БРИС ЭНЕРГО
НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

АППАРАТ ИСПЫТАНИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ «АИСТ 50/70»

Руководство по эксплуатации
Паспорт

Содержание

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА 4

1.1 Назначение аппарата 4
1.2 Технические характеристики 4
1.3 Метрологические характеристики 6
1.4 Состав аппарата 6
1.5 Устройство и работа 7
1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности 12
1.7 Маркировка и пломбирование 13
1.8 Упаковка 13

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 14

2.1 Подготовка аппарата к использованию 14
2.2 Эксплуатационные ограничения 14
2.3 Использование аппарата 15

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 21

3.1 Общие указания 21
3.2 Меры безопасности 21
3.3 Ежедневный контроль 21
3.4 Ежемесячный контроль 21
3.5 Ежегодный контроль 21
3.6 Долив или замена трансформаторного масла 22
3.7 Проверка пределов допускаемой основной относительной погрешности при измерении выходного напряжения и тока 22
3.8 Действия в экстремальных условиях 22
3.9 Особенности использования доработанного изделия 22

4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ 23

4.1 Общие указания 23
4.2 Меры безопасности 23

5. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ 23

6. УТИЛИЗАЦИЯ 23

7. КОМПЛЕКТАЦИЯ АППАРАТА 23

8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ 24

9. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА 24

10. СВЕДЕНИЯ О ПОВЕРКЕ 25

11. ПРОТОКОЛ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ 26

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЗЕМЛЕНИЮ. 28

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с техническими характеристиками, конструкцией, принципом действия аппарата испытания диэлектриков АИСТ 50/70 (в дальнейшем – аппарат) и содержит сведения, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации аппарата, а также мероприятий по его поверке.

При работе с аппаратом следует руководствоваться настоящим руководством по эксплуатации и паспортом.

Руководство по эксплуатации включает в себя следующие части:

- описание и работа;
- использование по назначению;
- техническое обслуживание;
- текущий ремонт;
- хранение;
- транспортирование;
- утилизация;
- свидетельство о приемке;
- гарантийные обязательства
- сведения о поверке.

ВНИМАНИЕ! Работу с аппаратом должен проводить квалифицированный персонал с квалификационной группой допуска по электробезопасности не ниже третьей, производитель работ должен иметь квалификационную группу допуска по электробезопасности не ниже четвертой для работы с напряжением свыше 1000 В.

Данное руководство по эксплуатации на последующие модификации аппарата не распространяется.

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение аппарата

1.1.1 Аппарат предназначен для:

- испытания электрической прочности изоляции силовых кабелей и твердых диэлектриков постоянным высоким напряжением;
- испытания электрической прочности твердых диэлектриков синусоидальным напряжением с частотой 50 Гц;
- генерирования напряжений переменного или постоянного токов заданной величины.

1.1.2 Аппарат эксплуатируется в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом (УХЛ) по ГОСТ 15150. По устойчивости к климатическим, механическим воздействиям аппарат соответствует группе 4 по ГОСТ 22261.

1.1.3 Аппарат предназначен для эксплуатации при следующих значениях климатических факторов:

- температуре окружающего воздуха – от минус 10 до плюс 40 °С;
- относительной влажности воздуха – до 90 % при температуре плюс 30 °С;
- атмосферном давлении – 84,0 -106,7 кПа (630-800 мм. рт. ст.)

1.1.4 Аппарат предназначен для эксплуатации при следующих значениях механических воздействиях:

1.1.5 Вибрация:

- частота – 10 Гц;
- максимальное ускорение – 2 м/с^2.

1.1.6 Механические удары многократного действия:

- число ударов в минуту – 10;
- максимальное ускорение – 100 м/с^2;
- длительность импульса – 16 мс;
- число ударов по каждому направлению воздействия – 1000.

1.1.7 Механические удары одиночного действия:

- максимальное ускорение – 300 м/с^2;
- длительность импульса – 6 мс;
- число ударов по каждому направлению воздействия – 3.

1.1.8 Помехоустойчивость:

- аппараты помехоустойчивы, применительно к порту корпуса пульта управления по ГОСТ Р 51522;
- электростатические разряды (ГОСТ Р 51317.4.2) – не менее ± 4 кВ / ± 4 кВ (контактный разряд/воздушный разряд);
- радиочастотное электромагнитное поле (ГОСТ Р 51317.4.3) – в полосе частот 80…1000 МГц не менее 3 В/м.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Аппарат обеспечивает работу в повторно-кратковременном режиме с параметрами:

- постоянное напряжение (амплитудное значение) в диапазоне – от 1 кВ до 70 кВ;
- наибольший постоянный ток нагрузки (действующее значение) – 25 мА;
- переменное напряжение синусоидальной формы (действующее значение) в диапазоне – от 1 кВ до 50 кВ;
- наибольший переменный ток нагрузки (действующее значение) – 50 мА;

- длительность цикла, при максимальной нагрузке – 20 мин;
- продолжительность включения – 5 мин.

1.2.2 Аппарат обеспечивает работу в непрерывном режиме с параметрами:

- постоянное напряжение (амплитудное значение) в диапазоне – от 1 кВ до 70 кВ;
- наибольший постоянный ток нагрузки (действующее значение) – 6 мА;
- переменное напряжение синусоидальной формы (действующее значение) в диапазоне – от 1 кВ до 50 кВ;
- наибольший переменный ток нагрузки (действующее значение) – 12 мА.

ВНИМАНИЕ! Мощность, отдаваемая в нагрузку в непрерывном режиме, не должна превышать 1 кВА, а в повторно-кратковременном режиме – 1,5 кВА.

1.2.3 Аппарат обеспечивает плавное регулирование рабочего напряжения в диапазоне от 1 кВ до максимальных значений, указанных в 1.2.1 - 1.2.2.

1.2.4 Скорость изменения высокого напряжения устанавливается автоматически.

1.2.5 Аппарат обеспечивает автоматическое прекращение подъема выходного испытательного напряжения при:

- предельном амплитудном значении постоянного напряжения в диапазоне – от 70,3 до 72,5 кВ и при действующем значении напряжения переменного тока в диапазоне – от 50,3 до 52 кВ;
- предельном действующем значении переменного тока в диапазоне – от 50 до 51 мА и постоянного тока в диапазоне – от 25 до 26 мА;
- заданном оператором значении тока отключения в диапазоне – от 1 до 50 мА действующего значения переменного тока и от 1 до 25 мА действующего значения постоянного тока.

1.2.6 Аппарат обеспечивает следующие режимы работы:

- ручной режим проведения испытаний;
- автоматический режим проведения испытаний;
- режим настройки параметров испытаний.

1.2.7 Аппарат обеспечивает настройку следующих параметров испытаний:

- амплитудное значение выходного испытательного напряжения, в диапазоне – от 1 до 70 кВ, с шагом 1 кВ/с;
- действующее значение тока отключения, в диапазоне – от 1 до 25 мА для постоянного тока, с шагом 1мА;
- действующее значение тока отключения, в диапазоне – от 1 до 50 мА для переменного тока, с шагом 1мА;
- время выдержки установленного выходного испытательного напряжения, в диапазоне – от 5 с до 10 мин, из последовательности – 5 с, 10 с, 15 с, 20 с, 25с, 30 с, 35 с, 40 с, 45с, 50 с, 1 мин и далее до 10 мин с шагом 1 мин.

1.2.8 Аппарат обеспечивает запоминание значений напряжения и тока, при которых произошел пробой изоляции.

1.2.9 Аппарат обеспечивает измерение:

- амплитудного значения постоянного напряжения в диапазоне – от 1 до 70 кВ;

ПРИМЕЧАНИЕ: для уменьшения амплитудной пульсации выпрямленного напряжения на максимальной активной нагрузке, не превышающей 5 %, необходимо к высоковольтному выводу подключить конденсатор емкостью не менее 0,25 мкФ и напряжением 100 кВ.

- действующего значения переменного напряжения в диапазоне – от 1 до 50 кВ;

- действующего значения переменного тока в диапазоне – от 1 до 50 мА;
- действующего значения постоянного тока в диапазоне – от 1 до 25 мА.

1.2.10 Аппарат обеспечивает индикацию:

- готовности установки к включению выходного испытательного напряжения;
- выбранного рода (постоянного или переменного) выходного испытательного напряжения;
- выбранного режима работы;
- заданных параметров испытаний и продолжительность включения выходного испытательного напряжения;
- включения выходного испытательного напряжения;
- амплитудного или действующего значения выходного напряжения в кВ с помощью стрелочного прибора;
- амплитудного или действующего значения выходного напряжения в кВ, с помощью цифрового индикатора;
- действующего значения выходного тока в мА, с помощью стрелочного прибора;
- действующего значения выходного тока в мА, с помощью цифрового индикатора.

1.2.11 Аппарат содержит механический, видимый замыкатель высоковольтного вывода, срабатывающий при выключении высокого напряжения.

1.3 Метрологические характеристики

1.3.1 Метрологические характеристики нормируются для показаний цифровых индикаторов при работе аппарата в ручном режиме.

