивление изолятора R_{totl} .

На экране каждый 5 сек. высвечивается сообщение **totl**.



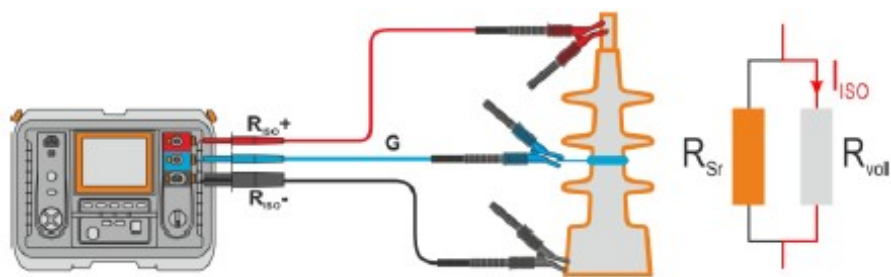
6



На втором этапе измеряется поперечное сопротивление R_{vol} .

На экране каждый 5 сек. высвечивается сообщение **vol**.

Поверхностное сопротивление R_{sr} будет рассчитываться на основе общего R_{totl} и R_{vol} .



7



После завершения измерения, с помощью клавиш **F3** и **F4**, можно просмотреть отдельные результаты измерения:

VOL: $R_{VOL} \rightarrow I_L \text{ и } C \rightarrow Rt1 \text{ и } It1 \rightarrow Rt2 \text{ и } It2 \rightarrow Rt3 \text{ и } It3 \rightarrow Ab1 \text{ (DAR)} \rightarrow Ab2 \text{ (PI)}$.

SURF: $R_{Sr} \rightarrow I_L \text{ и } C \rightarrow Rt1 \text{ и } It1 \rightarrow Rt2 \text{ и } It2 \rightarrow Rt3 \text{ и } It3 \rightarrow Ab1 \text{ (DAR)} \rightarrow Ab2 \text{ (PI)}$.

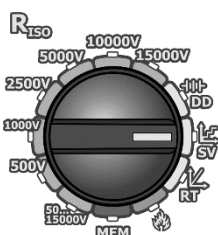
3.1.4 Измерение нарастающим напряжением - SV

В этом режиме прибор выполняет серию из 5 измерений ступенчато нарастающим напряжением, величиной, зависящей от максимального значения напряжения:

- **1 кВ:** 200 В, 400 В, 600 В, 800 В и 1000 В.
- **2,5 кВ:** 500 В, 1 кВ, 1,5 кВ, 2 кВ и 2,5 кВ.
- **5 кВ:** 1 кВ, 2 кВ, 3 кВ, 4 кВ и 5 кВ.
- **10 кВ:** 2 кВ, 4 кВ, 6 кВ, 8 кВ и 10 кВ.
- **15 кВ:** 3 кВ, 6 кВ, 9 кВ, 12 кВ и 15 кВ.

Окончательный результат записывается для каждого из 5 измерений, о чем предупреждают звуковой сигнал и появление соответствующего символа.

1



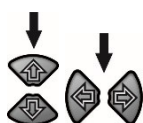
Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **SV**.

Прибор находится в режиме измерения напряжения.

2

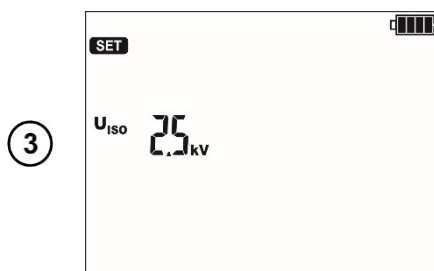


Нажимая клавишу **MENU** можно перейти к выбору максимального напряжения измерения, продолжительности каждого из пяти измерений и тока I_{sc} .



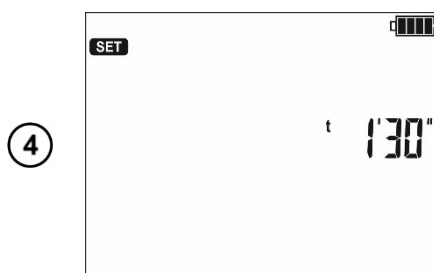
Клавишами **↑** и **↓** установите значение параметра, клавишами **←** и **→** перейдите к следующему параметру.

Порядок установки, следующий:



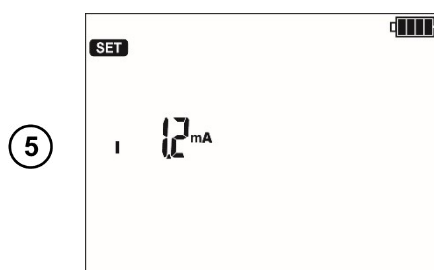
Максимальное измерительное напряжение:

- 1 кВ;
- 2,5 кВ;
- 5 кВ;
- 10 кВ;
- 15 кВ.



Продолжительность одного измерения в диапазоне

- 30 сек...5 мин.

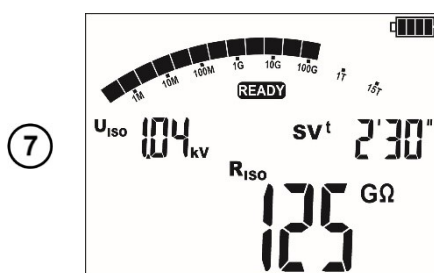


Ток I_{sc} :

- 1,2 мА;
- 3 мА;
- 5 мА;
- 7 мА.



Клавишей **ENTER** подтвердите настройки или нажмите клавишу **ESC** для выхода без изменений.



Выполните измерение

После завершения прочтите результат.



Клавишами **F3** и **F4** можно просматривать отдельные составляющие в порядке:

окончательные результаты: R_{iso} , U_{iso} , $t \rightarrow I_L$ и $C \rightarrow U_{iso1}$ и t_1 / R_{iso1} и $I_{L1} \rightarrow U_{iso2}$ и t_2 / R_{iso2} и $I_{L2} \rightarrow \dots$

где C – ёмкость тестируемого объекта.

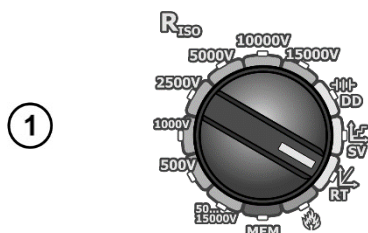
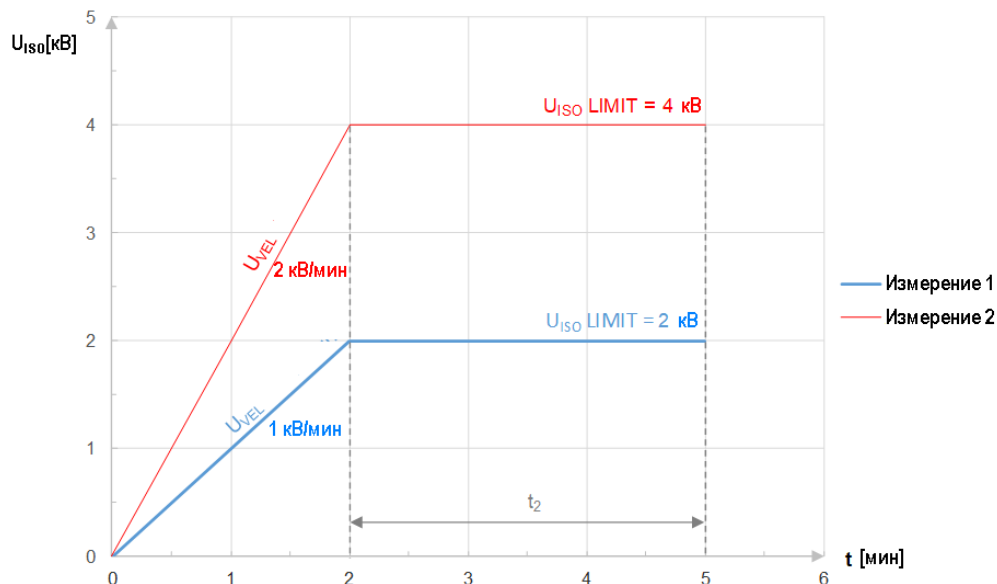
Остальные примечания, запуск измерения, отображаемые символы, чтение результата и просмотр составляющих, как для обычных измерений R_{iso} .

