

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель директора –
Главный инженер филиала ОАО
МРСК Северо-Запада»
«Колэнерго»

_____ А.В. Маслов

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «НПО Энергоформ»

_____ А. Ю. Воробьев

« ___ » _____ 2010 г.

« ___ » _____ 2010 г.

АКТ

«О проведении экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)»

г. Москва

01 ноября 2010 г.

1. Цели испытаний.

1.1. Определение соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен), при воздействии наведенного напряжения в полевых условиях при проведении стандартных работ на действующей линии с имитацией выхода из строя основных защитных средств (заземлений).

1.2. Определение времени, в течение которого сохраняются защитные свойства комплекта до начала его разрушения от воздействия наведенного напряжения.

2. Объект, модель, испытываемые образцы и оборудование, использовавшиеся при испытаниях.

2.1. В качестве модели использовался разборный стеклопластиковый окрашенный манекен (рис. 1) с алюминиевыми фиксирующими концевиками в местах соединения торса с ногами, а также плечами и кистями рук, имеющий в сборе размеры стандартной фигуры человека (размер одежды 52-54, рост 182-188, размер обуви 44).

2.1.1. Поверхность манекена, исключая голову, была обклеена при помощи клея марки «88» алюминиевой фольгой толщиной 100 мкм.

2.1.2. Фольгированная поверхность манекена была разделена электрически изолированными промежутками длиной 20 мм на три зоны: левая верхняя четверть туловища до живота с левой рукой, правая верхняя четверть туловища до живота с правой рукой, нижняя часть туловища до живота с ногами.

2.1.3. В местах соединения частей манекена были установлены перемычки из изолированного медного провода сечением 1,5 мм² с клеммами под винтовое крепление, завинченными в поверхность манекена и имеющими электрический контакт с фольгой.

2.1.4. Перемычки с клеммами были установлены в области живота манекена на всех трех зонах, к которым подключались выводы резистора марки МЛТ мощностью 50 Вт с сопротивлением 1 кОм (эквивалент электрического сопротивления тела человека) и измерительного прибора.

2.1.5. Электрическое сопротивление каждой из трех зон в сборе с перемычками составляло не более 1 Ом.

2.2. В качестве измерительного прибора, регистрирующего ток, протекающий через «тело» манекена, применялся миллиамперметр, включенный последовательно с резистором 1 кОм.

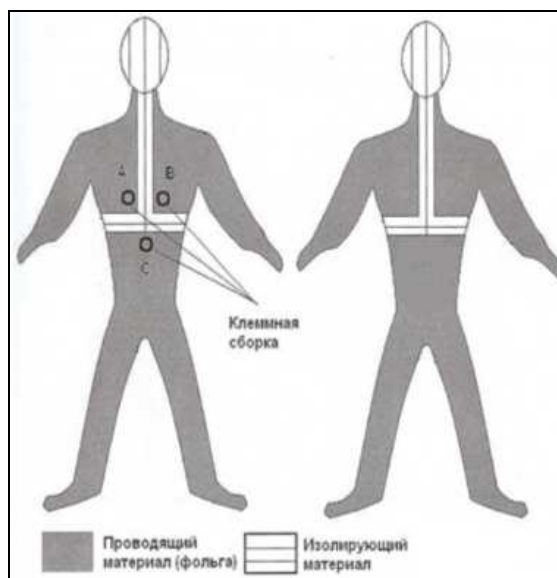


Рис. 1. Манекен (слева направо: вид спереди, вид сзади)

2.3. В качестве испытуемого образца, надеваемого во время опытов на манекен, использовался серийный комплект Эп-4(0) летнего исполнения, изготовленный по ТУ 8572-004-49352590-2004.

2.3.1. В состав комплекта входили: 1 пара электропроводящих перчаток, электропроводящие куртка с накашиком и полукомбинезон, 1 пара ботинок с бортопрошивной электропроводящей подошвой и межподкладкой из электропроводящей ткани.