1.3.2 Предел допускаемой основной относительной погрешности аппарата должен быть не более:

- при измерении амплитудного значения постоянного напряжения в диапазоне от 1 кВ до 70 кВ: ± (0,03•U + 1 е.м.р.) В, где е.м.р. – единица младшего разряда;
- при измерении действующего значения напряжения переменного тока в диапазоне от 1 кВ до 50 кВ: ± (0,03•U + 1 е.м.р.) В, где е.м.р. – единица младшего разряда;
- при измерении действительного действующего значения постоянного и переменного тока: ± (0,03•U + 1 е.м.р.) мА, где е.м.р. – единица младшего разряда.

1.3.3 Параметры электропитания:

- Аппарат работает от однофазной сети переменного тока номинальным напряжением (220 ± 22) В и частотой 50 Гц;
- Мощность, потребляемая аппаратом от сети переменного тока, составляет не более 2,5 кВА.

1.3.4 Установка рабочего режима аппарата составляет не более 10 с.

1.3.5 Количество разрядов значащих цифр при индикации измеренных значений напряжения и тока равно трем значащим цифрам.

1.4 Состав аппарата

1.4.1 Аппарат снабжен графическим «LCD» индикатором и кнопками для управления.

1.4.2 Состав аппарата:

- пульт управления;
- блок высоковольтный;
- кабель соединительный (пульт управления - блок высоковольтный);

- кабель сетевого питания;
- провод заземления пульта управления;
- провод заземления блока высоковольтного.

1.4.3 Массогабаритные характеристики:

Масса аппарата не более:

- пульт управления – 14 кг;
- блок высоковольтный – 41 кг.

1.4.4 Габаритные размеры составных частей аппарата не более:

- пульта управления - 390 х 390 х 185 мм;
- блока высоковольтного - 460 х 360 х 750 мм.

1.5 Устройство и работа

Рис. 1. Высоковольтный блок (ВВБ)

Рис. 2. Пульт управления (ПУ)

1.5.1 Общий вид аппарата представлен на рисунке 1 и 2. Аппарат выполнен в виде двух переносных блоков, соединенных кабелем: высоковольтного блока (ВВБ) (рис.1) и пульта управления (ПУ) (рис.2).

1.5.2 Конструкция высоковольтного блока представлена на рисунке 3.

1.5.3 Структурная схема аппарата представлена на рисунке 4.

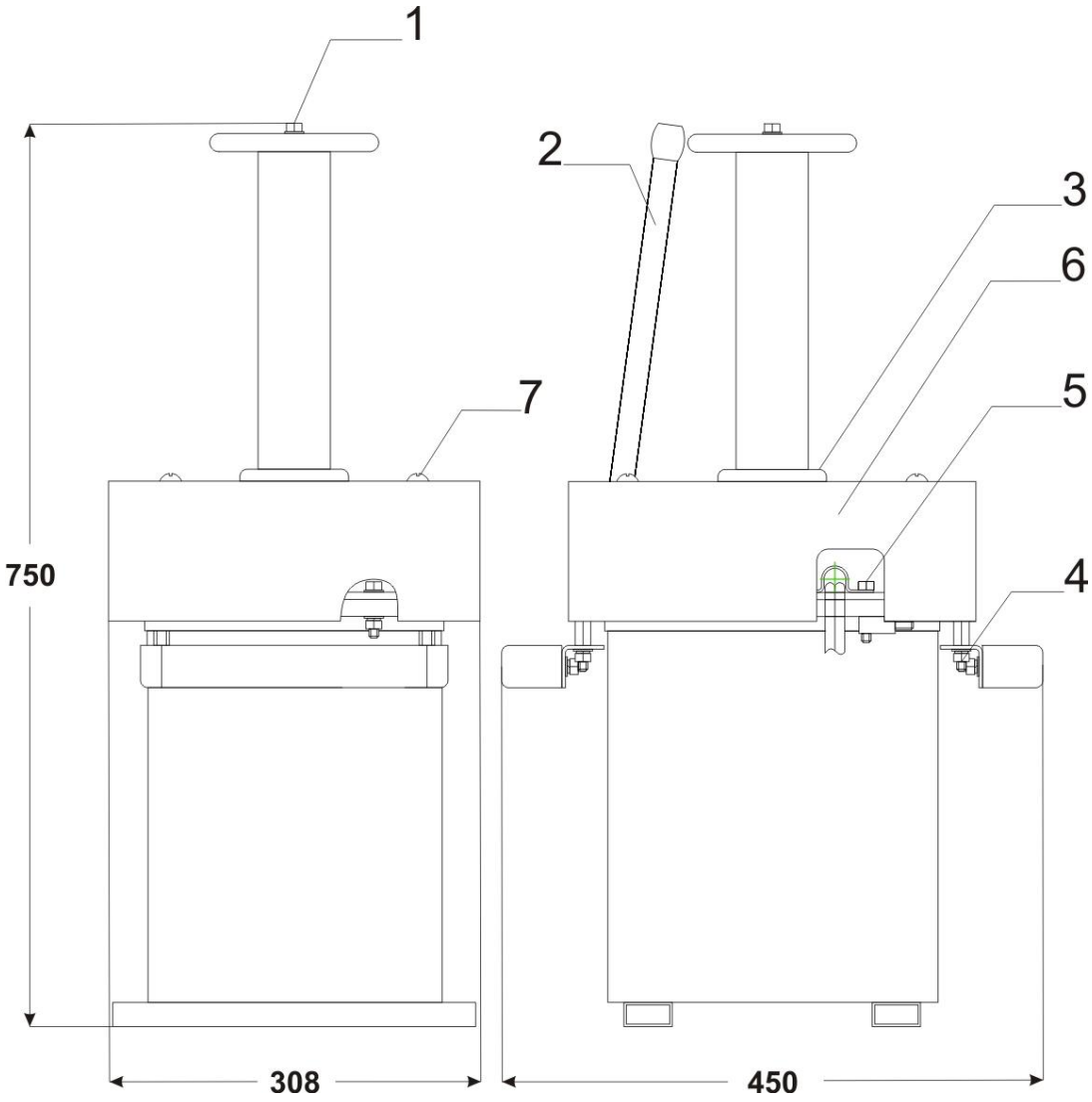
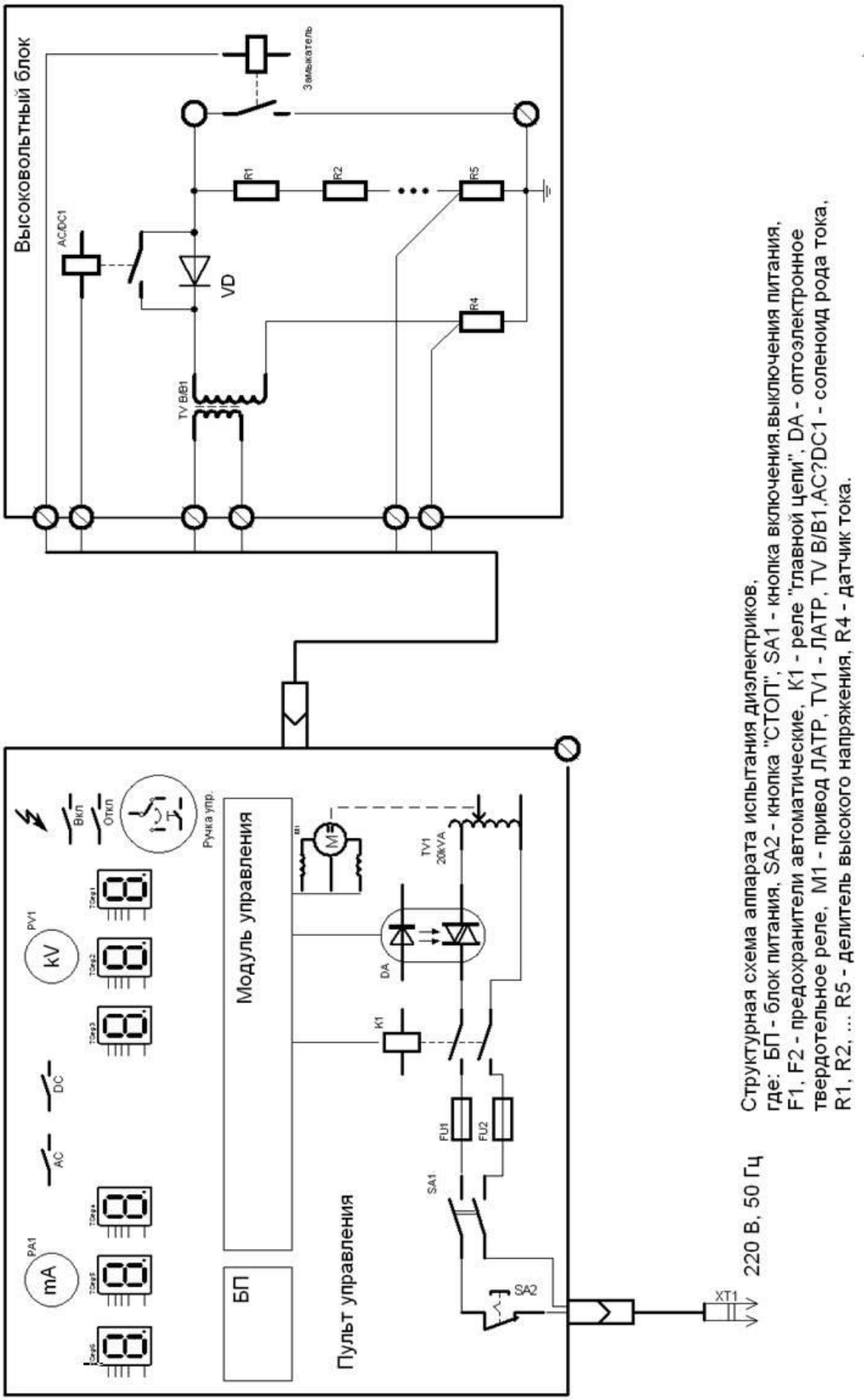


Рис. 3. Конструкция высоковольтного блока

1 – зажим для присоединения испытуемого диэлектрика;
2 – замыкатель;
3 – защитная втулка;
4 – болты крепления ручек для переноски;
5 – зажим заземления;
6 – защитный кожух;
7 – винт крепления защитного кожуха.