3.1.5 Измерение плавно нарастающим напряжением - RT

Функция заключается в:

- Испытании объекта напряжением, нарастающим до конечного значения **$U_{ISO} \text{ LIMIT}$** ,
- Проверке, сохранит ли объект свои электроизоляционные свойства, когда максимальное напряжение **$U_{ISO} \text{ LIMIT}$** будет на нём в течение заданного времени **t_2** .

Процедуру измерения иллюстрирует график ниже:

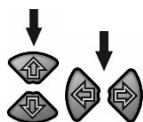


Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **RT**.

Нажимая клавишу **MENU** можно перейти к настройкам:

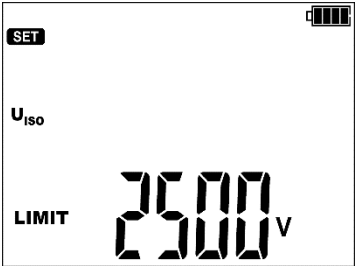
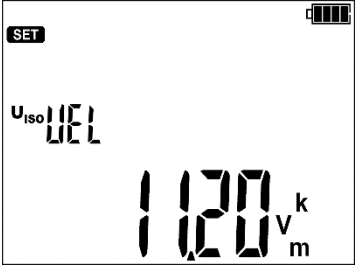
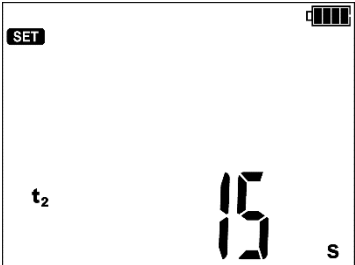
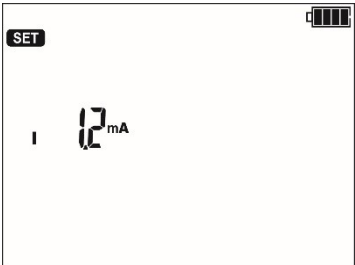
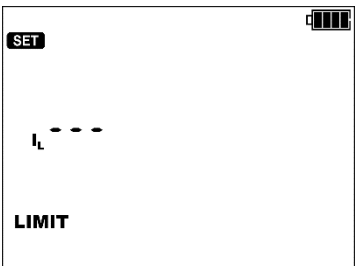


- **$U_{ISO} \text{ LIMIT}$** (конечное напряжение нарастания);
- Скорости возрастания напряжения **$U_{ISO} \text{ VEL}$** (В/мин);
- Установки времени испытания **t_2** ;
- Измерительного тока **I_{SC}** ;
- Лимита тока утечки **I_L** ($I_L \leq I_{SC}$).



Клавишами **↑** и **↓** установите значение параметра, клавишами **←** и **→** перейдите к следующему параметру.

Порядок установки, следующий:

- 3
- 
- Окончательное напряжение измерения U_{iso} **LIMIT**.
Находится в диапазоне 50 В...15 кВ.
- Заданное напряжение также можно ввести с помощью кнопок:
F2 – с шагом 1000 В
F3 – с шагом 100 В
F4 – с шагом 10 В
- 4
- 
- Скорость возрастания напряжения U_{iso} **VEL**.
Находится в диапазоне 100 В/мин...12 кВ/мин.
- 5
- 
- Время испытания t_2 .
- 6
- 
- Ток I_{sc} :
- 1,2 мА;
 - 3 мА;
 - 5 мА;
 - 7 мА.
- 7
- 
- Лимит тока утечки I_L :
- Ток, регулируемый в диапазоне 1...7 мА с шагом 1 мА;
 - Максимальная настройка I_L не может превысить значения тока I_{sc} ;
 - Лимит выключен (- - -).

Если при измерении происходит пробой изоляции, измерение автоматически прерывается и измеритель отображает на дисплее напряжение пробоя.

- 8
- 
- Клавишей **ENTER** подтвердите настройки или нажмите клавишу **ESC** для выхода без изменений.

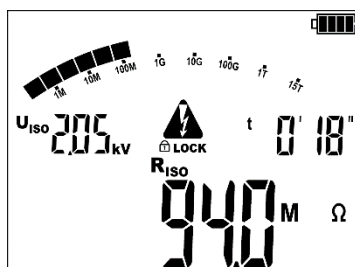
9



Надпись **READY** на дисплее говорит о готовности прибора к измерению.

Запустите измерение клавишей **START**.

10



Во время измерения прибор отображает:

- Значение напряжения в данный момент (U_n),
- Время, оставшееся до окончания измерения,
- Значение сопротивления в данный момент (R_{iso}).

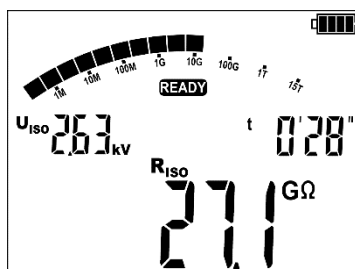
С помощью клавиш $\leftarrow$ $\rightarrow$ можно изменять отображение измерительного напряжения U_{iso} на ток утечки I_L .

11



Если в процессе нарастания напряжения произойдет пробой изоляции, то измеритель отобразит:

- Сообщение **brdn**,
- Значение напряжения, при котором наступил пробой.



Если испытание прошло успешно, то на экране будут отображаться значения, как при измерении R_{iso} .

3.2 Локализация повреждения (🔥 дожигание)

Прибор выполняет измерение, как для R_{iso} , но не прекращает его при наступлении пробоя. Если произошел пробой изоляции, то измерение продолжается. В это время можно найти место повреждения (пробоя), слушая потрескивания, характерные для электрических разрядов.

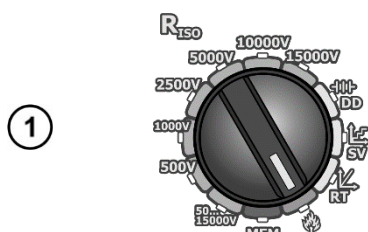


Фактический измерительный ток составляет примерно 11 мА. Он сохраняется в течение 10 секунд и затем снижается, приблизительно, до 8 мА.

Если измеритель не в состоянии обеспечить мощность, требуемую для дожигания (недостаточно заряжен аккумулятор) — это сигнализируется значком аккумулятора.

Необходимо подключить к измерителю внешнее питание.

Рекомендуется чтобы во время дожигания измеритель был подключен к внешнему источнику питания. Это гарантирует наибольшую эффективность метода.



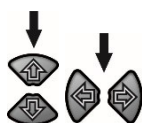
Поворотный переключатель выбора функций установить в положение **ДОЖИГАНИЕ**.

Прибор находится в режиме измерения напряжения.