2.4. Манекен с надетым образцом во время опытов укреплялся неподвижно на металлическом круглом диске испытательного стенда при помощи ремней к правому ботинку, а также капроновым монтерским поясом к двум вертикальным направляющим штангам за торс манекена (рис. 2).

2.4.1. Диск крепился двумя болтами на деревянном помосте испытательного стенда.

2.4.2. Испытуемый образец, надетый на манекен, был подключен к группе рубильников (рис. 2), обеспечивающих протекание электрического тока по заданным направлениям:

- источник наведенного напряжения – амперметр – земля (рубильник I);
- источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля (рубильник II),
- источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля (рубильник III).

2.4.3. Рубильники позволяли подавать наведенное напряжение с ВЛ на образец с пробоем воздушного промежутка между комплектом и наконечником изолирующей штанги (поз. 12 рис. 2) с образованием электрической дуги.

2.4.4. Группа рубильников испытательного стенда подключалась к пункту подключения (рис. 3).

2.4.4.1. Параллельно к пункту подключения был присоединен высокоомный делитель напряжения (на резисторах типа КЭВ, сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления при входном сопротивлении подключаемого к нижнему плечу вольтметра не менее 10 МОм – 100).

2.4.5. Уровень наведенного напряжения, подаваемого на испытуемый образец, фиксировался вольтметром с входным сопротивлением 10 МОм, подключенным к нижнему плечу высокоомного делителя напряжения.

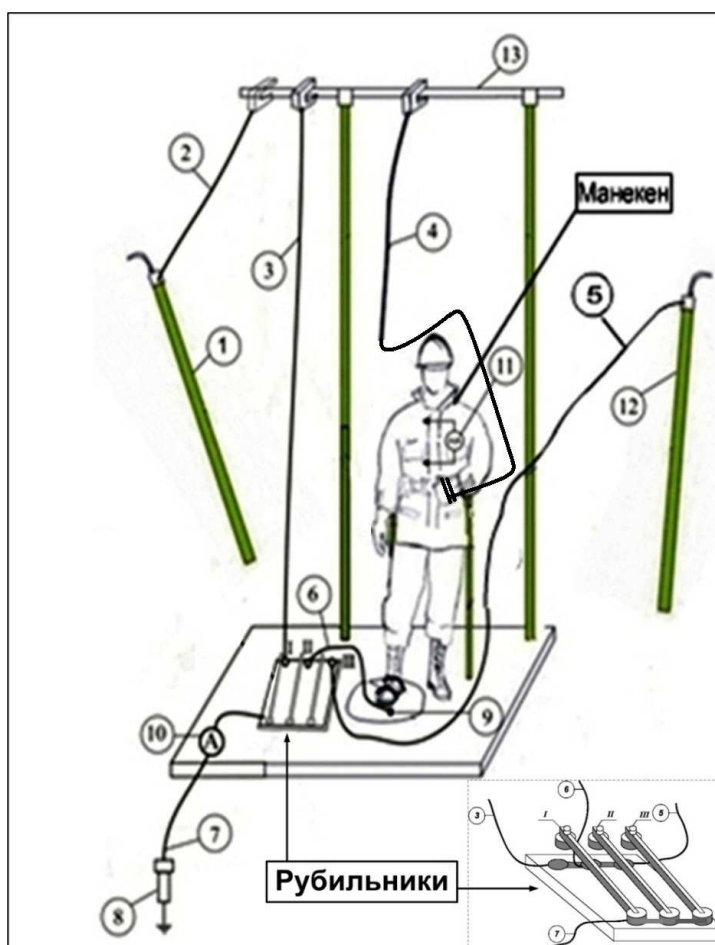


Рис. 2. Испытательный стенд

1, 12 – изолирующая штанга ПЗТ-220 кВ; 2, 5, 6 – провод $S=25 \text{ мм}^2$, $L=3 \text{ м}$; 3,4 – медный провод $S=25 \text{ мм}^2$, $L=3 \text{ м}$ со струбциной; 7 – заземляющая клемма; 8 – шина; 9 - металлический диск $d=300 \text{ мм}$, $h=5 \text{ мм}$; 10 – амперметр; 11- миллиамперметр; 13-потенциальная шина (металлическая труба $d=32 \text{ мм}$, $L=2 \text{ м}$).