Структурная схема аппарата испытания диэлектриков,
где: БП - блок питания, SA2 - кнопка "СТОП", SA1 - кнопка включения.выключения питания,
F1, F2 - предохранители автоматические, K1 - реле "главной цепи", DA - оптоэлектронное
твердотельное реле, M1 - привод ЛАТР, TV1 - ЛАТР, TV B/B1,AC?DC1 - соленоид рода тока,
R1, R2, ... R5 - делитель высокого напряжения, R4 - датчик тока.

Рис. 4. Структурная схема

1.5.4 Высоковольтный генератор (рис.4) содержит высоковольтный трансформатор TV B/B1, выход которого через однополупериодный выпрямитель VD подключен к высоковольтному выводу. Второй вывод высоковольтного трансформатора заземлен через токоизмерительный резистор. К высоковольтному выводу подключен измерительный делитель высокого напряжения. В высоковольтном генераторе (рис.4) имеется переключатель для автоматического заземления высоковольтного вывода при выключении высокого напряжения и соленоид выбора тока R1,R2…R5 (рис.4).

Высоковольтный блок (ВВБ) реализован в баке, заполненном трансформаторным маслом. Уровень трансформаторного масла находится на расстоянии (25 ± 1) мм от наружной плоскости панели источника испытательного напряжения. Герметизация бака источника напряжения осуществляется с помощью резиновой прокладки и/или специального маслостойкого герметика.

Испытательное напряжение из ВВБ выводится через проходной высоковольтный изолятор, к которому подсоединяется испытываемый объект. Под кожухом БВН находится электромагнит заземлителя, конденсаторы и разрядники.

Напряжение однофазной сети переменного тока поступает на пульт управления, далее через коммутирующие элементы – на регулирующий автотрансформатор и с его выхода, через разъем пульта управления – на первичную обмотку высоковольтного трансформатора. При работе в режиме переменного тока, высокое напряжение с вторичной обмотки высоковольтного трансформатора поступает через шунтирующий переключатель на высоковольтный вывод аппарата, а при работе в режиме постоянного тока поступает на однополупериодный выпрямитель и далее на высоковольтный вывод аппарата.

Пульт управления содержит панель управления, регулирующий автотрансформатор с электроприводом, элементы коммутации, элементы питания и модуль управления, реализованный на контроллере.

Пульт управления реализован в металлическом корпусе, с ручками для переноски и ножками для установки на горизонтальную поверхность, поставляется с мягкой сумкой-чехлом, имеющей наплечный ремень.

1.5.5 Общий вид лицевой панели управления представлен на рисунке 5.

На панели управления имеются следующие функциональные элементы:

- кнопки выбора рода тока (рис. 5, поз. 4, 5);
- энкодер управления значением высокого напряжения и с настройкой параметров индикации, а также параметрами ручного и автоматического режимов работы аппарата (рис. 5, поз. 11);
- кнопки включения и выключения высокого напряжения (рис. 5, поз. 7, 8);
- цифровые и стрелочные индикаторы результатов измерения высокого напряжения и тока (рис. 5, поз. 9, 10).

ПРИМЕЧАНИЕ: стрелочные измерительные приборы высокого напряжения и тока нагрузки предназначены исключительно для визуализации процесса испытания диэлектриков и не подлежат поверке.

1.5.6 Модуль управления содержит:

- нормирующие преобразователи для ввода напряжений с высоковольтного делителя и токоизмерительного резистора;
- микроконтроллер со встроенными АЦП и ЦАП;
- элементы коммутации сетевого напряжения;

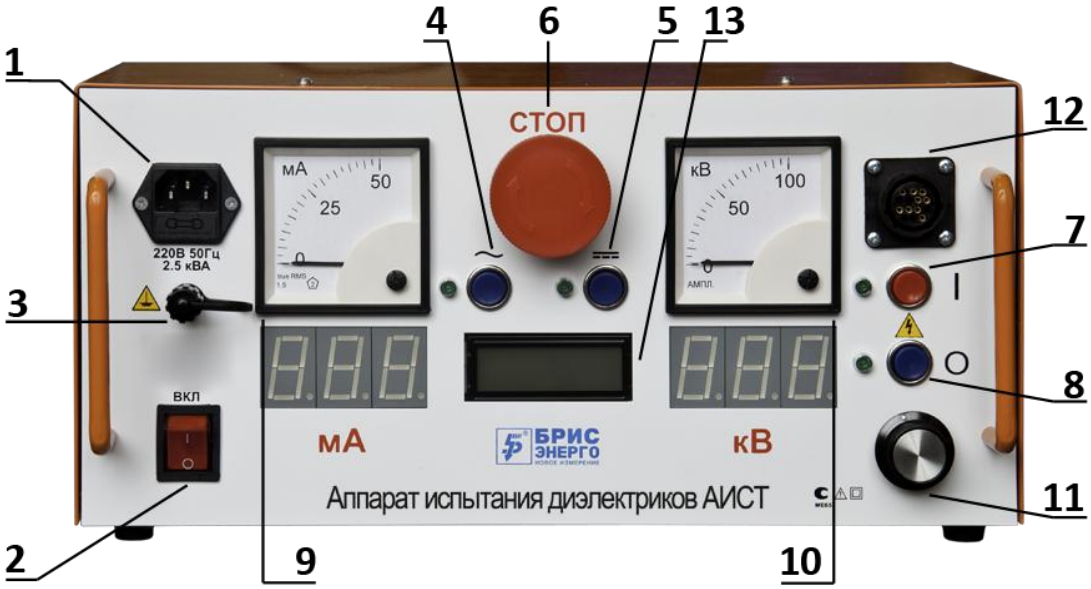


Рис. 5. Лицевая панель пульта управления

Основные элементы индикации и управления:

- разъем питания «1»;
- выключатель питания «2»;
- клемма заземления «3»;
- кнопки выбора рода тока – переменный «4» и постоянный «5»;
- кнопка аварийного отключения «6»
- кнопки включения и выключения высокого напряжения «7», «8»;
- цифровые и стрелочные индикаторы результатов измерения высокого напряжения и тока «9», «10»
- многофункциональный энкодер управления «11»;
- разъем для межблочного кабеля «12».

1.5.7 Работа аппарата.

Аппарат действует следующим образом: оператор с помощью кнопок на панели управления выбирает работу на постоянном или переменном токе в автоматическом или ручном режиме работы, устанавливает значение тока отключения и значение испытательного напряжения, затем кнопкой на панели управления включает высокое напряжение. Далее микроконтроллер управляет алгоритмами включения, регулирования (для автоматического режима работы) и отключения высокого напряжения. АЦП проводит «оцифровку» выходного напряжения и тока, поступающих от высоковольтного делителя и тока измерительного резистора, вычисляет действующее и амплитудное значения напряжения и тока. В зависимости от выбранных параметров индикации, вычисленные значения выводятся на цифровые и стрелочные индикаторы панели управления. При превышении установленных оператором значений тока отключения, предельных значений напряжения и тока срабатывает защита от токов перегрузки и короткого замыкания, а также от перенапряжения. При работе в автоматическом режиме при достижении заданных величин отключается дальнейший подъем высокого напряжения. Заземление высоковольтного вывода аппарата при снятии напряжения осуществляется через обмотку высоковольтного трансформатора и штанги встроенного

заземлителя, а также с помощью штанги переносного заземления (в комплект поставки не входит).

