



МЕТОДИКА

выполнения измерений прибором

TM-5001



СОДЕРЖАНИЕ

1	НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3	ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
4	ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	9
4.1	Измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин	9
4.1.1	Методы измерения	10
5	СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	15
5.1	Основные технические характеристики.....	16
5.2	Дополнительные технические характеристики.....	18
6	ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ	18
6.1	Настройка измерителя	18
6.2	Питание измерителя	20
6.2.1	Информация о состоянии элементов питания	20
6.2.2	Замена элементов питания	21
6.2.3	Зарядка аккумуляторов	21
7	ИЗМЕРЕНИЕ.....	22
7.1	Измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин.	22
7.1.1	Двухпроводный метод измерения	22
7.1.2	Трехпроводный метод измерения	26
7.1.3	Измерение сопротивления изоляции нарастающим напряжением Ramp Test	27
8	ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ.....	30
9	ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ	33
10	ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	33
10.1	Нормативы, процедура и периодичность контроля погрешности результатов выполняемых измерений.....	33
10.2	Требование к протоколу испытаний электроустановки здания (ГОСТ Р 50517.16).....	33
11	РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ ПРОТОКОЛОВ	36



11.1 Протокол измерения сопротивления изоляции электропроводок и кабельных линий..... 36



1 Назначение и область применения

Целью документа является обеспечение качественного и безопасного проведения работ при производстве испытаний (измерений).

Электрооборудование, вновь вводимое в эксплуатацию, должно быть подвергнуто приемосдаточным испытаниям в соответствии с требованиями главы 1.8 ПУЭ. Приемосдаточные испытания рекомендуется проводить в нормальных условиях окружающей среды, указанных в государственных стандартах. При проведении приемосдаточных испытаний электрооборудования, не охваченного настоящими нормами, следует руководствоваться инструкциями заводов-изготовителей. Для проведения приемосдаточных испытаний должна быть представлена необходимая проектная документация об испытываемой электроустановке и необходимая заводская документация (сертификаты, инструкции и т. д.).

Нормы испытаний электрооборудования и аппаратов электроустановок Потребителей, эксплуатирующих действующие электроустановки, приведены в приложении 3 ПТЭЭП.

Измерения, испытания должны проводиться квалифицированным персоналом. По завершению должен быть составлен протокол.

Основные виды испытаний и измерений, необходимые при сдаче электроустановки в эксплуатацию и обслуживание действующих электроустановок:

- измерение сопротивления изоляции электропроводок и кабельных линий;
- измерение сопротивления заземляющих устройств;
- проверка наличия цепи между заземленными установками и элементами заземленной установки;
- проверка цепи «фаза-нуль» в электроустановках до 1000 В с системой TN;
- проверка работы устройств защитного отключения (УЗО);
- проверка действия расцепителей автоматических выключателей.

2 Нормативные ссылки

1. Конституция РФ;
2. Уголовный кодекс РФ (УК РФ). Федеральный закон от 13.06.1996 N 63-ФЗ;
3. Кодекс РФ об административных правонарушениях (КоАП РФ) от 30.12.2001 N 195-ФЗ;
4. Федеральный закон от 30.12.01 № 197-ФЗ "Трудовой кодекс РФ".
5. Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений», от 26.06.2008г. №102-ФЗ (ред. От 23.06.2014г.);
6. Приказ от 18 июля 1994 г. N 125 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений»;
7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
8. Правила устройств электроустановок ;



9. ГОСТ Р 50571.16-2007 «Электроустановки низковольтные», часть 6. Испытания;
10. ПОТЭЭ, Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок;
11. ГОСТ Р 50571.1- 2009 «Электроустановки низковольтные», Основные положения;
12. ГОСТ Р 50571.3 - 2009 «Электроустановки низковольтные», часть 4. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током;
13. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
14. ГОСТ Р 51327.1-2010 «Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний»
15. РД 153-34.0-20.525-00 «Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок»;
16. ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений»;
17. Документация заводов-изготовителей приборов, используемых в проведении работ.
18. ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам (с Изменением N 1);
19. ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (с Изменением N 1).
21. ГОСТ 24682-81 Изделия электротехнические. Общие технические требования в части стойкости к воздействию специальных сред (с Изменениями N 1, 2)
22. ГОСТ Р 50345-2010 Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока
23. ГОСТ Р 50030.2-2010 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели
24. ГОСТ 24940-96 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности
25. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

3 Термины и определения

Выравнивание потенциалов - снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу



или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

Глухозаземленная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству.

Двойная изоляция - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляций.

Дополнительная изоляция - независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

Естественный заземлитель - сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления.

Заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Защита при косвенном прикосновении - защита от поражения электрическим током при прикосновении к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции.

Защитное заземление - заземление, выполняемое в целях электробезопасности.

Защитное уравнивание потенциалов - уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

Защитный (РЕ) проводник - проводник, предназначенный для целей электробезопасности.

Защитный заземляющий проводник - защитный проводник, предназначенный для защитного заземления.

Защитный проводник уравнивания потенциалов - защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов.

Защитное автоматическое отключение питания - автоматическое размыкание цепи одного или нескольких фазных проводников (и, если требуется, нулевого рабочего проводника), выполняемое в целях электробезопасности.

Зона растекания (локальная земля) - зона земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала.

Искусственный заземлитель - заземлитель, специально выполняемый для целей заземления.



Квалифицированный обслуживающий персонал - специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок.

Косвенное прикосновение - электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Коэффициент абсорбции — это отношение измеренного сопротивления изоляции через 60 секунд после приложения напряжения (R60) к измеренному сопротивлению изоляции через 15 секунд (R15).

Методика выполнения измерений – совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленной погрешностью (неопределенностью).

Напряжение на заземляющем устройстве - напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземлитель и зоной нулевого потенциала.

Напряжение прикосновения - напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного.

Наряд - допуск (наряд) - задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасное выполнение работы.

Неопределенность измерений – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине.

Нулевой защитный проводник - защитный проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N) — проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока.

Основная изоляция - изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

Открытая проводящая часть - доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.



Персонал административно - технический - руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках.

Персонал неэлектротехнический - производственный персонал, не попадающий под определение "электротехнического", "электротехнологического" персонала.

Персонал оперативный - персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации)

Персонал оперативно - ремонтный - ремонтный персонал, специально обученный и подготовленный для оперативного обслуживания в утвержденном объеме закрепленных за ним электроустановок.

Персонал ремонтный - персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования

Персонал электротехнический - административно - технический, оперативный, оперативно - ремонтный, ремонтный персонал, осуществляющий монтаж, наладку, техническое обслуживание, ремонт, управление режимом работы электроустановок.

Проводящая часть - часть, которая может проводить электрический ток.

Прямое прикосновение - электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

Работа без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи них - работа, выполняемая с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением (рабочим или наведенным), или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимых.

Работы со снятием напряжения - работа, когда с токоведущих частей электроустановки, на которой будут проводиться работы, отключением коммутационных аппаратов, отсоединением шин, кабелей, проводов снято напряжение и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы.

Распоряжение - задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и лиц, которым поручено ее выполнение, с указанием группы по электробезопасности.

Система TN-C - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении.

Система TN-S - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении.

Система TN-C-S - система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания.



Совмещенные нулевой защитный и нулевой рабочий (PEN) проводники - проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающие функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников.

Сопротивление изоляции – отношение напряжения, приложенного к диэлектрику, к протекающему сквозь него току (току утечки).

Сопротивление заземляющего устройства - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

Сторонняя проводящая часть - проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

Ток утечки - ток, который протекает в землю или на сторонние проводящие части в электрически неповрежденной цепи.

Токоведущая часть - проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник).

Уравнивание потенциалов - электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

Усиленная изоляция - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

4 Определяемые характеристики

4.1 Измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин

Сопротивление изоляции постоянному току $R_{из}$ является основным показателем состояния изоляции. Наличие грубых внутренних и внешних дефектов (повреждение, увлажнение, поверхностное загрязнение) снижает сопротивление изоляции. Определение $R_{из}$ (Ом) производится методом измерения тока утечки $I_{ут}$, проходящего через изоляцию, при приложении к ней выпрямленного напряжения:

$$R_{из} = U_{прил.выпр} / I_{ут}$$

В связи с явлением поляризации, имеющим место в изоляции, определяемое сопротивление $R_{из}$ зависит от времени с момента приложения напряжения. Правильный результат может дать измерение тока утечки по истечению 60 секунд после приложения, т.е. в момент, к которому ток абсорбции в изоляции в основном затухает.

Вторым основным показателем состояния изоляции машин и трансформаторов является коэффициент абсорбции. Коэффициент абсорбции $K_{абс}$ лучше всего определяет увлажнение изоляции. Коэффициент абсорбции $K_{абс}$ - это отношение $R_{из}$, измеренного мегаомметром через 60 сек с момента приложения напряжения, к $R_{из}$ измеренного через 15 секунд после начала приложения испытательного напряжения от мегаомметра:

$$K_{abc} = R_{60} / R_{15}$$

Если изоляция сухая, то коэффициент абсорбции значительно превышает единицу, в то время как у влажной изоляции коэффициент абсорбции близок к единице.