2.5. Наведенное напряжение подавалось на пункт подключения с одной из фаз отключенной одноцепной ВЛ 150 кВ, диспетчерское наименование Л-226, соединяющей ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18, на промежуточной опоре №

203, удаленной от подстанции ПС-6 на расстояние 74,6 км. ВЛ 150 кВ Л-226 проходит:

- в одном коридоре (70 км) с ВЛ 330 кВ, на расстоянии 50-100 м;
- параллельно со спец. ЛЭП-1 на расстоянии 8 км и спец. ЛЭП-2 на расстоянии 20 км.

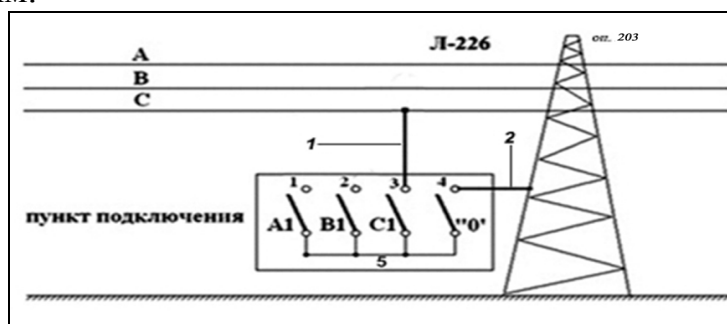


Рис. 3. Схема пункта подключения.

1 – изолированный медный провод сечением не менее 4 мм², L=30м;

2 – изолированный медный провод сечением не менее 4 мм², L=10м.

2.5.1. Расчетное значение наведенного напряжения на ВЛ 150 кВ от влияющей воздушной линии 330 кВ составляет 46,2 В.

2.6. Для регистрации времени по п. 1.2 использовался секундомер.

2.7. Провода поз. 4 рис. 2, а также поз. 6 рис. 2 во время опыта по обтеканию током комплекта для определения времени его предполагаемого разрушения от теплового действия переменного тока, крепились к образцу при помощи стальных стяжных бандажей.

2.8. После сборки модели на стенде при помощи тестера была проверена целостность контактных соединений, а также надежность изоляции электропроводящих элементов комплекта от тела манекена.

3. Содержание испытаний и их результаты.

3.1. Испытания комплекта Эп-4(0) проводились путем подачи на испытательный стенд наведенного напряжения, возникающего при различных режимах соединения и заземления фазных проводов ВЛ Л-226 (опора № 203) на ПС-6 и на ОРУ-150 кВ ГЭС-18, а именно:

- фазные провода Л-226 заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18 (режим В рис. 4);

- фазные провода соединены друг с другом на спусках линейного разъединителя Л-226 на ПС-6, а на ОРУ 150 кВ ГЭС-18 – изолированы друг от друга. Фазные провода не заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18 (режим Б рис.5).

3.2. Испытание защитного комплекта Эп-4(0) в режиме В.

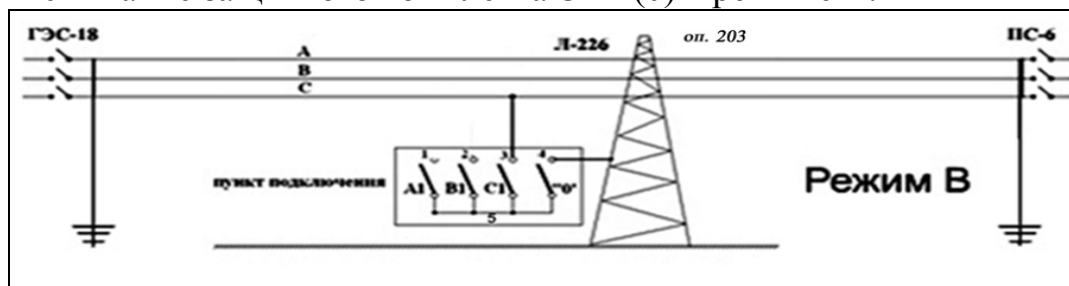


Рис. 4. Схема коммутаций фазных проводов линии Л-226 на ОРУ 150 кВ ГЭС-18 и ПС-6 в режиме В