1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности

1.6.1 Средства измерения, инструмент и принадлежности, необходимые для проведения контроля, регулирования (настройки), выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту аппарата и его составных частей, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Средства измерения, инструмент и принадлежности

Наименование основных и вспомогательных средств измерения, инструмента и принадлежностей	Основные технические характеристики	Обозначение документа
1. Эталонная измерительная система ИС-100э в составе: делитель напряжения ДН-100э и измеритель постоянных и переменных напряжений ИПН-2э	Диапазон измерения напряжений: - постоянного тока (амплитудное значение): от 2,8 кВ до 140 кВ; - переменного тока (действующее значение): от 2,0 кВ до 100 кВ. Основная относительная погрешность ± 1 %.	Руководство по эксплуатации. Эталонная измерительная система ИС-100э.
2. Амперметр Э527	10 А; Кл. 0,5.	
3. Конденсатор ИК-0,25	Номинальная емкость – 0,25 мкФ, рабочее напряжение – 100 кВ.	ТУ 16-5212233-77
4. Нагрузка активная высоковольтная	Номинальное сопротивление 1 МОм; рабочее напряжение – не менее 3 кВ; мощность не менее 3,0 кВт.	
5. Штанга изолирующая ЩО 110/3	110 кВ	ТУ- 34-3817-74
6. Прибор комбинированный ТКА-ПКМ. Измеритель температуры и относительной влажности	Диапазон измерения относительной влажности воздуха: (10….98)%, температуры (0….50) °С Основная абсолютная погрешность: - относительная влажность, %: ± 5,0; - температура воздуха, °С: ± 0,5.	Паспорт ТКА-ПКМ Руководство по эксплуатации ТКА-ПКМ
7. Барометр-анероид БАММ-1	Атмосферное давление (630…800) мм.рт.ст.; относительная погрешность ± 0,5 %.	ТУ 25-11.1513-79
8. Вольтметр Э545	600 В, кл. 0,5	ТУ 25-04.3716-79
9. Ваттметр Д5066	600 В, 10 А, кл. 0,5	ТУ 25.0414.0008-82
10. Вольтметр универсальный цифровой GDM 78255A	Пределы измерений действующих значений силы переменного тока: (10 мА; 100 мА; 10 А); относительная основная погрешность: ±(0,5+15 ед.сч) – для диапазона 10/100 мА; Пределы измерений действующих	

	значений силы постоянного тока: (10 мА; 100 мА; 10 А); относительная основная погрешность: ±(0,05+15 ед.сч) – для диапазона 10/100 мА	

1.6.2 При проверке аппарата допускается применение других основных и вспомогательных средств, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже указанных в таблице 1.

1.6.3 Все основные средства проверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке установленного образца.

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 Аппарат имеет 2 таблички, установленные на боковой панели пульта управления и на боковой стенке генератора высоковольтного и содержащие следующие данные:

- товарный знак;
- наименование предприятия-изготовителя;
- условное обозначение аппарата;
- знак Государственного реестра;
- испытательное напряжение изоляции;
- символ класса защиты II прибора по электробезопасности по ГОСТ 25874;
- исполнение IP00 - степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, по ГОСТ 14254.

1.7.2 Соединительные провода, кабели и разъемы между составными частями имеют маркировку, исключающую их неоднозначное подключение.

1.7.3 На транспортной таре нанесены основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные знаки: «Верх», «Беречь от влаги», «Хрупкое. Осторожно» по ГОСТ 14192-96.

1.7.4 Аппарат имеет 1 пломбу-наклейку, расположенную на задней части пульта управления.

1.8 Упаковка

1.8.1 Составные части аппарата помещаются на деревянный поддон с последующим крепежом и обрешеткой.

1.8.2 Эксплуатационная документация упаковывается сумку-чехол для переноски пульта управления.

1.8.3 Вариант временной противокоррозионной защиты аппарата – ВЗ-0, вариант внутренней упаковки – ВУ-4 по ГОСТ 9.014-78.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Подготовка аппарата к использованию

2.1.1 Меры безопасности при подготовке аппарата к работе:

2.1.1.1. Все лица, работающие по эксплуатации и техническому обслуживанию аппарата, должны быть предварительно обучены безопасным методам работы на данном аппарате, и знать в соответствующем объёме "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ и ПТБ).

2.1.1.2. Рабочее место персонала должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-76.

2.1.1.3. Прежде чем приступить к работе на аппарате, необходимо:

- Удалить пульт управления от блока высоковольтного на расстояние не менее 3 м;
- надёжно заземлить пульт управления и блок высоковольтный гибкими медными проводами сечением не менее 4 мм^2, прилагаемыми к аппарату (см. приложение 1 – рекомендации по заземлению).
- Пульт управления и блок высоковольтный должны заземляться на шину заземления отдельными проводниками в соответствии с рекомендациями по заземлению (приложение 1, вариант 1);
- Расположить аппарат и объект испытаний на испытательном поле согласно ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ12.1.019-79, ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ1516.2-97.

В Н И М А Н И Е ! Эксплуатация аппарата без заземления запрещена!
Последовательное подключение пульта и генератора высоковольтного к заземляющей шине не допускается! Повреждение аппарата при неправильном и ненадлежащем заземлении не является гарантийным случаем.

2.1.2 Внешний осмотр аппарата

2.1.2.1. Освободить аппарат от транспортной упаковки. Проверить целостность пломб завода-изготовителя. Провести внешний осмотр аппарата.

2.1.2.2. Аппарат не должен иметь внешних повреждений корпуса, сетевого и соединительного кабелей. При загрязнении необходимо протереть металлические детали и электроизоляционную поверхность высоковольтного вывода сухой мягкой ветошью или ветошью, смоченной спиртом.

2.1.2.3. Аппарат должен иметь действующее свидетельство о поверке.

2.1.3 Проверка готовности аппарата к использованию

2.1.3.1. На вывод генератора высоковольтного наложить заземляющую штангу.

2.1.3.2. Соединить пульт и высоковольтный генератор соединительным кабелем.

2.1.3.3. Подключить аппарат к сети 220 В.

2.1.3.4. Собрать испытательную схему с объектом испытания и подключить к выводу генератора высоковольтного, снять заземляющую штангу.

2.2 Эксплуатационные ограничения

2.2.1 Запрещено эксплуатировать аппарат при отрицательных температурах, в случае, если не приняты меры для предотвращения конденсации влаги на поверхности аппарата.

2.2.2 При транспортировке и работе высоковольтного блока не допускается отклонение от вертикального положения.

2.2.3 Без согласования с производителем монтаж установки сторонними организациями запрещен. Несоблюдение данного требования лишает заводской гарантии.

2.3 Использование аппарата

2.3.1 Меры безопасности при использовании аппарата по назначению:

2.3.1.1. Все лица, работающие по эксплуатации и техническому обслуживанию аппарата, должны быть предварительно обучены безопасным методам работы на данном аппарате, и знать в соответствующем объёме "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ и ПТБ).

2.3.1.2. Рабочее место персонала должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-76.

2.3.1.3. Прежде чем приступить к работе на аппарате, необходимо:

- удалить пульт управления от блока высоковольтного на расстояние не менее 3 м;
- надёжно заземлить пульт управления и блок высоковольтный гибкими медными проводами сечением не менее 4 мм^2, прилагаемыми к аппарату (см. приложение 1 – рекомендации по заземлению);
- Пульт управления и блок высоковольтный должны заземляться на шину заземления отдельными проводниками в соответствии с рекомендациями по заземлению (приложение 1, вариант 1).

2.3.1.4. Рекомендуется в соответствии с ПТБ оградить рабочее место и вывесить предупреждающие плакаты. При необходимости следует организовать надзор во время работы аппарата.

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- работа без заземления;
- последовательное соединение блоков по заземлению (см. приложение 1);
- работа на аппарате с неисправным заземлителем и сетевой сигнализацией;
- находиться ближе 3 м от блока высоковольтного в момент включения аппарата в сеть, а также при включенном испытательном напряжении.

Прежде чем отсоединить испытуемый объект от блока высоковольтного необходимо обязательно убедиться в том, что:

- с аппарата снято сетевое напряжение;
- стрелка киловольтметра находится на отметке шкалы "0";
- заземлитель источника касается высоковольтного вывода;
- разрядная высоковольтная штанга заземления дополнительно наложена на вывод высокого напряжения высоковольтного блока.

2.3.2 Настройка режимов и параметров испытаний

2.3.2.1. Нажать кнопку включения питания аппарата «2» – положение « I » (см. рис. 5). Прибор должен включиться, и показать начальный экран с текущим выбранным режимом работы:

Рис. 6. Индикация ручного режима

где: 50 кВ – предельное амплитудное значение испытательного напряжения в ручном режиме работы, определяется конструкцией аппарата; 50 мА – действующее значение тока отсечки, задаваемое оператором.

2.3.2.2. Предельные значения напряжения и тока задаются в режиме настройки (нажатие и длительное удержанием многофункционального энкодера (рис. 5, поз. 11)). При включении аппарата всегда задается «**ручной**» режим испытаний, род тока - «**переменный**». При этом измеряется действующее значение напряжения и тока.

2.3.2.3. Выбор рода тока выполняется:

1) постоянный - нажатием кнопки

2) переменный - нажатием кнопки

При выборе постоянного рода тока измеряется амплитудное значение напряжения и среднее значение тока.

Индикация выбранного рода тока осуществляется подсветкой кнопки.

2.3.2.4. Выбор режима испытаний (автоматический/ручной) выполняется последовательным коротким (не более 2с) нажатием многофункционального энкодера 11 (см. рис. 5). Выбор автоматического режима испытаний индицируется следующим образом:

Рис. 7. Индикация автоматического режима

где: **70 кВ** – заданное значение испытательного напряжения в автоматическом режиме работы, задается в режиме настройки; **25 мА** – действующее значение тока отсечки; **00:30** - время испытаний, задается в режиме настройки.