Объясняется это временем заряда абсорбционной емкости у сухой и влажной изоляции. В первом случае (сухая изоляция) время велико, ток заряда изменяется медленно значения R_{U3} , соответствующие 15 и 60 секундам после начала измерения, сильно различаются. Во втором случае (влажная изоляция) время мало - ток заряда изменяется быстро и уже к 15 секундам после начала измерения достигает установившегося значения, поэтому R_{U3} , соответствующие 15 и 60 секундам после начала измерения, почти не различаются.

4.1.1 Методы измерения

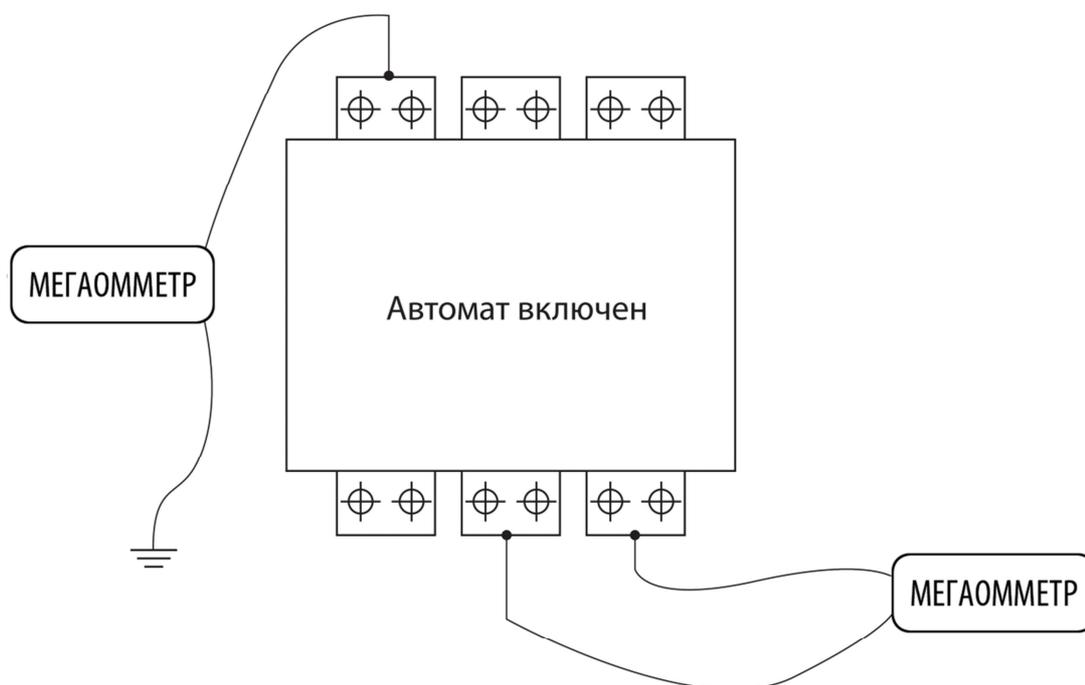


Рисунок 1 Измерение сопротивления изоляции автомата

При подготовке к выполнению измерений сопротивления изоляции проводят следующие операции:

- Проверяют по внешнему осмотру состояние выбираемого мегомметра, соединительных проводников, работоспособность мегомметра, согласно техническому описанию.
- Срок действия госповерки на мегомметр.
- При выполнении периодических профилактических работ в электроустановках, а так же при выполнении работ на реконструируемых объектах в электроустановках, подготовку рабочего места выполняет персонал предприятия, где выполняется работа согласно «Прави технической эксплуатации электроустановок потребителей»

Отсчет значений электрического сопротивления при измерении проводят по истечении 1 минуты с момента приложения измерительного напряжения к образцу, но не более чем через 5 минут,



если в стандартах или технических условиях на конкретные кабельные изделия или на другое измеряемое оборудование не предусмотрены другие требования.

Перед повторным измерением все металлические элементы кабельного изделия должны быть заземлены не менее чем за 2 мин.

Электрическое сопротивление изоляции отдельных жил одножильных кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий без металлической оболочки, экрана и брони – между токопроводящей жилой и металлическим стержнем; или между жилой и заземлением.
- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней – между токопроводящей жилой и металлической оболочкой или экраном, или броней.

Электрическое сопротивление изоляции многожильных кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий без металлической оболочки, экрана и брони – между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой или между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и заземлением.
- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней – между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и оболочкой или экраном, или броней.

При пониженном сопротивлении изоляции кабелей проводов и шнуров отличной от нормативных правил ПУЭ, ГОСТ необходимо выполнить повторные измерения с отсоединением кабелей, проводов и шнуров от зажимов потребителей и разведением токоведущих жил.

При измерении сопротивления изоляции отдельных образцов кабелей проводов и шнуров, они должны быть отобраны на строительные длины, намотанные на барабаны или бухты, или образцы длиной не менее 10 м, исключая длину концевых разделок, если в стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры не оговорена другая длина. Число строительных длин и образцов для измерения должно быть указано в стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры.

Сопротивление изоляции должны быть не менее значения, приведенного в ГОСТ Р 50571.16-2007, ПУЭ гл.1.8 и ПТЭЭП прил.3

В качестве примера приведены допустимые значения сопротивления изоляции для электрических аппаратов, вторичных цепей и электропроводок до 1000В (табл. 1.8.34 ПУЭ)

Допустимые значения сопротивления изоляции

Испытуемый элемент	Напряжение мегаомметра, В	Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции, МОм
1. Шины постоянного тока на щитах управления и в распределительных устройствах (при отсоединенных цепях)	500-1000	10
2. Вторичные цепи каждого присоединения и цепи питания приводов выключателей и разъединителей ¹⁾	500-1000	1
3. Цепи управления, защиты, автоматики и измерений, а также цепи возбуждения машин постоянного тока, присоединенные к силовым цепям	500-1000	1
4. Вторичные цепи и элементы при питании от отдельного источника или через разделительный трансформатор, рассчитанные на рабочее напряжение 60 В и ниже ²⁾	500	0,5
5. Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	0,5
6. Распределительные устройства ⁴⁾ , щиты и токопроводы (шинопроводы)	500-1000	0,5

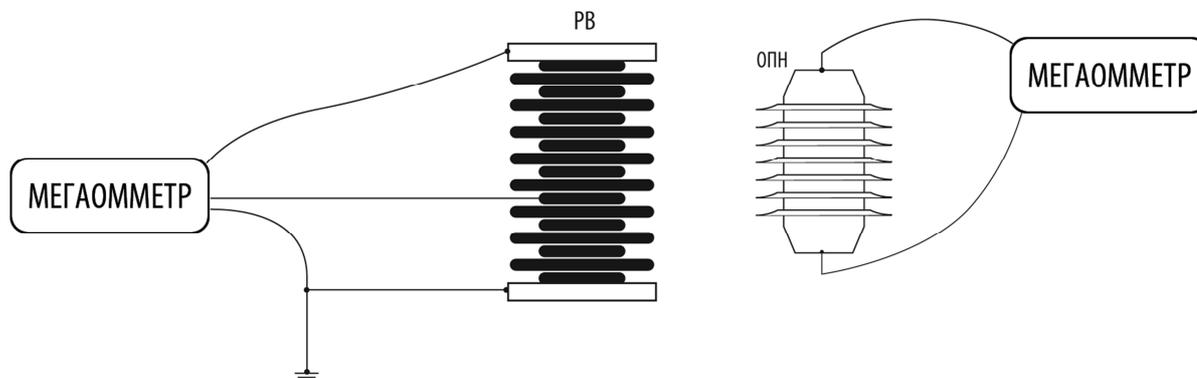
¹⁾ Измерение производится со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, пускатели, автоматические выключатели, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т.п.).

²⁾ Должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности микроэлектронных и полупроводниковых элементов.

³⁾ Сопротивление изоляции измеряется между каждым проводом и землей, а также между каждыми двумя проводами.

⁴⁾ Измеряется сопротивление изоляции каждой секции распределительного устройства.

Схемы для проведения испытаний различного электрооборудования представлены на рисунках 2-8.