- 3.2.1. Измерение тока замыкания на землю и уровня наведенного напряжения, подаваемого на испытуемый образец (рис. 2, 3).
- 3.2.1.1. При замкнутом ноже С1 пункта подключения, присоединенного к фазе С ВЛ Л-226, был измерен уровень наведенного напряжения на фазе С. Уровень напряжения, подаваемого на испытуемый образец, составил **180 В**.
- 3.2.1.2. Изолирующей штангой (поз.1 рис. 2) испытательный стенд был подключен к потенциалу наведенного напряжения (точка 5 пункта подключения).
- 3.2.1.3. При замкнутом рубильнике I на испытательном стенде амперметром был зафиксирован ток замыкания на землю, который составил **6,59 А**.
- 3.2.2. Определение соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен), в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля».
- 3.2.2.1. После замыкания рубильника II и подключения испытательного стенда к потенциалу наведенного напряжения было смоделировано прохождение электрического тока по заданному направлению. Потенциал земли был подключен к электропроводящему выводу правой половинки брюк полукомбинезона для моделирования ситуации, когда пользователь, находясь под наведенным напряжением, касается элементами одежды заземленных частей (траверсы опоры).
- 3.2.2.2. Ток через резистор (манекен) по показаниям миллиамперметра составил **6 мкА**, ток через испытуемый образец – **7,0 А**.
- 3.2.2.3. Результаты по п. п. 3.2.2.2 были зафиксированы при отсутствии каких-либо повреждений манекена и образца.
- 3.2.2. Определение соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен), в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля».
- 3.2.2.1. После замыкания рубильника III и подключения испытательного стенда к потенциалу наведенного напряжения было смоделировано прохождение электрического тока по заданному направлению.
- 3.2.2.2. Ток через резистор (манекен) по показаниям миллиамперметра составил **4 мкА**, ток через испытуемый образец – **6,59 А**.
- 3.2.2.3. Результаты по п. п. 3.2.3.2 были зафиксированы при отсутствии каких-либо повреждений манекена и образца.
- 3.2.3. Определение времени, в течение которого сохраняются защитные свойства комплекта до начала его разрушения в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля» с одновременным определением соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен) в этом режиме.
- 3.2.3.1. После замыкания рубильника II и подключения испытательного стенда к потенциалу наведенного напряжения было смоделировано

прохождение электрического тока по заданному направлению. Подача напряжения на испытуемый образец продолжалась **16 минут**.

3.2.3.2. Ток через резистор (манекен) по показаниям миллиамперметра составил **11 мкА**, ток через испытуемый образец – **6,47 А**.

3.2.3.3. Результаты по п. п. 3.2.3.2 были зафиксированы при отсутствии каких-либо повреждений манекена и образца, а также их ощутимого нагрева.

3.3. Испытание защитного комплекта Эп-4(0) в режиме Б.