2.3.2.5. Задание параметров испытаний производится в режиме настройки. Для перехода в режим настройки необходимо нажать многофункциональный энкодер 11 (см. рис. 5), и удерживать в нажатом положении не менее 4 с.

Аппарат войдет в режим настройки, и на экране дисплея появится информация об установленном предельном значении испытательного напряжения, при испытании в автоматическом режиме:

Рис. 8. Режим настройки – предельное значение напряжения

Изменение производите вращением многофункционального энкодера 11 (см. рис. 5) влево – для уменьшения и вправо – для увеличения параметра.

2.3.2.6. Коротко (не более 2 с) нажмите на энкодер 11 (см. рис. 5). На экране дисплея появится информация об установленном значении тока отсечки при испытании в ручном или автоматическом режимах для **переменного** рода тока:

Рис. 9. Режим настройки – предельное значение переменного тока

Изменение значения тока отсечки производите вращением энкодера 11 (см. рис. 5). Влево – для уменьшения и вправо – для увеличения параметра.

2.3.2.7. Коротко (не более 2 с) нажмите на энкодер 11 (см. рис. 5). На экране дисплея появится информация об установленном значении тока отсечки при испытании в ручном или автоматическом режимах для **постоянного** рода тока:

Рис. 10. Режим настройки – предельное значение постоянного тока

Изменение значения тока отсечки производите вращением энкодера 11 (см. рис. 5). Влево – для уменьшения и вправо – для увеличения параметра.

2.3.2.8. Коротко (не более 2 с) нажмите на энкодер 11 (см. рис. 5). На экране дисплея появится информация об установленном значении времени испытаний, при испытании в автоматическом режиме:

Рис. 11. Режим настройки – время испытаний

2.3.2.9. Изменение значения времени испытаний производите вращением энкодера 11 (см. рис. 5). Влево – для уменьшения и вправо – для увеличения параметра.

2.3.2.10.Для выхода из режима настройки нажмите любую из клавиш:

/ или нажмите и удерживайте энкодер 11.

На экране дисплея появится информация о выбранном режиме и установленных

параметрах – см. рис. 6 – **индикация ручного режима испытаний» или** см. рис. 7 – **индикация автоматического режима испытаний**, в зависимости от выбранного режима испытаний – автоматический или ручной.

2.3.3 Порядок работы в ручном режиме

Нажать кнопку включения питания аппарата «2» – положение « I » (см. рис. 5). Прибор должен включиться, и показать начальный экран с текущим выбранным режимом работы (см. рис. 6).

2.3.3.1. Выберите требуемый род тока:

1) постоянный - нажатием кнопки

2) переменный - нажатием кнопки

2.3.3.2. Индикация выбранного рода тока осуществляется подсветкой кнопки.

при нажатии кнопки

появится информация об установленных предельных значениях тока и напряжения для режима испытаний переменным напряжением (см. рис. 6).

2.3.3.3. Если требуется изменить значение тока отсечки, необходимо перевести аппарат в режим настройки и выбрать необходимое значение тока отсечки.

2.3.3.4. Включить высокое напряжение, нажав кнопку «7».

Замыкатель (рис.3, поз.2) блока высоковольтного должен отойти от высоковольтного вывода, на экране дисплея появится индикация включения:

Рис. 12. Включение установки

Далее аппарат перейдет в режим подачи высокого напряжения со следующей индикацией:

Рис. 13. Индикация в режиме подачи высокого напряжения

где: **00:04** – таймер, начинающий отсчет с момента подачи высокого напряжения.

2.3.3.5. Плавно вращая энкодер, устанавливаем требуемое значение испытательного напряжения.

2.3.3.6. В случае успешного завершения испытаний (отсутствие пробоя изоляции или измеренные значения тока утечки меньше заданной величины), необходимо выключить высокое напряжении, нажав кнопку «8» (рис. 5).

2.3.3.7. Высокое напряжение отключится, замыкатель замкнет высоковольтный вывод блока на «землю», привод ЛАТР-а установит ЛАТР в исходное (нулевое) положение.

2.3.3.8. Цифровые и стрелочные индикаторы индицируют уменьшение значения испытательного напряжения и тока утечки. При снижении выходного испытательного напряжения до значения ниже 300 В цифровые индикаторы начинают показывать значения выходного испытательного напряжения и тока утечки, при которых высокое напряжение было отключено. Значения мигают с частотой около 0,5 Гц.

2.3.3.9. На экране дисплея появляется информация об успешном завершении испытаний:

Рис. 14. Индикация завершения испытаний

2.3.3.10.Значения выходного испытательного напряжения и тока утечки, при которых высокое напряжение было отключено соответствующей кнопкой, после фиксации оператором, снимается нажатием любой из кнопок выбора рода тока или ручки управления;

2.3.3.11.В случае пробоя изоляции или, если измеренное значение тока утечки становится больше заданной величины, происходит автоматическое отключение высокого напряжения.

2.3.3.12.На экране дисплея появляется информация о параметре, значение которого было превышено:

Рис. 15. Выход за установленный диапазон по току / напряжению

2.3.3.13.Мигающие значения высокого напряжения и тока, при которых произошло автоматическое отключение высокого напряжения, снимается нажатием любой из кнопок выбора рода тока или ручки управления;

2.3.3.14.После снятия показаний с мигающих индикаторов напряжения и тока, при которых произошло ручное или автоматическое отключение высокого напряжения, нажмите на любую из кнопок выбора рода тока, на экране дисплея появится **индикация выбранных параметров ручного режима испытаний** (рис. 6) в зависимости от выбора рода тока.

2.3.4 Порядок работы в автоматическом режиме

2.3.4.1. Если требуется изменить параметры испытаний, с помощью ручки энкодера войдите в режим настройки и установите необходимые параметры испытаний.

2.3.4.2. Нажмите кнопку включения питания аппарата «2» – положение « I » (см. рис. 5).

Прибор должен включиться, и показать начальный экран с текущим выбранным режимом работы (рис. 6).

2.3.4.3. Выберите род тока (см. п. 2.3.2.3). Выберите автоматический режим работы аппарата, кратковременным (не более 2 сек.) нажатием на многофункциональный энкодер (рис. 5, поз. 11). Аппарат индицирует настройки автоматического режима:

Рис. 16. Индикация установленного автоматического режима

где: **70 кВ -** заданное оператором амплитудное значение напряжения испытания; **25 мА -** заданное оператором действующее (RMS) значение тока отсечки, **АВТО –** автоматический режим проведения испытаний, **00 : 30** – время испытаний.

2.3.4.4. Включить высокое напряжение, нажав кнопку подачи высокого напряжения 7 (рис. 5).

Замыкатель блока высоковольтного (см. рис.3, поз. 2) должен отойти от высоковольтного вывода, на экране дисплея появится индикация включения (рис. 12), затем отобразится экран с установленными значениями и таймером, который начнет отсчет с момента достижения аппаратом установленного напряжения испытаний (рис. 16).

Далее включится высокое напряжение, и значение испытательного напряжения и тока утечки диэлектрика будет индицироваться на соответствующих стрелочных и цифровых светодиодных индикаторах. Аппарат начнет увеличение напряжения.

2.3.4.5. При достижении испытательным напряжением заданного значения, запустится счетчик времени испытаний на обратный отсчет. После выдержки объекта испытаний под напряжением в течение заданного времени, аппарат начнет снижение напряжения с заданной скоростью до минимального значения и выключит высокое напряжение.

2.3.4.6. В случае успешного (отсутствие пробоя изоляции или измеренные значения тока утечки меньше заданной величины) завершения испытаний, выключение высокого напряжения произойдет автоматически и на экране дисплея появится информация об успешном завершении испытаний (рис. 14).

2.3.4.7. Высокое напряжение отключится, замыкатель замкнет высоковольтный вывод блока на «землю», привод ЛАТР-а установит ЛАТР в исходное (нулевое) положение.

2.3.4.8. Цифровые и стрелочные индикаторы индицируют уменьшение значения испытательного напряжения и тока утечки. При снижении выходного испытательного напряжения до значения ниже 300 В цифровые индикаторы начинают показывать значения выходного испытательного напряжения и тока утечки, при которых высокое напряжение было отключено, причем значения мигают с частотой около 0,5 Гц.

2.3.4.9. Значения выходного испытательного напряжения и тока утечки, при которых была закончена выдержка времени испытаний, после фиксации оператором, снимается нажатием любой из кнопок выбора рода тока или ручки управления.

2.3.4.10.В случае пробоя изоляции или измеренное значения тока утечки становится больше заданной величины, происходит автоматическое отключение высокого напряжения, после чего аппарат выполняет действия, описанные в п.п. 2.3.4.6.

2.3.4.11.На экране дисплея появляется информация о параметре, значение которого было превышено (рис.15).

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание (ТО) при подготовке к использованию по назначению, а также непосредственно после его окончания состоит из текущего и планового ТО.

3.1.2 Для обслуживания изделия требуемым уровнем подготовки обслуживающего персонала является квалификация оператора, прошедшего соответствующую аттестацию.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Аппарат является источником опасности для обслуживающего персонала и при его эксплуатации необходимо выполнять требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными уполномоченными органами РФ.