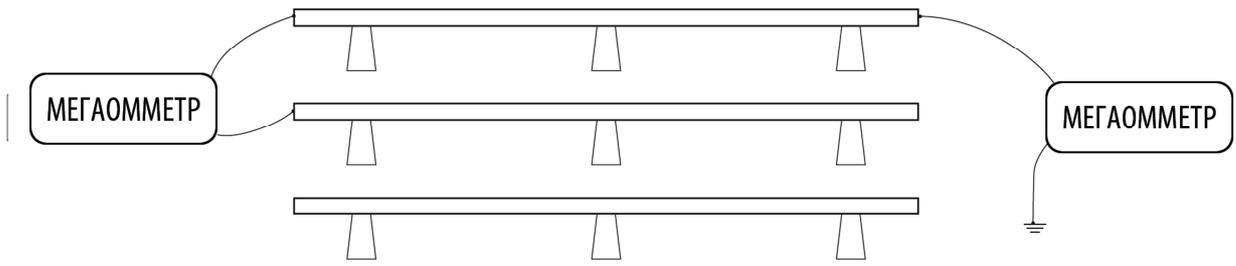


Рисунок 2 Схема измерения сопротивления изоляции изоляторов и шинопроводов

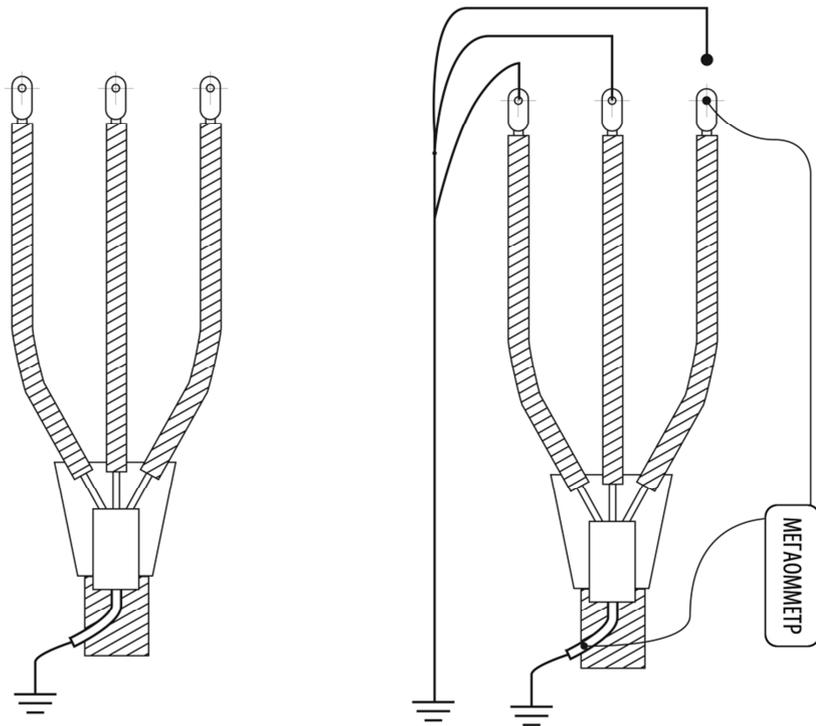


Рисунок 3 Схема измерения сопротивления изоляции отдельных образцов кабелей проводов и шнуров

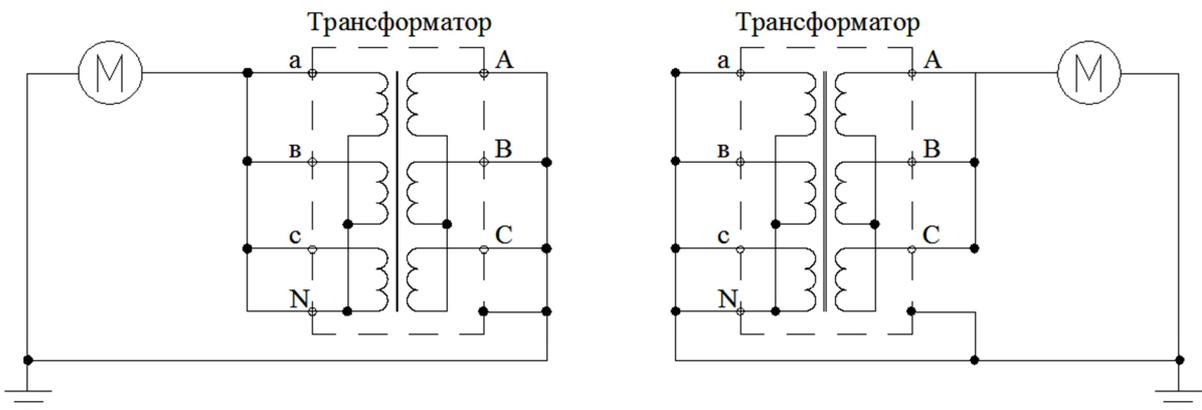


Рисунок 4 Схема измерения сопротивления обмоток

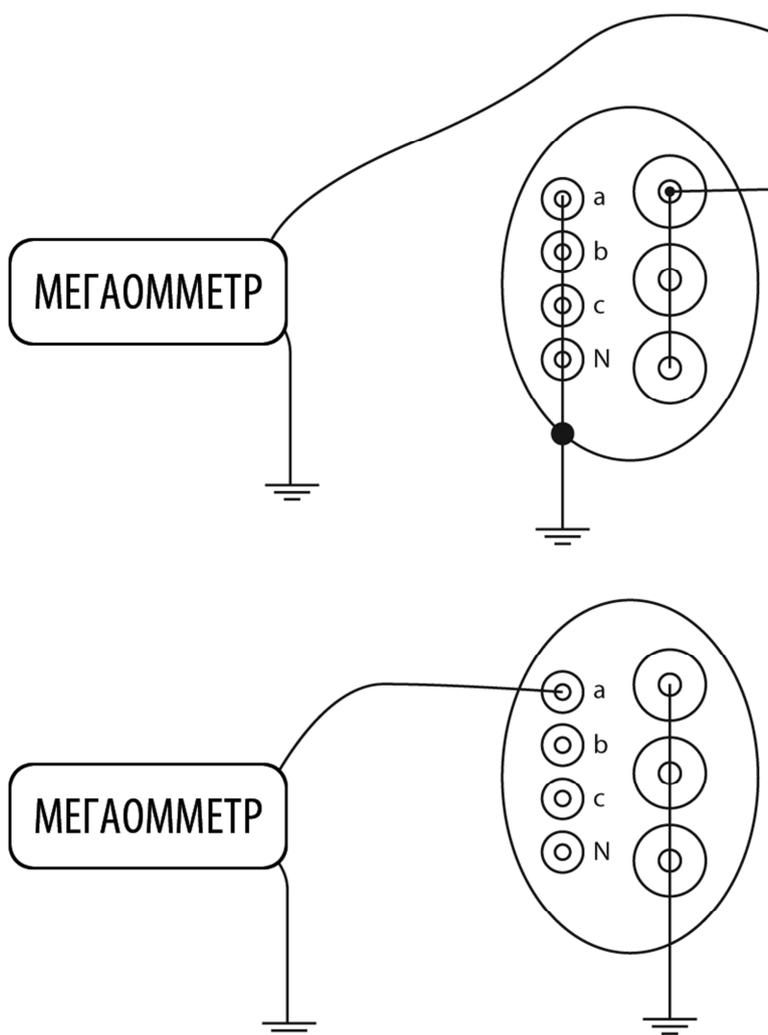


Рисунок 5 Измерение сопротивления изоляции обмоток

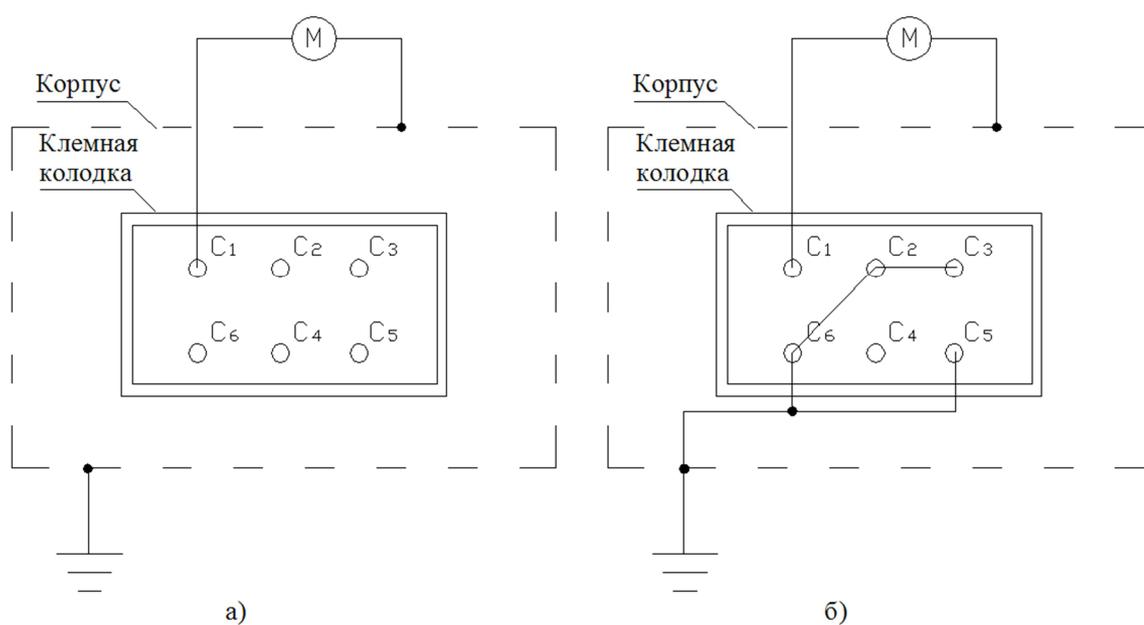


Рисунок 6 Измерение сопротивления изоляции обмотки электродвигателя
а) измерение сопротивления между обмоткой и корпусом