Нажимая клавишу **MENU** можно перейти к настройкам:

- Напряжения измерения U_{iso} ;
- Установки времени измерения t ;
- Измерительного тока I_{sc} ;



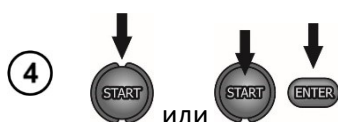
Клавишами и установите значение параметра, клавишами и перейдите к следующему параметру.

Порядок установки, следующий:

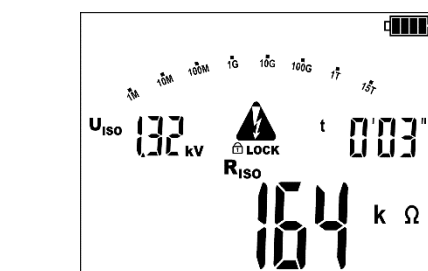
- Измерительное напряжение: 1...15 кВ (с шагом 1 кВ)
- Время измерения: 1 сек...99 минут 59 секунд (с шагом 1 сек)
- Максимальный генерируемый ток: 1,2 мА, 3 мА, 5 мА, 7 мА или 10 мА.



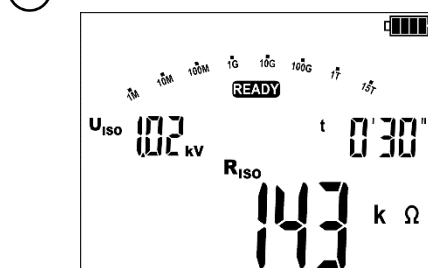
Клавишей **ENTER** подтвердите настройки или нажмите клавишу **ESC** для выхода без изменений.



Запустите измерение клавишей **START**.



При пробое изоляции прибор не прерывает измерение, а продолжает его до истечения установленного времени.



По завершению измерения считайте результат.

3.3 Коэффициент диэлектрического разряда - DD

В тесте разряда диэлектрика измеряется ток разряда через 60 секунд, после окончания измерения (зарядки) изоляции. Коэффициент **DD** является величиной, характеризующей качество изоляции, независимо от испытательного напряжения.

Принцип измерения:

Сначала исследуемая изоляция заряжается напряжением в течение определённого времени. Если напряжение не будет равно заданному значению, объект не зарядился и через 20 секунд прибор останавливает измерение.

После завершения процесса зарядки и поляризации, единственным током, текущим через изоляцию, будет ток утечки. Затем изолятор разряжается и через изоляцию начинает течь суммарный ток диэлектрического разряда. Этот ток первоначально является суммой тока разряда ёмкости, который очень быстро исчезает и тока абсорбции. Ток утечки будет незначительный, так как нет испытательного напряжения.

Через 1 минуту после короткого замыкания измерительной цепи измеряется протекающий ток. Значение **DD** рассчитывается по следующей формуле:

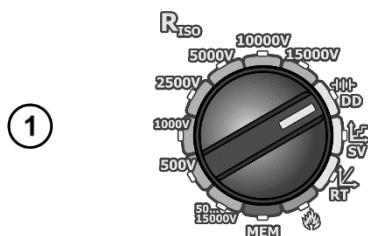
$$DD = \frac{I_{1min}}{U_{pr} \cdot C}$$

где:

I_{1min} – ток, измеренный через 1 минуту после короткого замыкания [нА],

U_{pr} – напряжение при испытании [В],

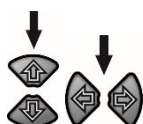
C – ёмкость [мкФ].



Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **DD**. Прибор находится в режиме измерения напряжения.



Нажимая клавишу **MENU** можно перейти к выбору испытательного напряжения и время зарядки.



Клавишами  и  установите значение параметра, клавишами  и  перейдите к следующему параметру.

Порядок установки:

- Время поляризации: 1...60 мин.;
- Напряжение поляризации: от 50...9990 В с шагом 10/100/1000 В
от 10...15 кВ с шагом 100/1000 В;

Заданное напряжение также можно ввести с помощью кнопок:

F2 – с шагом 1000 В

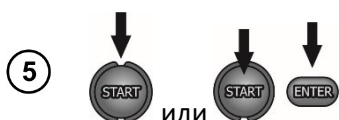
F3 – с шагом 100 В

F4 – с шагом 10 В

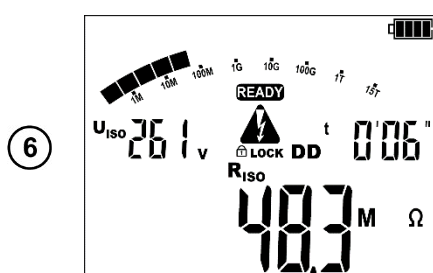
- Максимальный ток поляризации: 1,2 мА, 3 мА, 5 мА и 7 мА.



Клавишей **ENTER** подтвердите настройки или нажмите клавишу **ESC** для выхода без изменений.



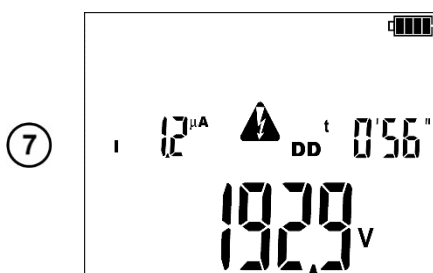
Запустите измерение клавишей **START**.



Экран во время измерения. Первая фаза: поляризация объекта.

Измеритель отображает:

- Значение фактического напряжения (U_{iso});
- Продолжительность поляризации;
- Значение фактического сопротивления (R_{iso}).



Вторая фаза: деполяризация объекта.

Измеритель отображает:

- Ток разряда объекта (I);
- Время, остающееся до разрядки объекта;
- Напряжение на объекте в данный момент.



По завершению измерения считайте результат.

Результат измерения показывает состояние изоляции, его можно сравнить с таблицей:

Значение DD	Состояние изоляции
> 7	Плохая
4-7	Слабая
2-4	Хорошая
< 2	Отличная

Примечание:

В условиях сильных помех результат измерения может иметь дополнительную погрешность.

3.4 Индикатор частичных разрядов

Дополнительной информацией о состоянии изоляции является интенсивность возникновения в ней частичных разрядов. Это пробои, происходящие внутри материала, например, внутри микроскопических воздушных зазоров (так называемые газовые включения). Сжигая поверхности зазоров, разряды постоянно ухудшают электрическую прочность изоляции. Поэтому чем меньше их количество в материале, тем в лучшем состоянии находится исследуемый объект.



Индикатор частичных разрядов доступен в каждом режиме измерения, когда измерение уже идёт.

①



Для этого нажмите клавишу **F4**

②



Измеритель отображает:

- Количество частичных разрядов в секунду "47";
- Время, оставшееся до окончания измерения "0,36";
- Заряд частичных разрядов в Кулонах "12,47".

③



Для возврата в режим измерения основных параметров, нажмите клавишу **F3**.



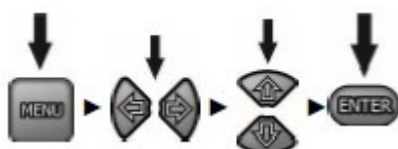
Отображаемые значения следует трактовать как ориентировочные. Индикатор частичных разрядов не выполняет измерения в соответствии со стандартом ГОСТ Р 55191-2012 «Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов».

3.5 Дистанционное управление измерителем

Прибором можно управлять удалённо с помощью мобильного приложения **Sonel MIC Mobile**.

Для этого необходимо включить беспроводную передачу данных (гл.5) и войти в режим **btrc**.