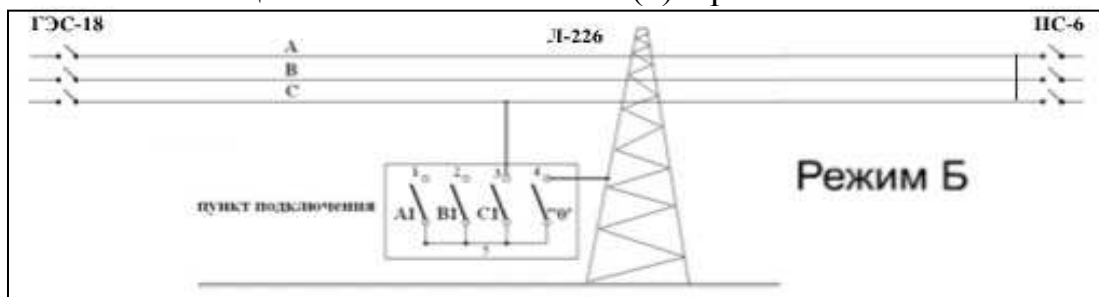


Рис. 5. Схема коммутаций фазных проводов линии Л-226 на ОРУ 150 кВ ГЭС-18 и ПС-6 в режиме Б

3.3.1. Измерение тока замыкания на землю и уровня наведенного напряжения, подаваемого на испытуемый образец (рис. 2, 3).

3.3.1.1. После замыкания ножа С1 пункта подключения, присоединенного к фазе С, был измерен уровень наведенного напряжения на фазе С. Уровень напряжения, подаваемого на испытуемый образец, составил **840 В**.

3.3.1.2. Изолирующей штангой (поз.1 рис. 2) испытательный стенд был подключен к потенциалу наведенного напряжения (точка 5 пункта подключения).

3.3.1.3. При замкнутом рубильнике I на испытательном стенде амперметром был зафиксирован ток замыкания на землю, который составил **0,5 А**.

3.3.2. Определение соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен), в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля».

3.3.2.1. После замыкания рубильника II и подключения испытательного стенда к потенциалу наведенного напряжения было смоделировано прохождение электрического тока по заданному направлению.

3.3.2.2. Ток через резистор (манекен) по показаниям миллиамперметра составил **15 мкА**, ток через испытуемый образец – **0,2 А**.

3.3.2.3. Результаты по п. п. 3.3.2.2 были зафиксированы при отсутствии каких-либо повреждений манекена и образца.

3.3.3. Определение соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен), в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля».

3.3.3.1. После замыкания рубильника III и подключения испытательного стенда к потенциалу наведенного напряжения было смоделировано прохождение электрического тока по заданному направлению.

3.3.3.2. Ток через резистор (манекен) по показаниям миллиамперметра составил **10 мкА**, ток через испытуемый образец – **0,5 А**.

3.3.3.3. Результаты по п. п. 3.3.3.2 были зафиксированы при отсутствии каких-либо повреждений манекена и образца.

3.3.4. Определение времени, в течение которого сохраняются защитные свойства комплекта до начала его разрушения при пробое воздушного промежутка и образовании электрической дуги, с одновременным определением соотношения токов, протекающих через защитный комплект и модель тела человека (манекен) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля».

3.3.4.1. После замыкания рубильника III, подключения испытательного стенда к потенциалу наведенного напряжения и приближения штанги наведенного потенциала к перчатке, надетой на правую руку манекена, было смоделировано прохождение электрического тока по заданному направлению с образованием электрической дуги.

3.3.4.2. Время непрерывного воздействия электрической дуги на перчатку комплекта Эп-4(0) составило **180 секунд**.

3.3.4.3. В месте воздействия электрической дуги на испытуемый образец (манжета электропроводящей перчатки комплекта Эп-4(0), надетой поверх рукава электропроводящей куртки) образовался спекшийся карбонизированный слой черного цвета, размером около 20 мм. При последующем осмотре перчатки в месте воздействия электрической дуги указанный слой был разрушен с целью определения его глубины и площади.

3.3.4.4. На ткани внешнего слоя рукава электропроводящей куртки комплекта (хлопчатобумажная ткань саржевого плетения с МВО пропиткой) образовался карбонизированный слой размером 5 мм, который не разрушился при последующем осмотре.

3.3.4.5. Ток через резистор (манекен) составил **22 мкА**. Таким образом, прорыва тока через комплект Эп-4(0), который составил в данном опыте **0,79 А**, с образца на манекен не произошло.

4. Комментарии.