б) измерение сопротивления между одной обмоткой и остальными обмотками

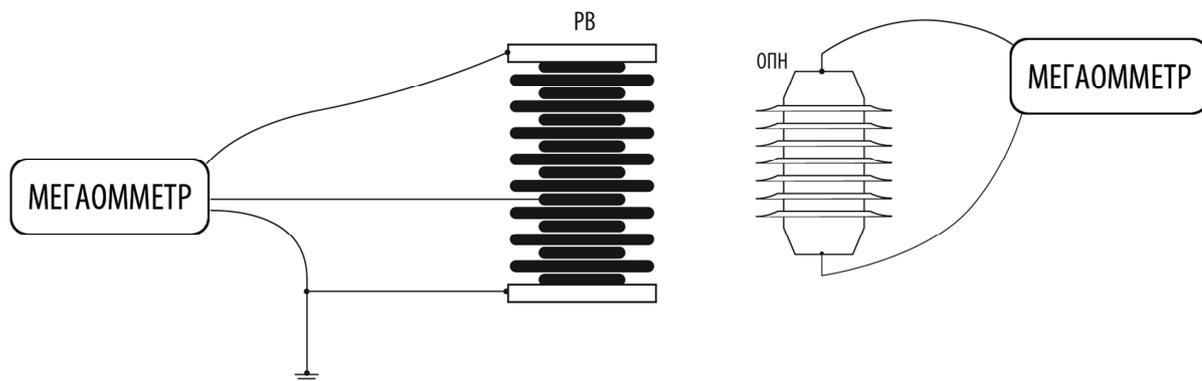


Рисунок 7 Измерение сопротивления изоляции ограничителей перенапряжения

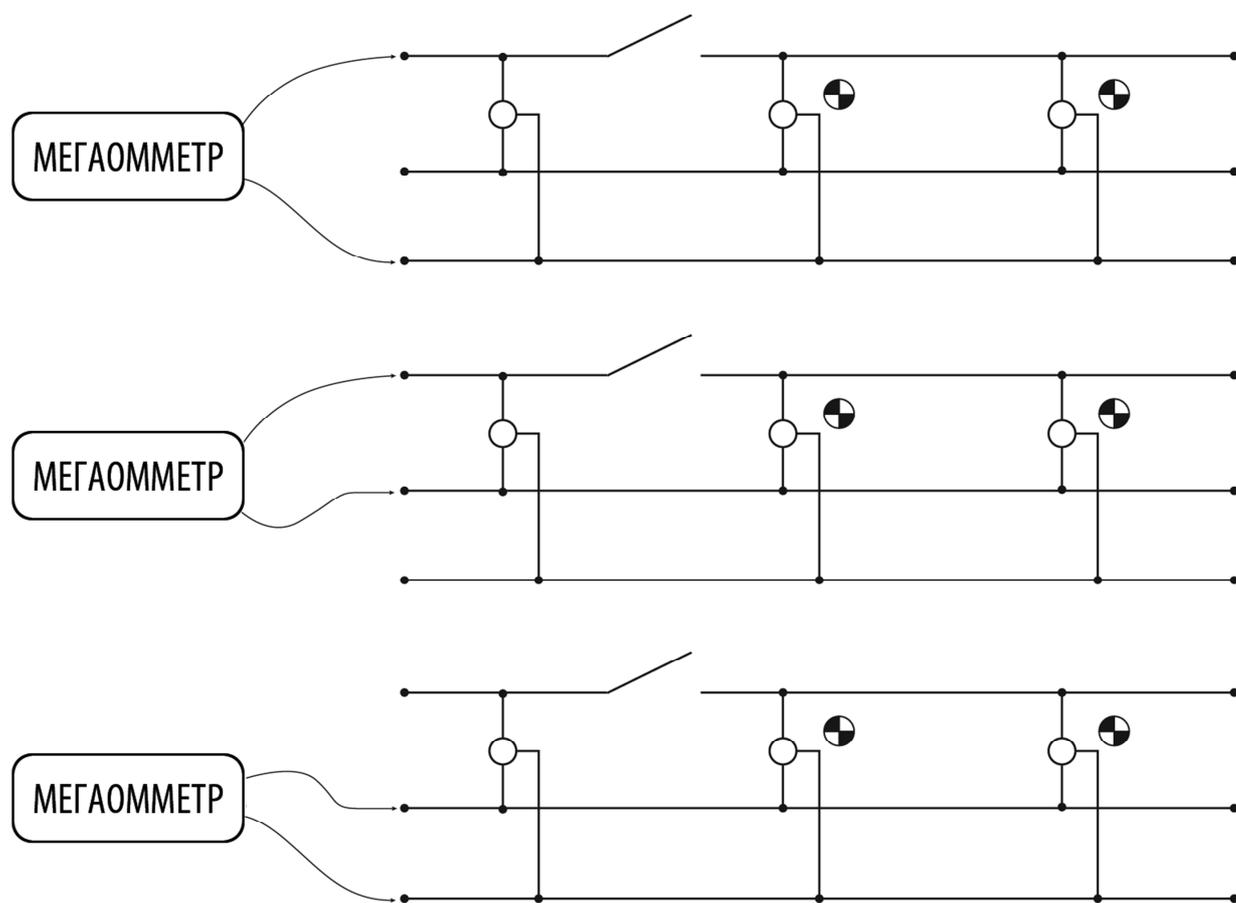


Рисунок 8 Измерение сопротивления изоляции ограничителей перенапряжения
(при проведении замера сопротивления между шинами N и PE провести отключение шины N от
шины N в распределительном щите.)

5 Средства измерений

ТМ-5001 – цифровой мегомметр, предназначенный для измерения сопротивления изоляции кабельных линий, проводов, обмоток трансформаторов, двигателей, других электро- и



телекоммуникационных установок. Максимальное измерительное напряжение составляет 5000 В постоянного тока, а диапазон измеряемого сопротивления ограничен величиной в 5000 ГОм. Установка трех интервалов времени позволяет автоматически рассчитывать коэффициент абсорбции (увлажненности) и поляризации (старения). В процессе измерения сопротивления изоляции прибор отображает величину тока утечки.

5.1 Основные технические характеристики

Сокращение «е.м.р.» в определении основной погрешности обозначает «единица младшего разряда».

Сокращение «и.в.» в определении основной погрешности обозначает «измеренная величина»

Измерение напряжения постоянного/переменного тока

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...299,9В	0,1В	± (3% и.в. + 2 е.м.р.)
300...750В	1В	

Частота переменного напряжения: 45...65 Гц

Измерение сопротивления изоляции

Диапазон измерений, согласно ГОСТ Р МЭК 61557-2-2013 $R_{ISO\ min} = U_{ISO\ nom} / I_{ISO\ nom} \dots 5ТОм$ ($I_{ISO\ nom} = 1мА$)

Двухпроводное измерение:

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...999,9кОм	0,1кОм	± (3% и.в. + 20 е.м.р.)
1,000...9,999МОм	0,001МОм	
10,00...99,99МОм	0,01МОм	
100,0...999,9МОм	0,1МОм	
1,000...9,999ГОм	0,001ГОм	
10,00...99,99ГОм	0,01ГОм	
100,0...999,9ГОм	0,1ГОм	
1,000...5,000ТОм	1ГОм	± (4 % и.в. + 50 е.м.р.)

- Превышение диапазона сигнализируется отображением > xxxx ГОм (где xxxx — это предельное значение для выбранного диапазона).

Ориентировочные максимальные значения измеряемого сопротивления в зависимости от напряжения измерения приведены в таблице ниже. Для других напряжений пределы диапазона можно рассчитать по формуле, приведённой ниже.

Напряжение	Диапазон измерений
до 100В	50ГОм
200В...400В	100ГОм
500В...900В	250ГОм
1000В...2400В	500ГОм
2500В	1000ГОм
5000В	5000ГОм



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, измеряемое без ограничения тока преобразователя;
- $U_{ISO\ nom}$ – номинальное напряжение измерения;
- $I_{ISO\ nom}$ – номинальный ток преобразователя (1 мА).

Измерение тока утечки

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0... $I_{L\ max}$	милли-, микро-, нано-	Рассчитывается на основании показаний сопротивления

- $I_{L\ max}$ – максимальный ток при коротком замыкании проводов, разрешение и размерность вытекают из диапазона измерения сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции в режиме RampTest

Диапазон	Разрешение	Основная погрешность
0...999,9кОм	0,1кОм	± (5 % и.в. + 40 е.м.р.)
1,000...9,999МОм	0,001МОм	
10,00...99,99МОм	0,01МОм	
100,0...999,9МОм	0,1МОм	
1,000...9,999ГОм	0,001ГОм	
10,00...99,99ГОм	0,01ГОм	
100,0...999,9ГОм	0,1ГОм	
1,000...4,999ТОм	0,001ТОм	

- Таблица для скорости нарастания измерительного напряжения $t \leq 5В/сек.$;
- Для скорости нарастания измерительного напряжения $t > 5В/сек.$ погрешность измерения сопротивления изоляции не определена;
- Для скорости нарастания измерительного напряжения $t > 50В/сек.$ результат измерения сопротивления изоляции не отображается;
- Измерение возможно для ёмкости объекта не более, чем 1мкФ.