①



- Нажмите клавишу **MENU**
- Клавишами **←** и **→** перейдите к опции **btrc**
- Клавишами **↑** и **↓** переключите режим с **OFF** на **on**
- Подтвердите выбор нажатием клавиши **ENTER**

②



Канал дистанционного управления активен – отображается сообщение **bt rc**.

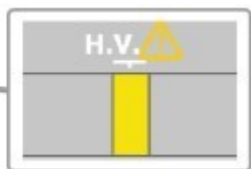
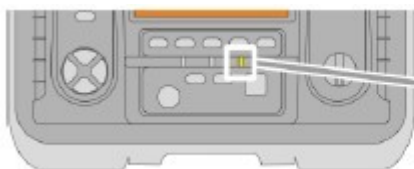
В углу экрана мигает предупреждающий треугольник.

③



При активации процесса измерения из приложения:

- Мигает предупреждающий треугольник.
- Мигает предупреждающий треугольник высокого напряжения.
- Мигает светодиод **H.V.**
- Звуковой сигнал.



④



Если канал дистанционного управления неактивен, попытка произвести измерение с мобильного приложения приводит к отключению **bt rc**.

3.6 Измерение токов поляризации и деполяризации PDC

MIC-15k1 совместно с мобильным приложением **Sonel MIC Mobile** позволяет наблюдать характеристики формы волны токов поляризации и деполяризации. Было показано, что токи поляризации и деполяризации остаются примерно неизменными и могут быть надёжными критериями для оценки состояния изоляции, например кабеля на предмет его влажности, расслоения или процессов старения.

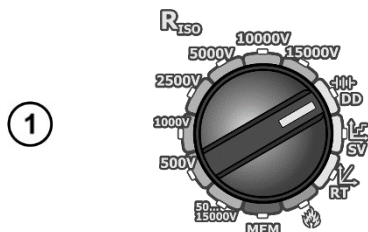
Измерение PDC осуществляется с помощью модифицированного измерения DD.

Перед измерением в основных настройках согласно [гл. 2](#) введите настройки:

- В разделе **DD**: - установите любое время для измерения тока деполяризации (чем больше, тем лучше);
- В разделе **bt**: - включите связь Bluetooth;
- В разделе **CAP**: - выключите измерение ёмкости. Правда, тогда измеритель не будет указывать значение **DD**, но в то же время он не будет переключать реле высоковольтного преобразователя во время разряда объекта – и, следовательно, не будет добавлять его

ёмкость к результату. Благодаря этому можно будет определить беспрепятственную характеристику тока разряда.

- В разделе **HV**: - установить **NORM RISE**. Тогда измерительное напряжение достигнет номинального значения без перерасхода напряжения. Разрастание напряжения является отрицательным эффектом, потому что в тот момент, когда оно начинает падать, ток в исследуемом объекте течёт в обратном направлении.



Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **DD**. Прибор находится в режиме измерения напряжения.



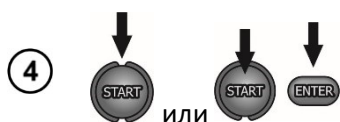
Нажимая клавишу **MENU** можно перейти к выбору:

- Время заряда,
- Напряжения заряда,
- Максимальный ток.

- ③
- Включите в измерителе пульт дистанционного управления в соответствии с гл. 3.5.
 - Включите приложение **Sonel MIC Mobile** и подключите к нему измеритель.
 - Подключите провода к объекту измерения.



Во время измерения, особенно больших сопротивлений, необходимо следить, чтобы измерительные провода и зонды (зажимы «Крокодил») не соприкасались друг с другом, так как в результате протекания поверхностных токов результат измерения может получить дополнительную погрешность.

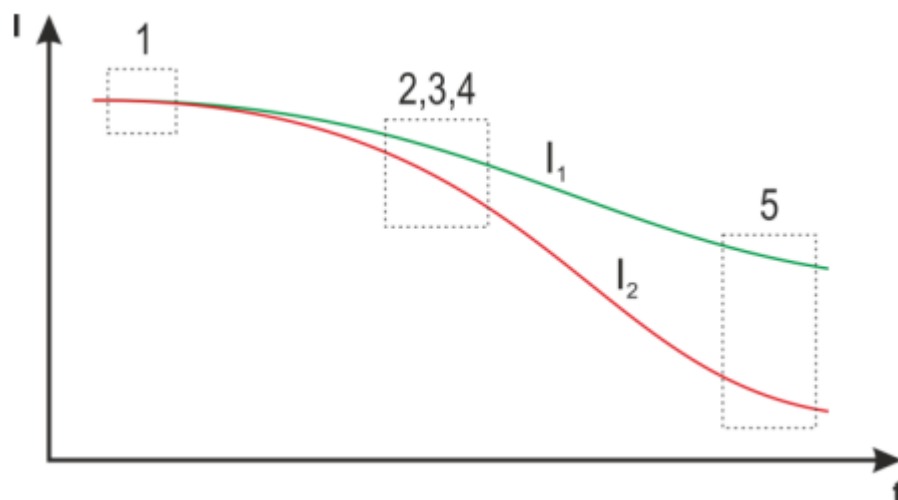


Запустите измерение клавишей **START** и удерживайте её в течение 5 сек. или одновременно нажмите комбинацию клавиш **START + ENTER**.

- ⑤
- Подождите, пока измерение не закончится. Его результатом являются графики тока зарядки и разрядки, представленные в приложении **Sonel MIC Mobile**.



Если форма кривых близка, это означает, что состояние исследуемого объекта хорошее. Если кривые выступают друг от друга, это может означать ухудшение изоляции. Ее степень можно определить по тому, насколько велика разница между кривыми, а по характеру – по тому, в какой момент измерения эта разница произошла.



Влияние характеристик материала на кривые PDC.

I_1 - ток поляризации, I_2 -ток деполяризации.

1-проводимость, 2-свойства, 3-форма, 4-возраст, 5-содержание влаги.

3.7 Определение длины измеряемой кабельной линии

Основываясь на электрической ёмкости измеряемого объекта, прибор позволяет определить длину измеряемого кабеля. Для этого необходимо получить данные о параметрах объекта (например, с каталожной карты производителя).

①



Маркировка на кабельной продукции состоит:

- Производитель;
- Кол-во жил и сечение;
- Тип кабеля;
- Номинальное напряжение.

②

S mm ²	R (20°C) Ω/km	C μF/km
1x50RMC/16	0,641	0,18
1x70RMC/25	0,443	0,2
1x95RMC/35	0,32	0,22
1x120RMC/50	0,253	0,24
1x150RMC/50	0,206	0,26
1x185RMC/50	0,164	0,28
1x240RMC/50	0,125	0,3
1x300RMC/50	0,1	0,33
1x400RMC/50	0,0778	0,37
1x500RMC/50	0,0605	0,4

В каталоге производителя вы найдете этот конкретный кабель.

Искомый параметр - это удельная ёмкость.

③



Запустите измерение клавишей **START**.

④



После измерения клавишами **F3** и **F4** перейдите к экрану, отображающие параметры:

I_L и C

где C – ёмкость тестируемого объекта.