4.1. При проведении испытаний с подачей наведенного напряжения на испытуемый образец использовалась модель, заведомо более жесткая по своим параметрам, чем в реальных условиях эксплуатации, так как поверхность манекена была полностью электропроводящая и имела суммарное сопротивление около 1 кОм, в то время как реальное сопротивление тела человека может составлять более 10 кОм [4], однако оно может снижаться при протекании тока через организм пользователя.

4.2. В опытах по п. п. 3.2.2 и 3.2.3 значение тока, протекающего через резистор сопротивлением 1 кОм, имитирующий сопротивление тела человека, при напряжении **180 В**, токе замыкания на землю **6,59 А** и токах через комплект от **6,59 А** до **7,0 А** составило от **4 мкА** до **6 мкА**, что не

превышает безопасный ток (50-75 мкА) [4], пороговый чувствительный ток (1,11 мА) [4] и предельный ток отпускания (6 мА) [3] для частоты 50 Гц.

4.3. В опыте по п. п. 3.2.3 время, в течение которого через испытуемый образец протекал электрический ток **6,47 А** при напряжении **180 В**, составило 16 минут. Ток через резистор (модель тела пользователя) составил **11 мкА**, что не превышает безопасный ток (50-75 мкА) [4], пороговый чувствительный ток (1,11 мА) [4] и предельный ток отпускания (6 мА) [3] для частоты 50 Гц.

4.3.1. Следует отметить, что в опытах по п. п. 3.2.2 – 3.2.3 не произошло какого-либо разрушения комплекта и ощутимого нагрева его элементов.

4.3.2. Во время опыта по п. 3.2.4 было замечено плавное увеличение значения электрического тока, протекающего через резистор (манекен), с **2 мкА** в начале опыта до **11 мкА** через **16 минут**. Возможно, это обусловлено постепенным увеличением электрического сопротивления комплекта при протекании по нему переменного тока и соответствующим снижением доли тока через систему «манекен-комплект», протекающей через образец.

4.4. В опытах по п. п. 3.3.2 и 3.3.3 значение тока, протекающего через резистор сопротивлением 1 кОм, имитирующий сопротивление тела человека, при напряжении **840 В**, токе замыкания на землю **0,5 А** и токах через комплект от **0,2 А** до **0,5 А** составило от **10 мкА** до **15 мкА**, что не превышает безопасный ток (50-75 мкА) [4], пороговый чувствительный ток (1,11 мА) [4] и предельный ток отпускания (6 мА) [3] для частоты 50 Гц.

4.5. Опыт по п. п. 3.3.4 продолжался 180 секунд. За все время непрерывного воздействия электрической дуги на электропроводящую перчатку комплекта Эп-4(0) значение тока, протекающего через резистор сопротивлением 1 кОм, имитирующий сопротивление тела человека, при напряжении **840 В** и токе через комплект **0,79 А** не превышало **22 мкА** и оставалось значительно ниже безопасного тока (50-75 мкА) [4], порогового чувствительного тока (1,11 мА) [4] и предельного тока отпускания (6 мА) [3] для частоты 50 Гц.

4.6. При всех схемах испытаний прорыва тока с комплекта Эп-4(0) на манекен не произошло.

5. Выводы.

5.1. Комплект Эп-4(0) способен шунтировать электрический ток, проходящий через тело пользователя, возникающий вследствие нештатной ситуации (выхода из строя основных защитных средств - ПЗ, ошибки персонала, нарушения схемы заземления и других случайных факторов), во время работ на отключенных ВЛ под наведенным напряжением, снижая его до значений, безопасных для жизни и здоровья человека.

5.2. Комплект Эп-4(0) исключает судорожные мышечные реакции и болезненные ощущения, обусловленные протеканием через тело человека, попавшего под наведенное напряжение, электрического тока, которые могут привести к травмам.

5.3. Прорыва тока с комплекта Эп-4(0) на тело человека при данных внешних условиях не происходит при воздействии искровых и электродуговых разрядов, которыми может сопровождаться приближение

человека к отключенным токоведущим частям во время работ под наведенным напряжением.