Измерение напряжения пробоя в режиме RampTest

Диапазон	Разрешение	Выбранное U_{ISO}	Основная погрешность
25,0...99,0В	0,1В	$\leq 600В$	± (5% и.в. ± 10 е.м.р)
100...600В	1В	$\leq 600В$	± (5% и.в. ± 4 е.м.р)
25...999В	1В	$> 600В$	± (5% и.в. ± 5 е.м.р)
1,00...5,00кВ	10В	$> 600В$	± (5% и.в. ± 4 е.м.р)

- Измерение возможно для ёмкости объекта не более, чем 1мкФ.

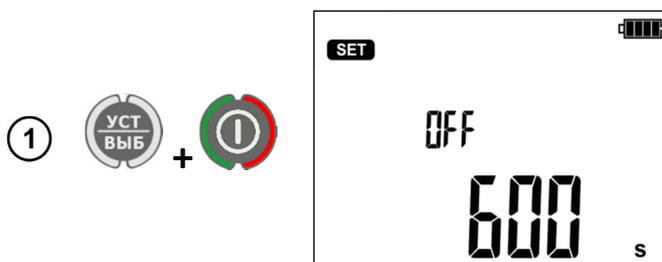
5.2 Дополнительные технические характеристики

Питание	
Питание измерителя	- Пакет аккумуляторов SONEL NiMH 9,6В 2Ач - Постоянный ток 11÷14,5В 2,5А
Категория электробезопасности	CAT IV/600В
Параметры сети источника питания ЗУ	90В...264В; 50...60Гц
Диапазон температур зарядки аккумулятора в режиме 500мА	+10°C...+40°C
Время «быстрой зарядки/подзарядки» аккумулятора	4/10 часов

Условия окружающей среды и другие технические данные	
Диапазон рабочих температур	-20°C...+40°C
Диапазон температур при хранении	-20°C...+60°C
Влажность	20...90%
Степень защиты, согласно ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	IP65
Нормальные условия для поверки	Температура окружающей среды: +23°C ±2°C Влажность: 40...60%
Размеры	200 x 150 x 75мм
Масса	около 1,0кг
Дисплей	Сегментный ЖКИ
Память для хранения данных	990 ячеек
Высота над уровнем моря	< 2000м
Соответствие	ГОСТ Р МЭК 61557-1-2005
Изоляция	Двойная согласно ГОСТ IEC 61010-1-2014 ГОСТ IEC 61557-2-2013
Электромагнитная совместимость	ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 ГОСТ Р 51522.2.2-2014 (МЭК 61326-2-2:2005)

6 Подготовка прибора к работе

6.1 Настройка измерителя



Включите измеритель, удерживая нажатой клавишу **УСТ/ВЫБ**.



Клавишами  и  установите значение времени функции автоматического выключения **OFF** или отключите эту функцию (горизонтальные чёрточки ----). Функция автоматического выключения **OFF** через заданное время

приведёт к отключению неиспользуемого прибора.

3



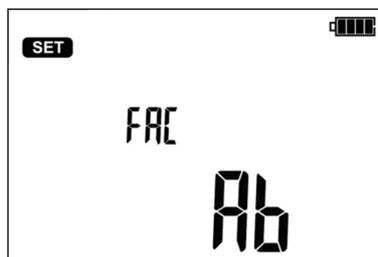
Клавишами ◀ и ▶ перейдите к следующему экрану настройки функции звуковых сообщений **bEEP**.

4



Клавишами ▲ и ▼ установить активацию звуковых сообщений во включенное **ON** или отключенное **OFF** состояние.

5



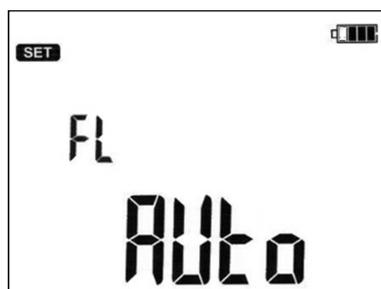
Клавишами ◀ и ▶ перейти к функции **FAC**: выбору коэффициентов абсорбции или поляризации.

6



Клавишами ▲ и ▼ установить функцию измерения **Ab** или **PI**.

7



Клавишами ◀ и ▶ перейдите к настройке фильтрации **FL**.

Измеритель TM-5001 содержит аналоговый фильтр, подавляющий переменную составляющую тока и позволяющий выполнить измерения в среде сильных электромагнитных помех.

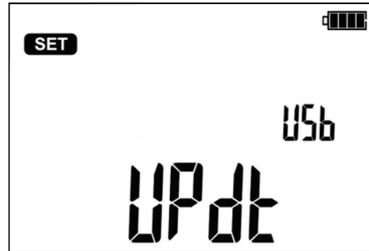
Активация фильтра **FL** вызывает незначительное увеличение времени стабилизации выполняемых измерений. Прибор содержит 3 режима настройки работы фильтра.

Клавишами ◀ и ▶ установите требуемый режим фильтрации:

- **AUTO** – Обнаружение шума вызывает включение фильтра и отображение надписи **NOISE**. Рекомендуемая настройка.
- **ON** – Фильтр всегда включен, обнаружение шума (несмотря на включенный фильтр) вызывает отображение надписи **NOISE**.

- **OFF** – Фильтр всегда выключен, обнаружение шума вызывает отображение надписи **NOISE**.

8



Клавишами ◀ и ▶ перейти к следующему экрану обновления программного обеспечения измерителя: **UPdt**.

9



Нажмите клавишу **ВВОД** для входа в режим обновления.

После изменения настройки параметров, можно покинуть меню установок (не относится к экрану в режиме обновления):

10



Нажмите клавишу **ВВОД**, чтобы сохранить настройки.



или клавишу **СТОП/ОТМ** для перехода к экрану измерений без сохранения изменений.

6.2 Питание измерителя

6.2.1 Информация о состоянии элементов питания

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.



6.2.2 Замена элементов питания

ВНИМАНИЕ!

Измеритель TM-5001 работает от фирменного аккумулятора SONEL NiMH 9,6В, который можно заменить только в авторизованной службе сервиса.

6.2.3 Зарядка аккумуляторов

Измеритель выключен: аккумуляторы заряжаются по алгоритму «быстрой зарядки» - процесс зарядки занимает около 4 часов. Окончание процесса зарядки сигнализируется полным заполнением символа аккумулятора, сообщением **FULL** и звуковым сигналом. Чтобы полностью отключить прибор, необходимо вынуть вилку питания зарядного устройства.

Измеритель включен: аккумуляторы заряжаются по алгоритму «подзарядки» - этот процесс может продолжаться дольше, чем процесс зарядки выключенного прибора. Окончание процесса зарядки сигнализируется полным заполнением символа аккумулятора и звуковым сигналом. Если время подзарядки превысит 10 часов, измеритель автоматически выключается по соображениям безопасности.

Чтобы полностью отключить прибор, необходимо вынуть вилку питания зарядного устройства и выключить измеритель.

Внимание

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

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 на дисплее

Сигнализация	Причина	Действия
Err ACU Hi°C	Слишком высокая температура аккумуляторов.	Подождите, пока аккумуляторы охладятся. Начните зарядку снова.
Err ACU Lo°C	Слишком низкая температура аккумуляторов	Подождите, пока аккумуляторы нагреются. Начните зарядку снова.
Err ACU X (где X — это номер ошибки)	Аварийное состояние.	Начните зарядку снова. Если это не помогает, то возможно повреждение пакета аккумуляторов – свяжитесь с Сервисным Центром.
Нет символа аккумулятора (при подключенном зарядном устройстве)	Отключенный или неисправный аккумулятор.	Свяжитесь с Сервисным Центром производителя.

7 Измерение

7.1 Измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин.

ВНИМАНИЕ

Подключение поврежденных или нестандартных измерительных проводов, в частности, не рассчитанных на высокое напряжение, грозит поражением электрическим током или очень большими погрешностями измерения.

ВНИМАНИЕ

Перед подключением измерителя к объекту, убедитесь в отсутствии на нем напряжения!

7.1.1 Двухпроводный метод измерения

①  Клавишами << или >> перейти к измерению R_{ISO} (горит светодиод ). Прибор находится в режиме измерения напряжения.

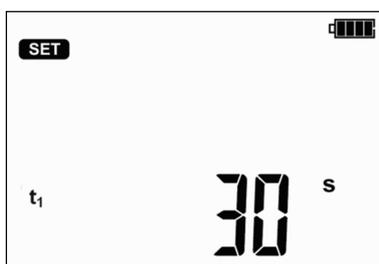
②  Нажимая клавишу **УСТ/ВЫБ** можно перейти к выбору измерительного напряжения U_{ISO} (50В...500В с шагом 50В и свыше 500В с шагом в 100В), времени для расчёта коэффициентов абсорбции/поляризации t_1 , t_2 , t_3 (до 600сек.) и интервала между точками характеристики **ChA** (15, 30, 45 или 60сек.).