⑤



Прибор измеряет общую ёмкость кабеля C и по удельной ёмкости кабеля C_x высчитывается длина кабельной линии:

$$C = C_x L$$

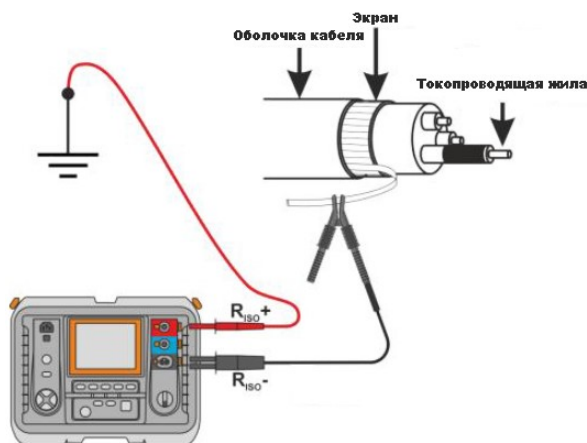
$$L = \frac{C}{C_x} = \frac{68.1 \frac{nF}{km}}{300 \frac{nF}{km}} = 0.227 = 227 \text{ m}$$

3.8 Испытание на целостность брони кабеля – SN

Проверка целостности брони кабеля среднего напряжения проверяется приложением испытательного напряжения между его экраном и землей.

Во время измерения обращайте внимание на значение тока I_L .

Например, для кабеля с полиэтиленовой изоляцией:



- Испытательное напряжение, согласно ГОСТ Р 55025-2012 10 кВ;
- Время измерения – 1 мин.;

4 ПАМЯТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1 Распределение памяти

Измеритель MIC-15k1 оснащён 990 ячейками памяти, каждая из которых может содержать результат измерения R_{iso} . Вся память делится на 10 **Bank** по 99 ячеек **Cell**. Благодаря динамичному распределению памяти каждая из ячеек может содержать разное количество отдельных результатов в зависимости от потребностей. Кроме того ячейки, содержат данные, на основе которых с помощью внешнего ПО «**SONEL Reader**» можно создать графики сигналов измеренных величин.

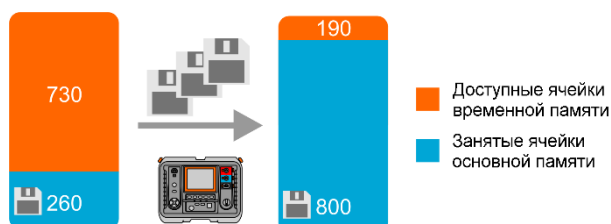
Результат последнего измерения сохраняется до тех пор, пока не будет перезаписан в связи с заполнением текущей памяти измерителя.

Результат остается на дисплее в течение 20 сек. После этого времени измеритель переходит в состояние готовности к следующему измерению.

Последний результат можно вновь вернуть на экран нажатием клавиши **ENTER** – также после выключения и повторного включения измерителя.

Каждый результат можно записать в ячейку с выбранным номером и в выбранный **Bank**. Благодаря этому пользователь может присвоить номера ячеек отдельным точкам измерения, а номера **Bank** отдельным объектам. Это позволяет выполнять измерения в любом порядке и повторять их без потери остальных данных.

Кроме того, после начала измерения результаты записываются непосредственно во временную память прибора, по кольцу. Объём временной памяти (0...990 ячеек) зависит от того, сколько ячеек уже занято в основной памяти.

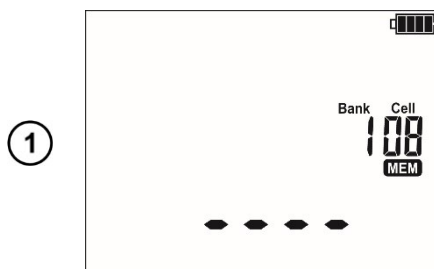


Когда временная память полностью заполнится, самые старые измерения будут перезаписаны новыми. Просмотр этих результатов возможен при нажатии **F5**. Просматривая их, пользователь имеет возможность сохранить результаты в долговременной памяти (клавиша **ENTER**). Память результатов измерений не подвержена обнулению после выключения измерителя, благодаря чему, их можно считать позже или отправить на компьютер.

Примечания:

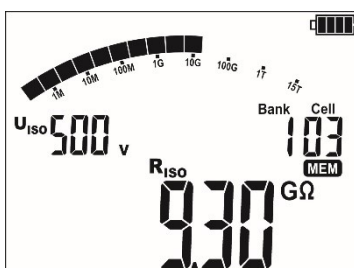
- В одну ячейку можно записать:
 - результат измерения $R_{ISO} 2p / R_{ISO} 3p$;
 - результат $R_{ISO} SV, DD$;
 - результат дожига.
- При вводе результата измерения автоматически увеличивается номер ячейки;
- В памяти также хранятся данные, предназначенные для графиков.

4.2 Запись результатов измерений в память

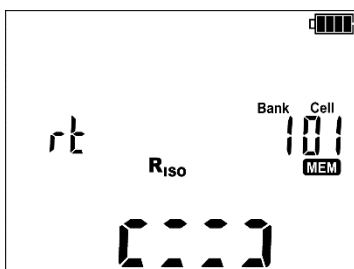


После выполнения измерения нажмите клавишу **ENTER**, прибор переходит в режим записи в память.

Ячейка свободна.

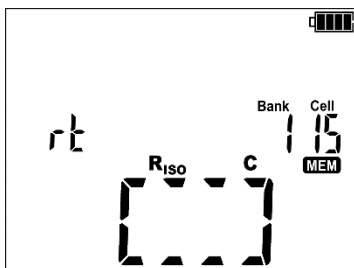


Ячейка занята результатом того же типа, что и сохраняемый.

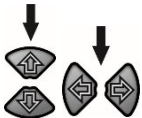


Используя клавиши **F3** и **F4 (ЭКРАН)** можно просмотреть составляющие результата.

Ячейка занята результатом другого типа, чем сохраняемый.

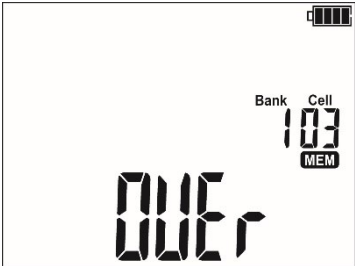


Ячейка полностью занята.

②  Номер ячейки изменяется клавишами **↑** и **↓**, а номер **Bank** клавишами **←** и **→**.

③  Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы сохранить результат в памяти. Запись сигнализируется тройным звуковым сигналом и прямоугольником на основном поле дисплея.

Нажимая клавишу **ESC** можно вернуться в режим отображения результата без записи.

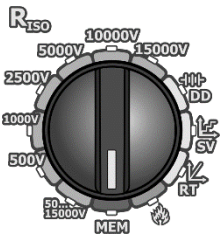
④  При попытке записи в занятую ячейку появится предупреждение.

⑤  Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы перезаписать результат или **ESC** для отмены.

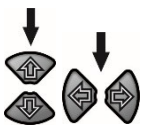
Примечание:

В памяти будет сохраняться набор результатов (основной и дополнительный) данной измерительной функции и заданные параметры измерения.

4.3 Просмотр содержимого памяти

①  Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **MEM**.

- Для перехода во временную память нажать **F5**.
- Для возврата в основную память нажать **F5** еще раз.

②  Номер ячейки изменяется клавишами **↑** и **↓**, а номер **Bank** клавишами **←** и **→**.

Во временной памяти результаты просматриваются стрелками **↑** и **↓**. Запись в основную память осуществляется с помощью клавиши **ENTER**.

③  Используя клавиши **F3** и **F4** (**ЭКРАН**) можно просмотреть составляющие результата.