3.2.2 К ТО аппарата допускаются специалисты, имеющие IV квалификационную группу по технике безопасности и своевременно прошедшие инструктаж. ТО основывается на систематическом контроле технического состояния аппарата в процессе эксплуатации, который можно классифицировать как ежедневный, ежемесячный и ежегодный.

3.3 Ежедневный контроль

3.3.1 К ежедневному контролю и уходу за аппаратом, выполняемым, как правило, персоналом, обслуживающим аппарат, относятся:

- проверка целостности защитного заземления;
- проверка отсутствия повреждений кабелей;
- проверка отсутствия механических повреждений видимых частей аппарата;
- протирка наружных поверхностей генератора высоковольтного сухой ветошью или смоченной в спирте;
- контроль за состоянием контактных поверхностей высоковольтного вывода и замыкателя. В случае необходимости, поверхности полировать мелкой наждачной бумагой.

3.4 Ежемесячный контроль

3.4.1 К ежемесячному контролю относятся:

- проверка (при необходимости – подтяжка) винтов и гаек электрических соединений, расположенных на изоляционной крышке высоковольтного блока;
- выявление течи масла из-под изоляционной крышки высоковольтного блока, при необходимости – подтяжка болтов крышки.

3.5 Ежегодный контроль

3.5.1 К ежегодному контролю относятся:

- удаление с контактной дорожки регулятора напряжения (автотрансформатор пульта управления) нагара и отходов контактного материала с помощью волосяной щетки;
- отбор проб трансформаторного масла из высоковольтного блока и определение значения пробивного напряжения по ГОСТ 6581-75;
- Проверка уровня трансформаторного масла.

3.5.2 Пробивное напряжение трансформаторного масла должно быть не ниже 55 кВ (при использовании стандартной методики проверки трансформаторного масла по ГОСТ 6581-75). Если значение пробивного напряжения ниже 55 кВ, то масло необходимо заменить другим со значением пробивного напряжения не ниже 55 кВ.

3.6 Долив или замена трансформаторного масла

3.6.1 Долив масла осуществляется следующим образом: вывернуть пробку и проверить уровень трансформаторного масла. Уровень трансформаторного масла должен находиться на расстоянии 25+5 мм от наружной плоскости изоляционной панели высоковольтного блока. При необходимости долить трансформаторное масло Т-750 ГОСТ 982-80 с пробивным напряжением не менее 55 кВ, после чего завернуть пробку.

3.6.2 Замена масла осуществляется следующим образом: открутить болты по периметру изоляционной крышки высоковольтного блока, вывесить активную часть и дать стечь маслу в бак аппарата. Слить старое масло из аппарата, сухой ветошью вытереть внутреннюю поверхность бака. Убедиться в отсутствии грязи, пыли, посторонних предметов внутри бака (при необходимости продуть сжатым воздухом). После этого поместить активную часть аппарата в бак, тщательно закрутить болты по периметру изоляционной поверхности, залить масло, отслеживая уровень (п.п. 3.6.1).

3.6.3 После заливки нового масла, не закрывая заливочных отверстий, слегка покачивая источник, дать возможность выйти пузырькам воздуха из аппарата.

3.6.4 Включать аппарат после заливки маслом не ранее, чем через 24 часа.

3.6.5 Надеть кожух, уплотнительное кольцо и закрепить ручки.

ВНИМАНИЕ: После операций по доливу или замене масла перед включением аппарата под напряжение необходимо выдержать временной промежуток не менее 24 часов!

3.7 Проверка пределов допускаемой основной относительной погрешности при измерении выходного напряжения и тока

3.7.1 Проверку проводить в соответствии с методикой поверки МП 64708-16.

3.7.2 Проверку производить один раз в два года или после ремонта.

3.8 Действия в экстремальных условиях

3.8.1 Отказ системы управления

В случае возникновения аварийной ситуации необходимо отключить аппарат с помощью кнопки аварийного отключения (поз. 6, рис. 5). После устранения аварийной ситуации необходимо проанализировать причину ее возникновения, предотвратить дальнейшее ее появление и вновь включить аппарат.

3.9 Особенности использования доработанного изделия

3.9.1 После проведения ремонтных работ аппарат подлежит поверке согласно методике поверки «Аппараты испытания диэлектриков «АИСТ 50/70». Методика поверки»

4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Общие указания

4.1.1 Текущий ремонт выполняется, как правило, на заводе-изготовителе аппарата.

4.1.2 Ремонтные работы необходимо производить при отключенном от питающей сети пульте управления и заземленном высоковольтном выводе аппарата.

4.2 Меры безопасности

4.2.1 Текущий ремонт аппарата следует проводить с соблюдением требований пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и электробезопасности по ГОСТ 12.1.019-79.

5. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

5.1 Транспортировка аппарата производится любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на конкретном виде транспорта.

5.2 Транспортировку аппарата в ящиках по ГОСТ 5959-80 следует производить при температуре окружающей среды от минус 50 °С до плюс 50 °С.

5.3 Предельные механические воздействия при транспортировке:

- число ударов в минуту 80;
- максимальное ускорение 30 м/с^2;
- продолжительность воздействия 1 ч.

5.4 Хранение аппарата производить по условиям хранения 2 ГОСТ 15150-69 на складах изготовителя и потребителя.

5.5 Укладку упакованного аппарата на транспортное средство производить так, чтобы исключить смещение и наклон аппарата при транспортировке.

6. УТИЛИЗАЦИЯ

6.1 Утилизация аппарата

6.1.1 Слить трансформаторное масло из генератора высоковольтного в специальную тару. Провести утилизацию его в соответствии с требованиями, предъявляемыми к утилизации ГСМ по ГОСТ Р 52108-2003

6.1.2 Разобрать аппарат на составные части. Провести утилизацию составных частей аппарата по ГОСТ Р 52108-2003.

7. КОМПЛЕКТАЦИЯ АППАРАТА

7.1 Комплект поставки аппарата приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Комплектация аппарата

Наименование	Обозначение	Кол-во
1. Пульт управления	6АМБ.360.156	1
2. Блок высоковольтный AC/DC 50/70	6АМБ.219.017	1
3. Кабель соединительный	5АМБ.500.407	1 (не менее 3м)
4. Кабель сетевого питания	5АМБ.500.408	1х1,5м
5. Кабель заземления	ПЩ-4,0 мм^2	2х3 м
6. Комплект эксплуатационных документов	2АМБ.169.009 ВЭ	Комплект согласно ведомости ВЭ: РЭ, МП

8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

Аппарат АИСТ 50/70:

заводской номер блока управления _____

заводской номер блока высокого напряжения _____ соответствует техническим условиям ТУ 4221-002-60532022-16, и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска

М.П. ОТК _____

9. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие аппарата АИСТ требованиям действующей технической документации и нормам ПУЭ и ПТБ.

9.2 Гарантийный срок эксплуатации аппарата АИСТ 50/70 – 12 месяцев со дня отгрузки потребителю.

9.3 В период гарантийного срока эксплуатации изготовитель производит бесплатный ремонт оборудования, вышедшего из строя, при условии, что потребителем не были нарушены правила эксплуатации.

9.4 Гарантия не распространяется на оборудование с механическими дефектами, полученными в результате небрежной транспортировки и/или обращения.

9.5 По истечении гарантийного срока изготовитель осуществляет сервисное обслуживание по отдельному договору.

9.6 Претензии предъявляются предприятию — изготовителю по адресу:

ООО «БрисЭнерго», г. Москва

124460, г. Москва, г. Зеленоград, Панфиловский проспект, дом 10, помещение II, комната 13, этаж 2;

тел.: (499) 732 22 03, 734 96 39, 734 94 59

http://www.bris.ru

E-mail: mail@bris.ru

10. СВЕДЕНИЯ О ПОВЕРКЕ

10.1 Первичная и периодические поверки производятся органами государственной метрологической службы или аккредитованными метрологическими службами юридических лиц согласно ПР.50.2.006-94. Периодическая поверка производится не реже одного раза в два года, а также после ремонта.

10.2 Положительные результаты государственной первичной и периодической поверки оформляют записью в руководстве по эксплуатации и оттиском поверительного клейма или выдается свидетельство о поверке или запись о поверке вносится в единый реестр ФГИС «АРШИН».

10.3 Поверка аппаратов проводится в соответствии с методикой поверки «Аппарат испытания диэлектриков АИСТ. Методика поверки».

Аппарат АИСТ 50/70:
заводской номер блока управления _____
заводской номер блока высокого напряжения _____

прошёл первичную поверку и признан годным к эксплуатации

Дата поверки _____

М.П.
(Клеймо) Государственный
поверитель _____

11. ПРОТОКОЛ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ

11.1. Протокол приемо-сдаточных (заводских) испытаний выдается в соответствии с формой 1 по требованию Заказчика.