 Клавишами  и  задайте значение испытательного напряжения U_{ISO} .

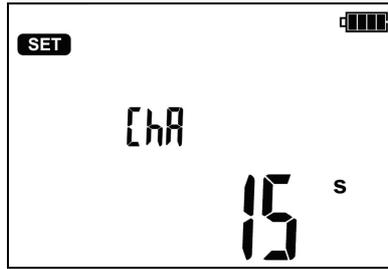
③  и подтвердите его нажатием клавиши **ВВОД**

или продолжите нажатием клавиши  и перейдите к установке времени для установки коэффициентов абсорбции/поляризации.

④



С помощью клавиш  и  задайте значение t_1 , затем нажимая клавишу  перейдите к установке t_2 , а потом t_3 .



Следующее нажатие ➡ вызывает переход к установке интервала времени **ChA** для снятия характеристики R_{ISO} .

5



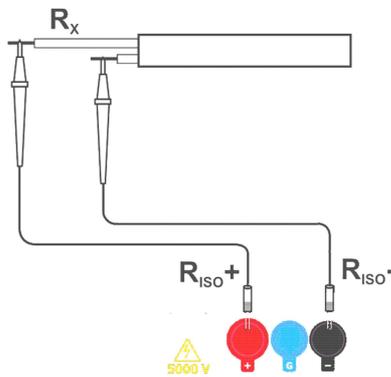
Клавишами ⬆ и ⬇ установите значение интервала (15, 30, 45 или 60сек.). Горизонтальные чёрточки означают отсутствие снятия характеристики.

6



Нажмите клавишу **ВВОД**, чтобы сохранить настройки или клавишу **СТОП/ОТМ** для выхода без сохранения изменений.

7



Подключите измерительные провода согласно рисунку.

8



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

9



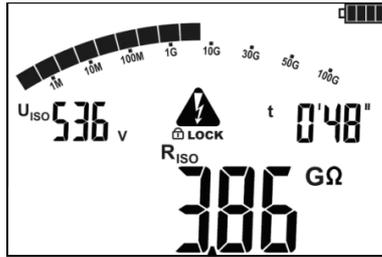
Нажмите и удерживайте клавишу **СТАРТ**. Измерение выполняется непрерывно, вплоть до отпущания кнопки или по достижению запрограммированного времени.

10



В целях блокировки измерения нажмите клавишу **СТАРТ** и удерживайте в течение 5сек. или нажмите клавишу **ВВОД**, удерживая нажатой клавишу **СТАРТ** - появится символ **LOCK** информирующий об автоматическом измерении, после чего можно отпустить клавиши. Измерение будет завершено после истечения наибольшего из заданных параметров времени t_1 , t_2 или t_3 . Для того, чтобы прервать измерение досрочно или прекратить его в случае отсутствия заданных t_1 , t_2 или t_3 (измерение без ограничения времени) еще раз нажмите на кнопку **СТАРТ** или **СТОП/ОТМ**.

11



Вид экрана во время измерения. **LOCK** означает, что идёт автоматическое измерение т.е. запущенное с помощью клавиши **ВВОД** или при нажатии и удерживании клавиши **СТАРТ** в течение приблизительно 5 секунд.



Нажимая клавишу **УСТ/ВЫБ**, можно переключиться к отображению значения тока утечки I_L .

12



После окончания или прерывания измерения, на дисплее можно считать результат. Отображаются результаты всех измерений, которые были проведены (также в случае прерывания измерения, например, по истечении 60сек.). Если прибор переключился в состояние готовности, то результат измерения можно восстановить на экран клавишей **ВВОД**.

Клавишами **←** и **→** можно просматривать отдельные составляющие результата в порядке:

13



- При измерении коэффициента абсорбции:

$Rt_2 \rightarrow I_{Lt_2} \rightarrow Rt_1 \rightarrow I_{Lt_1} \rightarrow R_{ISO} \rightarrow I_L \rightarrow Ab2 \rightarrow Ab1 \rightarrow Rt_3 \rightarrow I_{Lt_3} \rightarrow Rt_2$.

- При измерении коэффициента поляризации:

$Rt_2 \rightarrow I_{Lt_2} \rightarrow Rt_1 \rightarrow I_{Lt_1} \rightarrow R_{ISO} \rightarrow I_L \rightarrow PI \rightarrow DAR \rightarrow Rt_3 \rightarrow I_{Lt_3} \rightarrow Rt_2$.

В случае прерывания измерений отображаются частичные результаты измерений, которые были проведены, а также ---- (прочерки) для измерений, которые не были сделаны.

Внимание

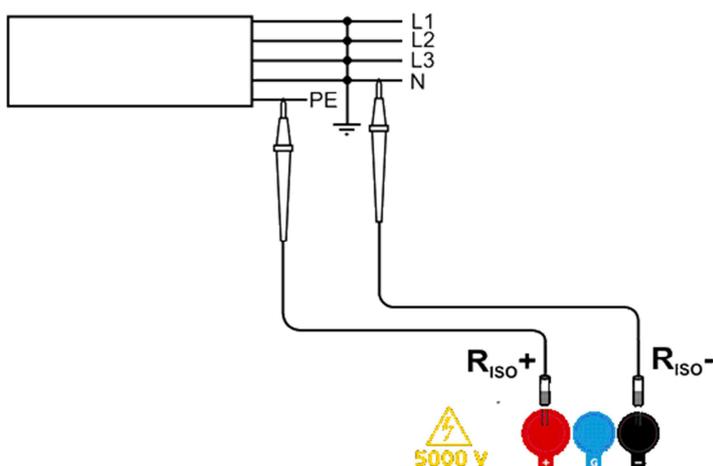
При измерениях сопротивления изоляции на зондах измерительных проводов прибора ТМ-5001 присутствует опасное напряжение до 5000В.

Внимание 

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 ($t_1 < t_2 < t_3$).
- 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 20сек. измерение останавливается.
- Если таймер доходит до предустановленных значений (значения времени t_x или времени характеристики), то в течение 1сек. на месте U_{ISO} отображается символ этой точки и выдаётся длинный звуковой сигнал.
- Если величина какого-либо из измеренных частичных сопротивлений находится за пределами диапазона, то значение коэффициентов абсорбции не отображается, а высвечиваются горизонтальные чёрточки.
- Во время измерения мигает жёлтый светодиод.
- После окончания измерения, происходит разряд ёмкости измеряемого объекта путём замыкания разъёмов R_{ISO+} и R_{ISO-} сопротивлением номиналом в 100кОм. Отображается сообщение «diS». Не отсоединяйте измерительные провода до полного окончания разрядки объекта.
- Если при просмотре результатов на клеммах R_{ISO} появляется напряжение, светодиод R_{ISO} будет мигать красным цветом, кроме того, вырабатывается двухтональный звуковой сигнал.

В случае измерения сопротивления изоляции силовых кабельных линий, нужно измерять сопротивление между каждой жилой и остальными, накоротко замкнутыми и заземлёнными (рисунок ниже):



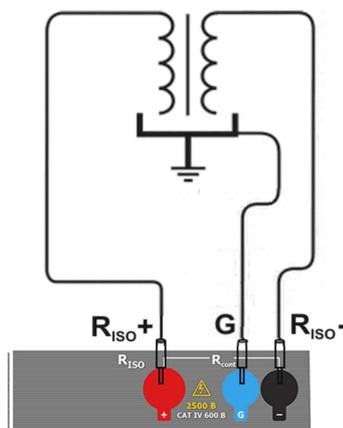
Дополнительная информация, отображаемая на дисплее

	Наличие напряжения на клеммах измерительного прибора.
NOISE!	На исследуемом объекте присутствует напряжение помех более 25В, но менее 50В. Измерение возможно, однако, может возникнуть дополнительная погрешность.
надпись READY исчезает, светодиод горит красным цветом, слышен двухтональный звуковой сигнал	На исследуемом объекте присутствует напряжение помех больше 50В. Измерения блокируются.
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 секунд в режиме измерения в случае, когда напряжение ранее достигло номинального уровня.
UdEE , светодиод R _{ISO} мигает красным цветом, слышен двухтональный звуковой сигнал	Во время измерения появилось переменное напряжение или не удалось разрядить объект в течение 30 секунд. НЕМЕДЛЕННО отсоедините измерительные провода.