С помощью клавиши **F2** можно отобразить время измерения:

④



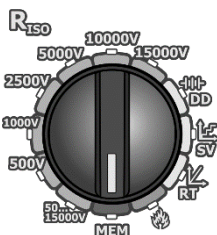
- час (нажать однократно);
- дата (нажать двукратно).

Параметры будут видны в течение 3 сек, после чего вернётся значение результата данного измерения.

4.4 Удаление сохранённых данных

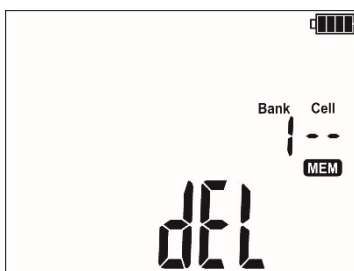
4.4.1 Удаление Bank памяти

①



Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **MEM**.

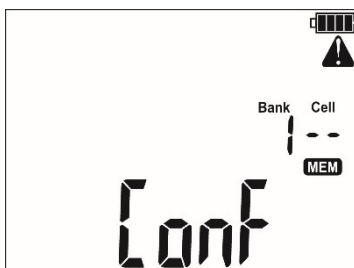
②



Задайте номер **Bank** для очистки клавишами ◀ и ▶. Установите клавишами ▲ и ▼ номер ячейки **Cell** на «--».

Появившаяся надпись **del** сигнализирует о готовности к удалению.

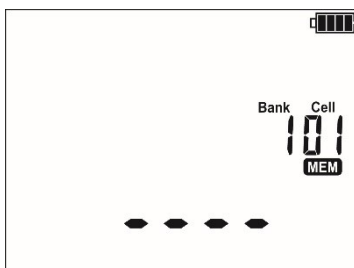
③



Нажмите клавишу **ENTER**.

Появившийся символ ⚠ и надпись **Conf**, являются запросом на подтверждение удаления данных.

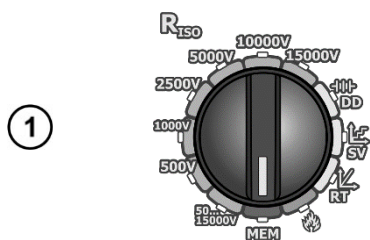
④



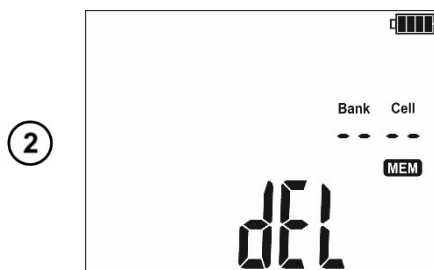
Нажмите клавишу **ENTER**.

После удаления содержимого прибор выдаст тройной звуковой сигнал, а номер ячейки установится на «1».

4.4.2 Удаление всей памяти



Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **MEM**.



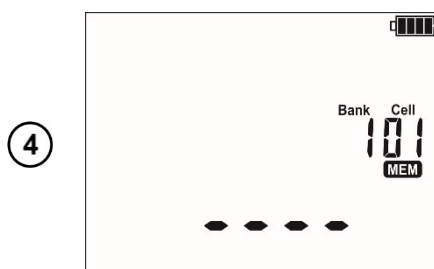
Клавишами ◀ и ▶ установите номер **Bank** на «--».

Появившаяся надпись **dEL** сигнализирует о готовности к удалению.



Нажмите клавишу **ENTER**.

Появившийся символ ⚠ и надпись **Conf**, являются запросом на подтверждение удаления данных.



Нажмите клавишу **ENTER**.

После удаления содержимого прибор выдаст тройной звуковой сигнал, а номер ячейки установится на «1».

5 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

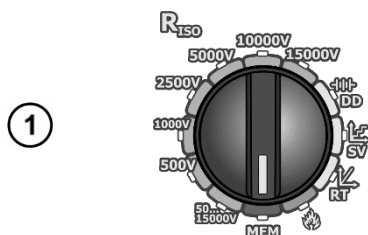
5.1 Комплект оборудования для работы с ПК

Для подключения измерителя к компьютеру потребуется кабель USB или по беспроводному модулю «Bluetooth» и программное обеспечение «**SONEL Reader**», поставляемое вместе с прибором.

Данное программное обеспечение можно использовать для работы со многими устройствами производства SONEL S.A. оснащёнными интерфейсом USB и/или Bluetooth.

Подробную информацию можно получить у производителя и дистрибьюторов.

5.2 Передача данных по соединению USB



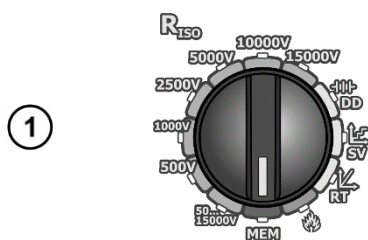
Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **MEM**.



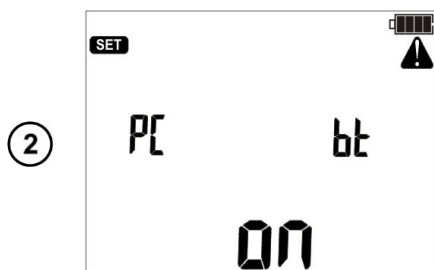
Подключите кабель от порта USB компьютера к разъёму USB измерителя.

- ③ Запустите программу «**SONEL Reader**» для связи с измерителем и следуйте указаниям программного обеспечения.

5.3 Передача данных с помощью модуля Bluetooth



Установите поворотный переключатель выбора функций в положение **MEM** и нажмите на клавишу **MENU**.



Подключите модуль «Bluetooth» к USB разъёму Вашего ПК.

Включите связь «Bluetooth» согласно [гл. 2](#).

При необходимости измените **PIN** - код (см. [гл.2](#)).

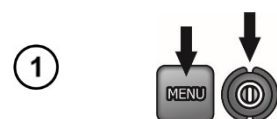
Стандартный PIN-код по умолчанию «0123»

- ③ Запустите программу для архивации данных.

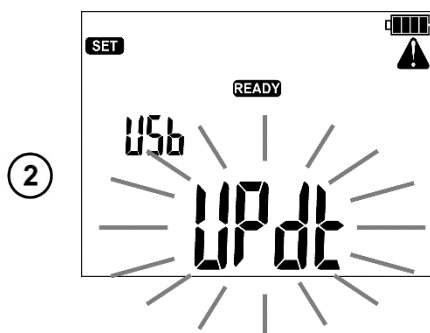
Передача данных останавливается нажатием клавиши **ESC** – прибор переключается в режим просмотра памяти.

При подключенном кабеле USB невозможно передавать данные по «Bluetooth».

6 ОБНОВЛЕНИЕ ПО



Включите прибор, удерживая нажатой клавишу **MENU** до появления на дисплее значка **SET**.



Клавишами ◀ и ▶ установите функцию **UPdt**



Подключить измеритель к компьютеру с помощью кабеля USB и нажмите **ENTER**.

Следуйте указаниям программы.

7 ПИТАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ

7.1 Контроль напряжения питания



Чтобы показания индикатора заряда аккумулятора были правильными, до начала эксплуатации измерителя необходимо разрядить, а затем полностью зарядить аккумулятор.

Текущий уровень заряда аккумулятора обозначается символом в верхнем правом углу дисплея:



Аккумулятор полностью заряжен.



Аккумулятор разряжен.

Возможно только измерение напряжения.



Аккумулятор полностью разряжен, все измерения блокируются. Измеритель автоматически отключится через 5 секунд.

7.2 Питание от аккумулятора

Измерители MIC-15k1 питается от литий-ионного аккумулятора, который подлежит замене только в Сервисном Центре.