Форма 1. Протокол заводских испытаний

Наименование оборудования: _____ **Зав. №** _____

Проверка функционирования

№ п/п	Контролируемый параметр	Заключение
1	Наличие пломб	
2	Внешний вид	
3	Срабатывание кнопок	
4	Свечение индикаторов	
5	Отклонение стрелок	
6	Переключение переменного/постоянного родов тока	
7	Срабатывание разрядной штанги	

Проверка показаний приборов в режиме постоянного напряжения с конденсатором С=0,1 мкФ

Постоянное напряжение амплитудное U АИСТ, кВ	Постоянное напряжение U КВЦ амплитудное, кВ	Погрешность (≤ 3%), кВ	Погрешность реальная, кВ	Погрешность реальная, %

Проверка показаний приборов в режиме переменного напряжения

U АИСТ действ.кВ	U КВЦ действ.кВ	Погрешность (≤ 3%), кВ	Погрешность реальная, кВ	Погрешность реальная, %

Проверка показаний тока в режиме постоянного напряжения с конденсатором С=0,1мкФ, Rн=1 МОм

Постоянное напряжение амплитудное АИСТ, кВ	Ток АИСТ, мА, среднее	Напряжение КВЦ, кВ, среднее	Ток КВЦ среднее, мА	Погрешность (≤ 3%), кВ	Погрешность реальная, мА	Погрешность реальная, %

-		-		-		
-		-		-		
-		-		-		
-		-		-		

Проверка показаний тока в режиме переменного напряжения при нагрузке Rн=0 Ом

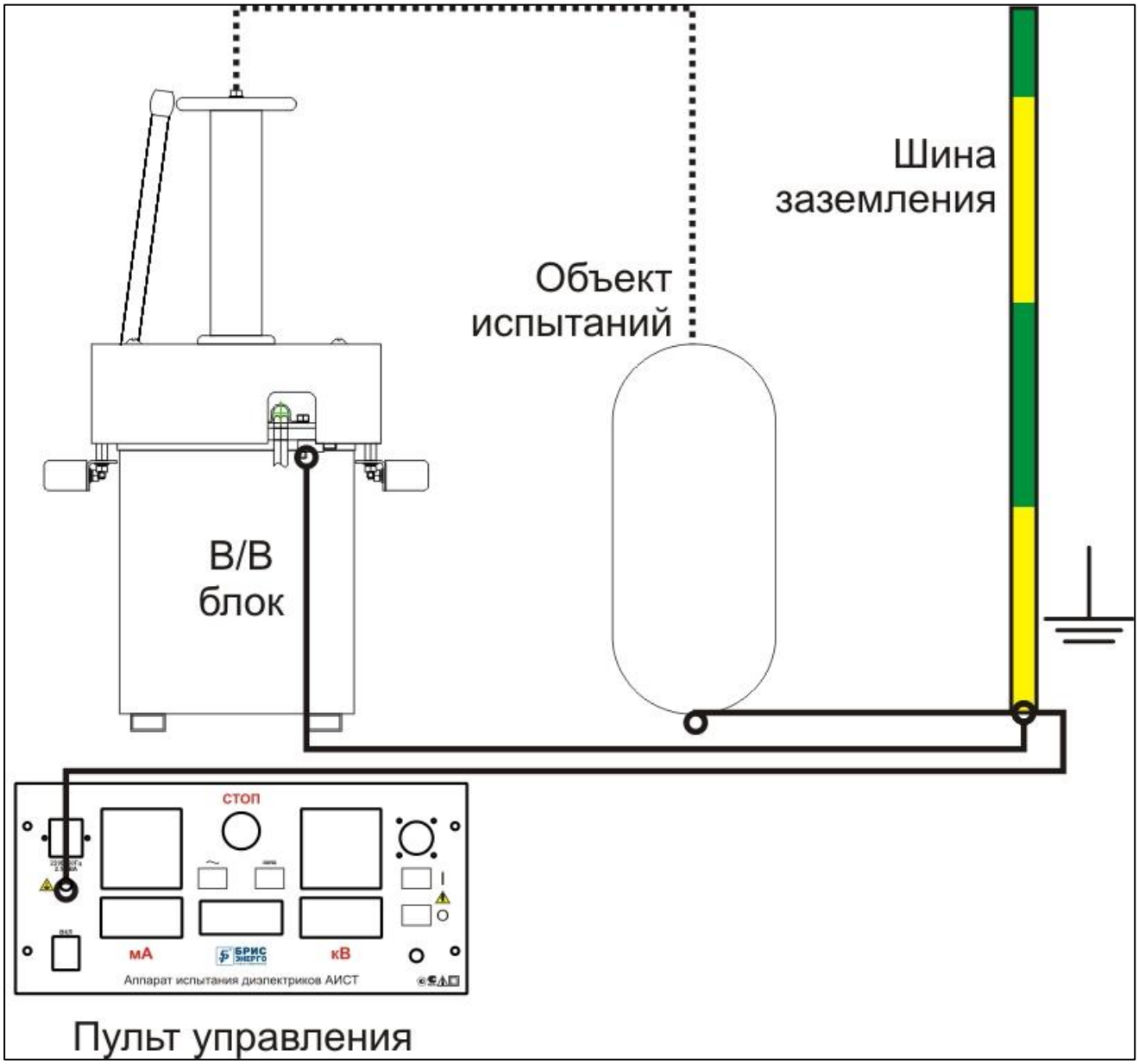
U АИСТдейств.кВ	Ток АИСТ действ.мА	Напр.КВЦ действ.кВ	Ток КВЦ дйств.мА	Погрешность (≤ 3%), кВ	Погрешность реальная, мА	Погрешность реальная, %
-		-		-		
-		-		-		
-		-		-		
-		-		-		

Проверка срабатывания защиты

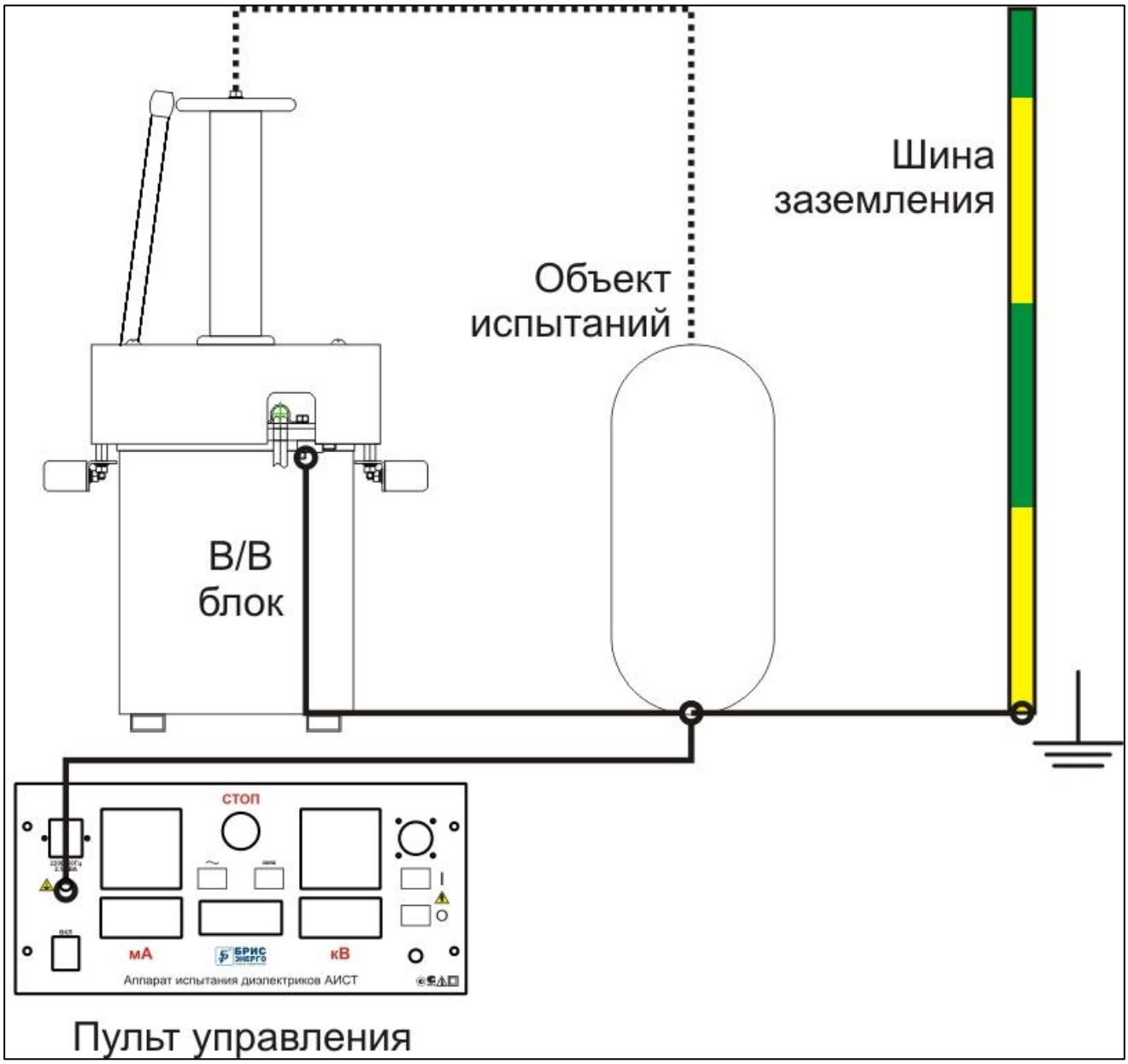
Переменный ток	50 мА
Постоянный ток	25 мА

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЗЕМЛЕНИЮ.