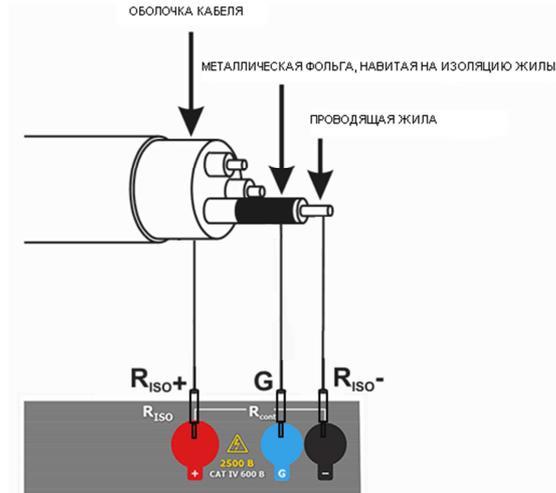
7.1.2 Трехпроводный метод измерения

Для того чтобы исключить влияние поверхностных токов при измерении сопротивления обмотки трансформатора, необходимо использовать трехпроводный метод измерения.

При измерении необходимо подключить разъем **G** к корпусу трансформатора.



При измерении сопротивления между жилой кабеля и экраном, влияние поверхностных токов (особое влияние оказывают при сложных погодных условиях) исключают присоединением



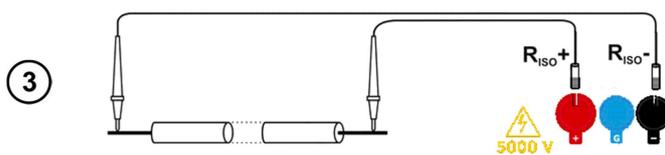
Таким же способом подключается разъем **G** при измерение сопротивления между двумя жилами к третьей, не участвующей в процессе измерения.

7.1.3 Измерение сопротивления изоляции нарастающим напряжением Ramp Test

- ①   Клавишами << или >> перейти к измерению **RampTest** (горит светодиод )



Надпись **READY** сигнализирует о готовности выполнения измерения нарастающим напряжением.



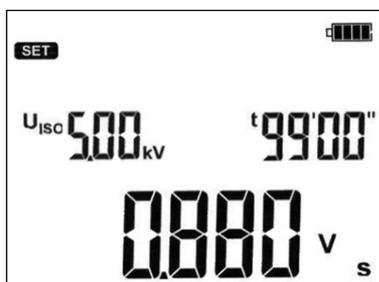
Подключите измерительные провода согласно рисунку.

- ④  Нажмите клавишу **УСТ/ВЫБ** для входа в настройки величины измерительного напряжения U_{ISO} и установки длительности измерения.

Установка измерительного напряжения U_{ISO} регулируется в диапазоне от 50В до 500В с шагом 50В, а выше 500В до 5кВ с шагом 100В.

Выбор времени измерения возможен в диапазоне от 5сек. до 99мин. Установка значения U_{ISO} и времени измерения позволяет рассчитать скорость нарастания напряжения, выраженную в В/сек. Скорость нарастания напряжения изменяется от значения 0,005В/сек. (для $U_{ISO}=50В$ и $t=99мин.$) до максимальной 996В/сек. (для $U_{ISO}=5кВ$ и $t=5сек.$). При задании скорости нарастания $\geq 50В/с$ измеритель покажет сообщение **FAST** и не отобразит значение измеренного сопротивления, а только величину напряжения пробоя.

5



6

Клавишами \uparrow и \downarrow задайте величину напряжения U_{ISO} , обозначенную пульсирующим свечением. С помощью клавиши \rightarrow можно приступить к установке времени $t=XX'$ для значений, выраженных в минутах или повторным нажатием клавиши \rightarrow перейти к установке времени $t=XX''$, выраженного в секундах.

7



Клавишей **ВВОД** подтвердите заданные значения.

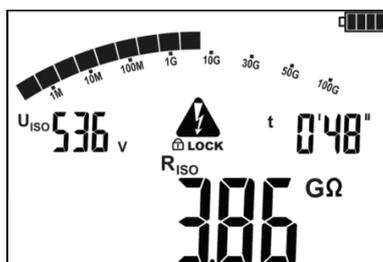
8



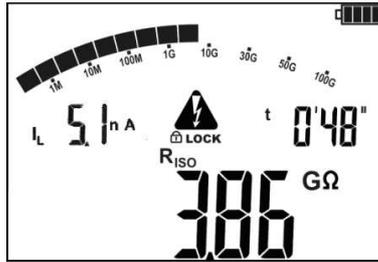
в течение 5сек.
или

Для начала измерения нажмите и удерживайте клавишу **СТАРТ**. В целях блокировки измерения нажмите клавишу **СТАРТ** и удерживайте в течение 5сек. или нажмите клавишу **ВВОД**, удерживая нажатой клавишу **СТАРТ** - появится символ **LOCK** информирующий об автоматическом измерении, после чего можно отпустить клавиши. Измерение будет завершено после истечения наибольшего из заданных параметров времени t_1 , t_2 или t_3 . Для того, чтобы прервать измерение досрочно или прекратить его в случае отсутствия заданных t_1 , t_2 или t_3 (измерение без ограничения времени) еще раз нажмите на кнопку **СТАРТ** или **СТОП/ОТМ**.

9



Вид экрана во время измерения. **LOCK** означает, что идёт автоматическое измерение т.е. запущенное с помощью клавиши **ВВОД** или при нажатии и удерживании клавиши **СТАРТ** в течение приблизительно 5 секунд.



Нажимая клавишу **УСТ/ВЫБ**, можно переключиться к отображению значения тока утечки I_L .

10

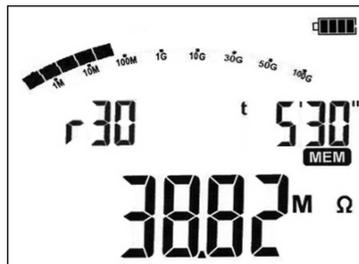


После окончания или прерывания измерения, на дисплее можно считать результат. Отображаются результаты всех измерений, которые были проведены (также в случае прерывания измерения). Если прибор переключился в состояние готовности, то результат измерения можно восстановить на экран клавишей **ВВОД**.

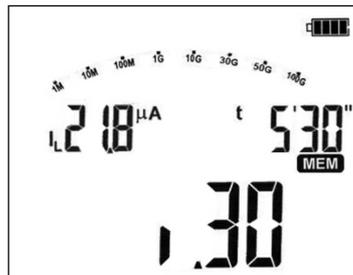
11



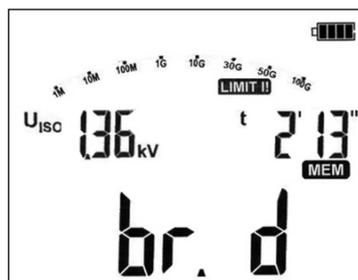
Клавишами **←** и **→** можно просмотреть измеренные значения сопротивления изоляции и тока утечки в конкретные промежутки времени.



Значение сопротивления R_{ISO} , измеренное в момент времени $t=5'30''$. Символ r_{30} обозначает выбранный отрезок времени, в котором зарегистрировано данное значение сопротивления изоляции.



Значение тока утечки I_L , измеренное в момент времени $t=5'30''$. Символ i_{30} обозначает выбранный отрезок времени, в котором зарегистрировано данное значение тока утечки.



В случае, когда превышена электрическая прочность тестируемой изоляции и произошел пробой, на главном поле экрана дисплей включит сообщение **br. d** (от англ. «breakdown», т.е. пробой).

Дополнительная информация, отображаемая на дисплее

NOISE!	На исследуемом объекте присутствует напряжение помех. Измерение возможно, но с дополнительной погрешностью, указанной в технических данных.
 , светодиод  мигает красным цветом, слышен двухтональный, звуковой сигнал.	Напряжение помех больше допустимого значения, измерение блокируется.
br. d	Breakdown - тестируемый объект повреждён. Изоляция была пробита.

Примечание:

В случае измерения в режиме **RampTest** аналоговый фильтр FL не активен.

8 Требование безопасности при проведении работ

В соответствии с главой XLVI «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.» работники ЭЛ (как работники организаций, направляемые для выполнения работ в действующих, строящихся, технически перевооружаемых, реконструируемых электроустановках и не состоящие в штате организаций – владельцев электроустановки) относятся к командированному персоналу.

Командируемые работники должны иметь удостоверения установленной формы о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках с отметкой о группе, присвоенной комиссией командировающей организации. Командирующая организация несет ответственность за соответствие присвоенных командированным работникам групп, а также за соблюдением персоналом нормативных документов по безопасному выполнению работ.

Организация работ командировочного персонала предусматривает прохождение следующих процедур выполняемых до начала работ:

- извещение организации-владельца электроустановки письмом о цели командировки, а также составе и квалификации командировочного персонала ЭЛ;

- определение и предоставление организацией-владельцем командированным работникам права работы в действующих электроустановках (в качестве выдающих наряд, ответственных руководителей и производителей работ, членов бригады);

- проведение с командированным персоналом по его прибытии вводного и первичного инструктажей по электробезопасности;



- ознакомление командированного персонала с электрической схемой и особенностями электроустановки, в которой ему предстоит работать (причем работник которому предоставляется право исполнять обязанности производителя работ должен пройти инструктаж по схеме электроснабжения электроустановки);

- проведение работниками организации-владельца подготовки рабочего места и допуск командированного персонала к работам.

Организация, в электроустановках которой производятся работы командированным персоналом, несет ответственность за выполнение предусмотренных мер безопасности и допуск к работам.