Зарядное устройство установлено внутри прибора и используется исключительно для зарядки фирменного аккумулятора. Питание от сети 90...260 В, 50/60 Гц. Также возможно питание от разъёма «прикуривателя» автомобиля с помощью дополнительного преобразователя.



Запрещается заряжать аккумуляторные батареи прибора от других источников питания, не упомянутых в данном Руководстве.

7.3 Зарядка аккумулятора

Зарядка начинается после подключения питания к измерителю, независимо от того, прибор выключен или нет. Изменение заполнения символа аккумулятора на дисплее свидетельствует о процессе зарядки. Аккумулятор заряжается в соответствии с алгоритмом «быстрой зарядки» - этот процесс позволяет сократить время зарядки до 5 часов. На завершение процесса зарядки указывает полностью заполненный символ аккумулятора и постоянное свечение зелёного светодиода. Чтобы выключить устройство, отключите вилку зарядного устройства.

Примечание:

Вследствие помех в сети может произойти преждевременное прекращение зарядки аккумулятора. В случае обнаружения слишком короткого времени зарядки, отключите прибор и начните зарядку снова.

Дополнительная информация, отображаемая измерителем

Сигнализация	Состояние
Мигающий зелёный светодиод с частотой 1 раз в секунду, изображение символа аккумулятора на дисплее.	Идёт процесс зарядки.
Непрерывное свечение зелёного светодиода, отображение на дисплее значка полностью заряженного аккумулятора.	Зарядка завершена.
Мигающий зелёный светодиод с частотой 2 раза в секунду.	Ошибка в процессе зарядки.
Мигающие зелёный светодиод и значок аккумулятора с частотой 2 раза в секунду, отображается символ  .	Слишком высокая температура аккумулятора, измерения заблокированы.

7.4 Питание от сети

Возможно проведение измерений в процессе зарядки аккумулятора. Для этого, в режиме зарядки нужно нажать на клавишу **ESC** - прибор переходит в режим измерения, при этом оставаясь одновременно в режиме зарядки. Так же будет и в случае подключения питания от сети во время работы измерителя.

Выключение измерителя кнопкой  или автоматически функцией **AUTO-OFF** не прерывает зарядку аккумулятора.

Сигнализация	Состояние
Мигают все сегменты символа аккумулятора с частотой 1 раз в секунду.	Зарядка завершена
Мигающие зелёный светодиод и значок аккумулятора с частотой 2 раза в секунду, отображаются символы  и  .	Слишком высокая температура аккумулятора, измерения заблокированы.

7.5 Общие правила пользования Li-Ion аккумуляторами

Аккумуляторы следует хранить заряженными в пределах 50% в сухом, прохладном и хорошо проветриваемом месте, а также защитить их от прямых солнечных лучей. Во время хранения литий-ионных аккумуляторов происходит их самопроизвольный разряд. Время хранения без подзарядки зависит от температуры окружающей среды. В целях предотвращения чрезмерного разряда аккумулятора, что значительно снижает их ёмкость и долговечность, следует периодически подзаряжать аккумулятор через определённый период. Не храните аккумуляторы в состоянии полного разряда, это приводит к неисправности аккумуляторов. Температура окружающей среды для длительного хранения должна придерживаться в пределах 5...25 °С.

Современные быстродействующие зарядные устройства распознают как очень низкую, так и очень высокую температуру аккумуляторов и соответственно реагируют на эти ситуации. Очень низкая температура должна заблокировать включение процесса зарядки. Рост температуры аккумулятора является сигналом для завершения зарядки и является типичным явлением. Зарядка при высокой температуре окружающей среды кроме уменьшения срока службы, приводит к более быстрому росту температуры аккумулятора, что может привести к утечке электролита, возгоранию или взрыву батареи.

Зарядка должна проводиться с помощью зарядного устройства со строго определёнными параметрами и с условиями, указанными Производителем. Несоблюдение этих условий может привести к необратимым последствиям.

Литий-ионные элементы чувствительны к механическим повреждениям. Такие повреждения могут способствовать к возгоранию. Любое вмешательство в структуру литий-ионной батареи может привести к ее повреждению.

При попадании электролита на глаза или кожу немедленно промойте эти места большим количеством воды и обратитесь к врачу. Защитите аккумулятор от посторонних и детей.

При обнаружении каких-либо изменений/дефектов в литий-ионном аккумуляторе прекратите использовать данную батарею.

8 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

8.1 Основные характеристики

Сокращение «и.в.» при определении основной погрешности, означает измеренная величина.

Сокращение «е.м.р.» означает - единица младшего разряда.

8.1.1 Измерение напряжений переменного/постоянного тока

Диапазон показаний	Разрешение	Основная погрешность
0...29,9 В	0,1 В	$\pm(2 \% \text{ и.в.} + 20 \text{ е.м.р.})$
30,0...299,9 В	0,1 В	$\pm(2 \% \text{ и.в.} + 6 \text{ е.м.р.})$
300...1500 В	1 В	$\pm(2 \% \text{ и.в.} + 2 \text{ е.м.р.})$

- Диапазон частот: 45...65Гц

8.1.2 Измерение сопротивления изоляции

Точность установки напряжения ($R_{обс} [Ом] \geq 1000 \cdot U_N [В]$): 0...+5% или 0...+10% от заданного значения.

Диапазон измерений ГОСТ IEC 61557-2-2013: 50 кОм...40,0 ТОм ($I_{ISO\ nom} = 1,2\text{ мА}, 3\text{ мА}, 5\text{ мА}, 7\text{ мА}$)

Измерение постоянным и нарастающим напряжением (SV) для $U_{ISO} = 15\text{кВ}$:

Диапазон показаний	Разрешение	Основная погрешность
0...999 кОм	1 кОм	$\pm (3\% \text{ и.в.} + 10 \text{ е.м.р.})$
1,00...9,99 МОм	0,01 МОм	
10,0...99,9 МОм	0,1 МОм	
100...999 МОм	1 МОм	
1,00...9,99 ГОм	0,01 ГОм	
10,0...99,9 ГОм	0,1 ГОм	
100...999 ГОм	1 ГОм	$\pm (3,5\% \text{ и.в.} + 10 \text{ е.м.р.})$
1,00...9,99 ТОм	0,01 ТОм	$\pm (7,5\% \text{ и.в.} + 10 \text{ е.м.р.})$
10,0...40,0 ТОм	0,1 ТОм	$\pm (12,5\% \text{ и.в.} + 10 \text{ е.м.р.})$

Для других напряжений погрешность можно рассчитать по следующей формуле:

$$\delta_R = \pm (3\% + (U_{ISO} / (U_{ISO} - R_{zm} \cdot 21 \cdot 10^{-12}) - 1) \cdot 100\%) \pm 10 \text{ е.м.р.}$$

где:

- U_{ISO} – напряжение, при котором происходит измерение [В]
- R_{zm} – значение измеряемого сопротивления [Ом]

Ориентировочные максимальные значения измеряемого сопротивления в зависимости от напряжения измерения приведены в таблице ниже.