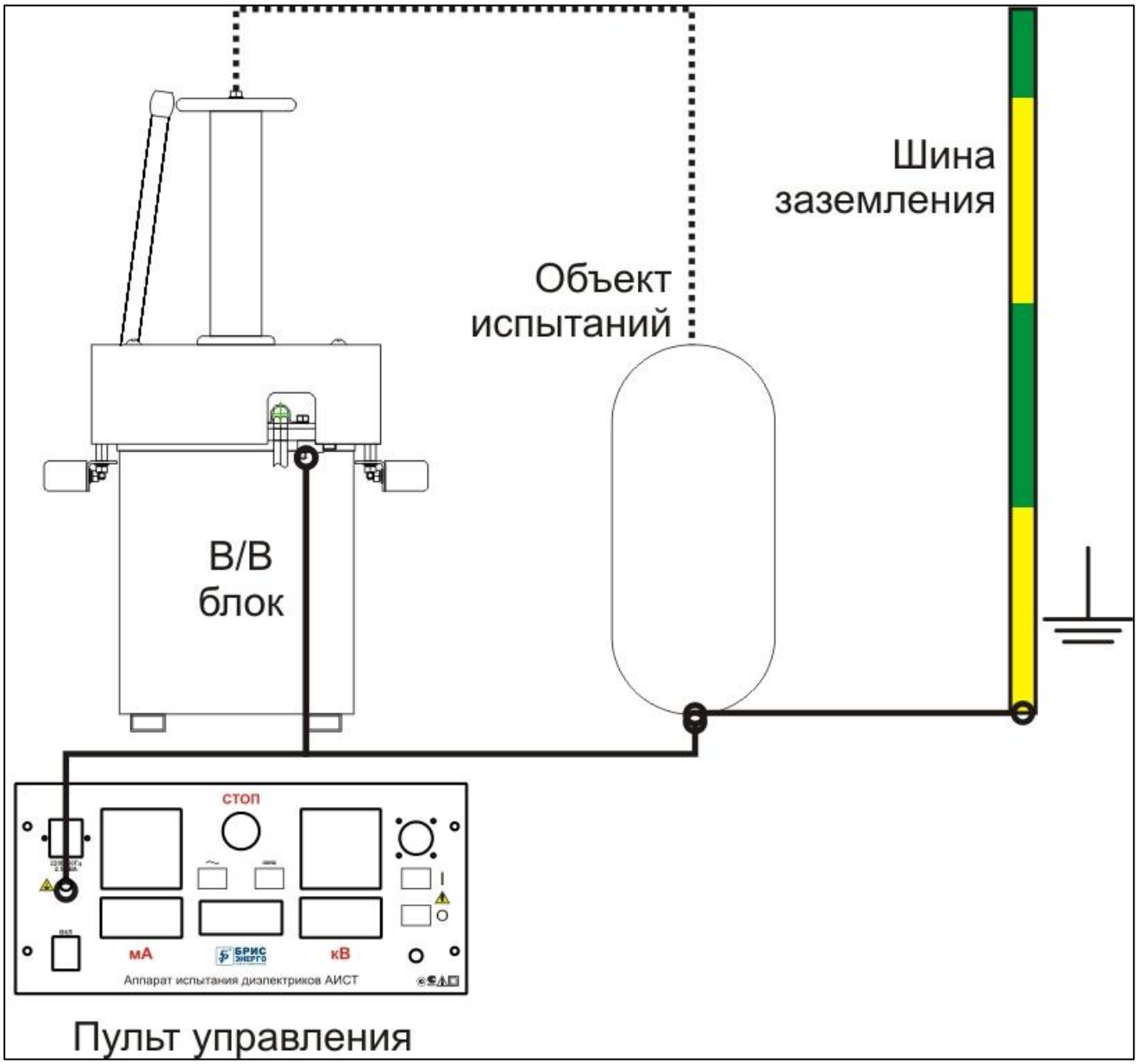
ВНИМАНИЕ! Одной из причин выхода из строя установки может быть неправильное заземление пульта управления. Точка заземления пульта должна быть выбрана таким образом, чтобы через нее не проходили рабочие токи объекта испытаний. На рисунках показаны правильные и неправильные варианты подключения заземления пульта управления.



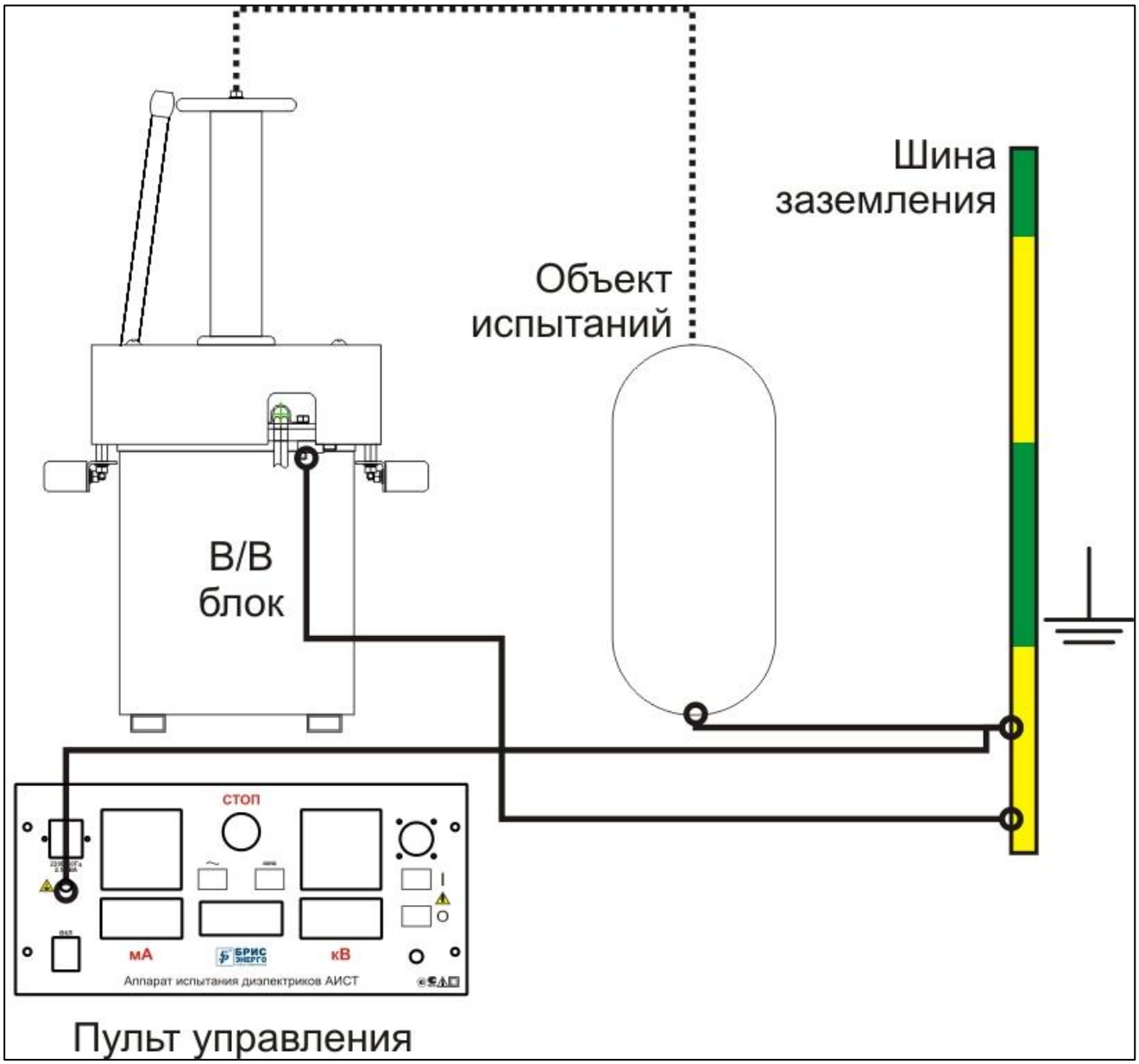
Вариант 1. Заземление пульта, высоковольтного трансформатора и объекта испытаний производится отдельными проводами к шине заземления. Можно подключать эти провода к шине в одной точке. **Самый правильный способ заземления.**



Вариант 2. Заземление пульта, высоковольтного трансформатора и объекта испытаний производится в одной точке, которая потом подсоединяется к шине заземления. Допустимый, но не самый лучший способ заземления.



Вариант 3. **<u>Совершенно недопустимый вариант заземления.</u>** При пробое ток короткого замыкания увеличит потенциал заземления пульта управления и пульт почти со 100% вероятностью выйдет из строя.



Вариант 4. **<u>Недопустимый вариант заземления.</u>** Похож на вариант 1, но пульт заземлен на пути протекания тока короткого замыкания. Вероятность выхода из строя также высока.