Работы выполняются на основании наряда-допуска, распоряжения или в порядке текущей эксплуатации в соответствии с требованиями главы XXXIX «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок. ПОТ ПЭЭ». Кроме того, при проведении испытаний и измерений следует :

1. Руководствоваться указаниями паспортов (инструкций по эксплуатации) используемых приборов и инструкций по технике безопасности (действующими на предприятии, где выполняются измерения), а также дополнительными требованиями по безопасности, определенными в нарядах-допусках, распоряжениях, инструктажах.
2. Проверять отсутствие напряжения (проверять отсутствие напряжения необходимо испытанным указателем напряжения, исправность которого должна быть проверена на заведомо находящихся под напряжением частях электроустановки - п. 19.1 «Правил по охране труда» ПОТЭЭ). Отсутствие напряжения следует проверять как между всеми фазами, так и между фазой и землей. Причем, в электроустановках с системой TN-C следует сделать не менее шести замеров, а в электроустановках с системой TN-S –десяти замеров.
3. Производить подключение и отключение всех измерительных приборов при снятом напряжении.
4. Обеспечивать применение защитных средств и инструмента с изолирующими рукоятками, испытанных согласно «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках», утвержденной приказом Минэнерго России от 30.06.2003 г. за № 261.



Производящая работы бригада должна состоять не менее чем из двух человек, в том числе производитель работ с группой по электробезопасности не ниже IV и член бригады с группой по электробезопасности не ниже III группы.

Руководитель группы, начальник ЭЛ (он же выдающий задание), должен иметь группу по электробезопасности V в электроустановках напряжением выше 1000 В и IV- в электроустановках напряжением до 1000 В. При проведении измерений запрещается приближаться к токоведущим частям на расстояния менее указанных в таблице 1.

Таблица 1

Допустимые расстояния до токоведущих частей,
находящихся под напряжением.

Напряжение, кВ		Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояние от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении, от стропов, грузозахватных приспособлений грузов, м
До 1	На ВЛ	0,6	1,0
	В остальных электроустановках	Не нормируется (без прикосновения)	1,0
1-35		0,6	1,0
60*,110		1,0	1,5
150		1,5	2,0
220		2,0	2,5
330		2,5	3,5
400*,500		3,5	4,5
750		5,0	6,0
1150		8,0	10,0

- * - постоянный ток

Внимание!

Перед использованием прибора, следует тщательно прочитать руководство по эксплуатации и придерживаться условий безопасности, а также рекомендаций Изготовителя. Применение прибора, несоответствующее указаниям Изготовителя, может быть причиной поломки прибора и источником серьезной опасности для Пользователя.

9 Погрешность измерения

$$\pm (u.в. \cdot \delta_u / 100 + X_1 \text{ емп}), \text{ где}$$

u.в. – измеряемая величина (показания прибора);

δ_u – относительная погрешность измерения %

X_1 – число единиц младшего разряда. Зависит от серии прибора и диапазона отображения (см. технические характеристики).

Дополнительная погрешность согласно ГОСТ Р МЭК 61557-2 (R_{ISO})

Влияющая величина	Обозначение	Дополнительная погрешность
Местоположение	E1	0%
Напряжение питания	E2	0% (не отображается ВАТ)
Температура 0...35°C	E3	0,1%/°C

Перед проведением измерений необходимо по возможности уменьшить количество факторов, вызывающих дополнительную погрешность.

10 Обработка результатов измерений

10.1 Нормативы, процедура и периодичность контроля погрешности результатов выполняемых измерений

Контроль точности результатов измерений обеспечивается ежегодной поверкой приборов в органах Госстандарта РФ. Приборы должны иметь действующие свидетельства о госповерке. Сроки действия свидетельства о поверке прибора должны быть приведены в протоколе. Выполнение измерений прибором с просроченным сроком поверки не допускается.

10.2 Требование к протоколу испытаний электроустановки здания (ГОСТ Р 50517.16)

- Протокол испытаний должен содержать достоверные, объективные и точные результаты испытаний, данные об условиях испытаний и погрешности измерений, заключение о соответствии испытуемой электроустановки здания требованиям нормативных документов и проектной документации и показывать точно, четко и недвусмысленно результаты испытаний и другую относящуюся к ним информацию.
- Протокол испытаний должен содержать следующие основные сведения:

- наименование и адрес испытательной лаборатории;

- регистрационный номер, дату выдачи и срок действия аттестата аккредитации, наименование аккредитующей организации, выдавшей аттестат (при наличии) или свидетельство о регистрации в органах государственного энергетического надзора;



- номер и дату регистрации протокола испытаний, нумерацию каждой страницы протокола, а также общее количество страниц;
- полное наименование электроустановки и ее элементный состав;
- код ОКП;
- наименование организации или фамилию, имя, отчество заказчика и его адрес;
- дату получения заявки на испытания;
- наименование и адрес монтажной организации;
- сведения о проектной документации, в соответствии с которой смонтирована электроустановка;
- сведения об актах скрытых работ (организация, номер, дата);
- дату проведения испытаний;
- место проведения испытаний;
- климатические условия проведения испытаний (температура, влажность, давление);
- цель испытаний (приемо-сдаточные, для целей сертификации, сличительные, контрольные);
- программу испытаний (объем испытаний в виде перечисления пунктов (разделов) нормативного документа на требования к электроустановке и ее элементному составу).

Примечание— Программа испытаний может быть приведена в приложении к протоколу испытаний;

- нормативный документ, на соответствие требованиям которого проведены испытания (стандарт, правила, нормы и т. п.);
- перечень применяемого испытательного оборудования и средств измерений с указанием наименования и типа испытательного оборудования и средств измерений, диапазона и точности измерений, данных о номере метрологического аттестата или свидетельства и дате последней и очередной аттестации и поверки;
- значения показателей по нормативным документам и допусков при необходимости;
- фактические значения показателей испытанных электроустановок с указанием погрешности измерений при необходимости;
- вывод о соответствии нормативному документу по каждому показателю;
- информацию о дополнительном протоколе испытаний, выполненных на условиях субподряда (при его наличии);
- заключение о соответствии (или несоответствии) испытанной электроустановки, ее элементов требованиям стандартов или других нормативных документов;



- подписи и должности лиц, ответственных за проведение испытаний и оформление протокола испытаний, включая руководителя испытательной лаборатории;

- печать испытательной лаборатории (или организации);

- указание о недопустимости частичной или полной перепечатки или размножения без разрешения заказчика (или испытательной лаборатории) (на титульном листе).

- На титульном листе указывают, что протокол испытаний распространяется только на электроустановку.
- Исправления и дополнения в тексте протокола испытаний после его выпуска не допускаются. При необходимости их оформляют только в виде отдельного документа «Дополнение к протоколу испытаний» (номер, дата) в соответствии с приведенными выше требованиями к протоколу. На конкретные виды испытаний могут оформляться отдельные протоколы, входящие в состав общего протокола испытаний электроустановки здания.
- В протоколе испытаний не допускается помещать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытанных электроустановок.
- Копии протоколов испытаний подлежат хранению в испытательной организации не менее шести лет.



11 Рекомендуемые формы протоколов

11.1 Протокол измерения сопротивления изоляции электропроводок и кабельных линий

Испытательная лаборатория электроустановок
Зданий (ИЛЭЗ)
Свидетельство о регистрации
Действительно до « » г.

Заказчик: « »
Объект:
Адрес: г. Москва,
Дата проведения измерений: « » _____ 20__ г.

ПРОТОКОЛ № _____
проверки сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин

Климатические условия при проведении измерений

Температура воздуха _____ °С. Влажность воздуха _____ %. Атмосферное давление _____ кПа

Цель измерений (испытаний)

_____ (приёмо-сдаточные, сличительные, контрольные испытания, эксплуатационные, для целей сертификации)

Нормативные и технические документы, на соответствие требованиям которых проведены измерения (испытания):

1. Результаты измерений:

№ п/п	Наименование линий, электрических машин по проекту, рабочее напряжение.	Марка провода, кабеля, кол-во жил сечение провода, кабеля. (мм ²)	Напряжение мегомметра (В)	Допуст. сопрот. изоляции (МОм)	Сопротивление изоляции, (МОм)									
					A-B L ₁ -L ₂	B-C L ₂ -L ₃	C-A L ₃ -L ₁	A-N (PEN) L ₁ -N	B-N (PEN) L ₂ -N	C-N (PEN)) L ₃ -N	A-PE L ₁ -PE	B-PE L ₂ -PE	C-PE L ₃ -PE	N-PE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3														



2. Измерения проведены приборами:

№ п/п	Тип	Заводской номер	Метрологические характеристики		Дата поверки		№ аттестата (свидетельства)	Орган государственной метрологической службы, проводивший поверку
			Диапазон измерения	Класс точности	последняя	очередная		
1								
2								
3								
4								

Примечание: Допустимое сопротивление изоляции проводов в электроустановке напряжением <60 В не менее 0,5 МОм.

Заключение: _____

Испытания провели:

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Протокол проверил:

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)