Напряжение	Диапазон измерений
50 В	200 ГОм
100 В	400 ГОм
250 В	1,00 ТОм
500 В	2,00 ТОм
1000 В	4,00 ТОм
2500 В	10,00 ТОм
5000 В	20,0 ТОм
10000 В	40,0 ТОм
15000 В	40,0 ТОм

Примечание:

Для значения сопротивления изоляции ниже $R_{ISO\ min}$ точность не определена, из-за работы измерителя с ограничением тока в соответствии с формулой:

$$R_{ISO\ min} = \frac{U_{ISO\ nom}}{I_{ISO\ nom}}$$

где:

- $R_{ISO\ min}$ – минимальное сопротивление изоляции;

- $U_{ISO\ nom}$ – номинальное напряжение измерения;
- $I_{ISO\ nom}$ – номинальный ток преобразователя (1,2 мА, 3 мА, 5 мА или 7 мА).

Дополнительная погрешность в трёхпроводном методе (влияние гнезда G): 0,05 % при устранении утечки, вызванной сопротивлением 250 кОм во время измерения 100 МОм с измерительным напряжением 50 В.

Максимальный ток короткого замыкания: $I_{sc} = 10\text{ мА}$.

Ток измерения/зарядки в остальном диапазоне нагрузки выбирается из значений: 1,2 мА, 3 мА, 5 мА, 7 мА, 10 мА (10 мА только для функции 🔥 Дожигание).

8.1.3 Измерение тока утечки

Диапазон показаний	Разрешение	Основная погрешность
0,01 нА...11 мА	*	$\pm (5\% \text{ и.в.} + 0,2\text{ нА})$

* - разрешение и размерность зависят от диапазона измерения сопротивления изоляции.

** - рассчитывается на основании показаний сопротивления.

8.1.4 Измерение ёмкости

Диапазон показаний	Разрешение	Основная погрешность
0...999 нФ	1 нФ	$\pm (5\% \text{ и.в.} + 5 \text{ е.м.р.})$
1,00...49,99 мкФ	0,01 мкФ	

Измерение ёмкости только во время измерения R_{ISO} (во время разрядки объекта).

Основная погрешность не будет превышена при измерении ёмкости, соединённой параллельно сопротивлению величиной более 10 МОм.

Для измерительных напряжений меньших 100 В, погрешность измерения ёмкости не установлена.

8.2 Дополнительные характеристики

Питание	
Питание измерителя	- Литий-ионный аккумулятор (Li-Ion) 14,8 В; 5,3 Ач - Переменный ток 50/60 Гц 90...260 В
Категория электробезопасности	CAT IV/600 В

Условия окружающей среды и другие технические данные	
Диапазон рабочих температур	-20...50 °C
Диапазон температур при хранении	-25...70 °C
Влажность	20...90%
Степень защиты, согласно ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	IP40 (для закрытого корпуса IP67)
Нормальные условия для поверки	Температура окружающей среды: $23 \pm 2\text{ °C}$ Влажность: 40...60%
Размеры	390 x 308 x 172 мм
Масса	около 7,0 кг
Дисплей	Сегментный ЖКИ
Количество измерений R_{ISO} при исправной аккумуляторной батарее, не	1000

менее	
Время работы на одной зарядке аккумулятора при условии: R _{ISO} =5 МОм U _{ISO} =5 кВ t=23±5 °C R _{ISO} =100 МОм U _{ISO} =15 кВ t=23±5 °C	до 5 ч. до 5 ч.
Память для хранения данных	990 ячеек
Высота над уровнем моря	< 3000 м
Интерфейс	USB, Bluetooth
Соответствие	ГОСТ Р МЭК 61557-1-2005 ГОСТ IEC 61010-1-2014
Класс защиты	Двойная изоляция, согласно ГОСТ IEC 61010-1-2014 ГОСТ IEC 61557-1-2005
Электромагнитная совместимость	ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 ГОСТ Р 51522.2.2-2011 (МЭК 61326-2-2:2005)

8.3 Дополнительные данные

Данные о дополнительных погрешностях в основном полезны при использовании измерителя в нестандартных условиях, а также для измерительных лабораторий при поверке.

8.3.1 Дополнительные погрешности согласно ГОСТ IEC 61557-2-2013:

Влияющая величина	Обозначение	Дополнительная погрешность
Положение	E ₁	0%
Напряжение питания	E ₂	1% (нет сообщения об АЧЧ)
Температура 0...35 °C	E ₃	6%

9 КОМПЛЕКТАЦИЯ

9.1 Стандартная комплектация

Наименование	Кол-во	Индекс
Измеритель параметров электроизоляции MIC-15k1	1 шт.	WMRUMIC15k1
Руководство по эксплуатации/Паспорт	1/1 шт.	#
Кабель последовательного интерфейса USB	1 шт.	WAPRZUSB
Кабель сетевой стандарта IEC C13	1 шт.	WAPRZ1X8BLIEC
Провод измерительный 3 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ голубой	1 шт.	WAPRZ003BUKRO15KV
Провод измерительный 3 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ красный	1 шт.	WAPRZ003REKRO15KV
Провод измерительный 3 м экранированный с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ чёрный	1 шт.	WAPRZ003BLKROE15KV
Ремень для переноски прибора W1	1 шт.	WAPOZSZE5
Футляр L4	1 шт.	WAFUTL4

9.2 Дополнительная комплектация

Наименование	Индекс
Зонд для измерения сопротивления пола и стен PRS-1	WASONPRS1
Комплект измерительных разъёмов для фазных и нулевых шин AR-468	WAADAR468RU
Провод измерительный 1,8 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ голубой	WAPRZ1X8BUKRO15KV
Провод измерительный 5 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ голубой	WAPRZ005BUKRO15KV
Провод измерительный 10 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ голубой	WAPRZ010BUKRO15KV
Провод измерительный 20 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ голубой	WAPRZ020BUKRO15KV
Провод измерительный 1,8 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ красный	WAPRZ1X8REKRO15KV
Провод измерительный 5 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ красный	WAPRZ005REKRO15KV
Провод измерительный 10 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ красный	WAPRZ010REKRO15KV
Провод измерительный 20 м с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ красный	WAPRZ020REKRO15KV
Провод измерительный 1,8 м экранированный с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ чёрный	WAPRZ1X8BLKROE15KV
Провод измерительный 5 м экранированный с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ чёрный	WAPRZ005BLKROE15KV
Провод измерительный 10 м экранированный с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ чёрный	WAPRZ010BLKROE15KV
Провод измерительный 20 м экранированный с разъёмом «банан» и зажимом «Крокодил» 15 кВ чёрный	WAPRZ020BLKROE15KV

10 ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА



В случае нарушения правил эксплуатации оборудования, установленных Изготовителем, может ухудшиться защита, применяемая в данном приборе.

Корпус измерителя можно чистить мягкой влажной фланелью. Нельзя использовать растворители, абразивные чистящие средства (порошки, пасты и так далее).

Электронная схема измерителя не нуждается в чистке, за исключением гнезд подключения измерительных проводов.

Измеритель, упакованный в потребительскую и транспортную тару, может транспортироваться любым видом транспорта на любые расстояния.

Допускается чистка гнезд подключения измерительных проводов с использованием безворсистых тампонов.

Все остальные работы по обслуживанию проводятся только в авторизованном Сервисном Центре ООО «СОНЭЛ».

Ремонт прибора осуществляется только в авторизованном Сервисном Центре.

11 УТИЛИЗАЦИЯ

Измеритель, предназначенный для утилизации, следует передать Производителю. В случае самостоятельной утилизации её следует проводить в соответствии с действующими правовыми нормами.

12 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВИТЕЛЕ

SONEL S.A., Poland, 58-100 Swidnica, ul. Wokulskiego 11

Tel: +48 74 85 83 800

Fax: +48 74 85 83 809

E-mail: sonel@sonel.pl

Internet: www.sonel.pl