5.4. Время сохранения защитных свойств комплекта позволяет пользователю обнаружить неисправность, в том числе, дефекты основных защитных средств (заземлений), устранить их и (или) эвакуироваться.

5.5. Применение индивидуального защитного комплекта Эп-4(0) рекомендуется при работах под наведенным напряжением на отключенных одноцепных и многоцепных ВЛ 6-10 кВ и выше, а также грозозащитных торсах ВЛ.

5.6. Большую актуальность применение комплектов Эп-4(0) приобретает при монтаже строящихся ВЛ и других электроустановок, находящихся под наведенным напряжением в зоне влияния действующих ВЛ и контактной сети железных дорог переменного тока, поскольку в этих случаях надежное заземление, особенно подвижных конструкций, в местах вероятного прикосновения человека не всегда осуществимо.

6. Документация и литература.

1. Проект производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0) от 20.10.2010 г.
2. ТУ-8572-004-493-52590-2004 с изменением № 1 «Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током при работах под наведенным напряжением. Комплект защитный».
3. ГОСТ 2.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
4. Основы техники безопасности в электроустановках / Долин П. А., М.: Издательство Знак, 2000.

Акт составлен на десяти листах в одном экземпляре (оригинале) и разослан всем участникам испытаний.

Неотъемлемыми приложениями к настоящему Акту являются протоколы испытаний № 1 – 6 на шести листах.

Все нижеподписавшиеся участники испытаний согласны с содержанием настоящего Акта и не имеют особого мнения, в том числе, в отношении вышеизложенных результатов.

При испытаниях присутствовали:

Заместитель руководителя дирекции ПКиОТ
ОАО «Холдинг МРСК» Васильев С. Б.

Заместитель генерального директора –
главный инженер ОАО «МРСК Северо-
Запада» Турлов Г. В.

Начальник службы организации
эксплуатации ЭК
ОАО «МРСК Северо-Запада» Войлошников В. А.

Начальник ООТ
ОАО «МРСК Северо-Запада» Якобсон Р. В.

Начальник отдела эксплуатации ЛЭП и РС
филиала ОАО «МРСК Северо-Запада»
«Колэнерго» Маннанов М. М.

Начальник СОТ УНиПК филиала
ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго» Орлова В. С.

Главный инженер ПО Северные ЭС филиала
ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго» Сухинин Л. В.

Начальник ПСЛ ПО Северные ЭС филиала
ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго» Кизенков А. Н.

Заведующий лабораторией № 33
ЦФТПЭС КНЦ РАН, к. т. н. Данилин А.Н.

Руководитель
ЗАО НПО «Техносервис-Электро» Отморский С. Г.

Руководитель проекта Эп-4(0)
ЗАО «НПО Энергоформ» Зюков М. А.

Экспериментальное исследование защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)
ПРОТОКОЛЫ ИСПЫТАНИЙ

Москва, 2010 г.

Место и условия проведения испытаний

1. Испытания защитного комплекта Эп-4(0) проводились в соответствии с «Проектом производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. на воздушной линии 150 кВ Л-226. Время начала испытаний: 22.10.2010 г. 11.00, время окончания испытаний 22.10.2010 г. 19.00. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2. В испытаниях участвовали:

- от Дирекции ПКиОТ ОАО «Холдинг МРСК» - Васильев С.Б.,
- от ОАО «МРСК Северо-Запада» - Турлов Г.В., Войлошников В.А., Якобсон Р.В.,
- от филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго» - Маннанов М.М., Орлова В.С.,
- от ПО Северные ЭС филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго» - Сухинин Л.В., Кизенков А.Н.,
- от КНЦ – Данилин А.Н.,
- от ЗАО НПО «Техносервис-Электро» - Отморский С.Г., Кабанов И.П., Сильянов В.Н.,
- от ЗАО «НПО Энергоформ» - Воробьев А.Ю., Зюков М.А.

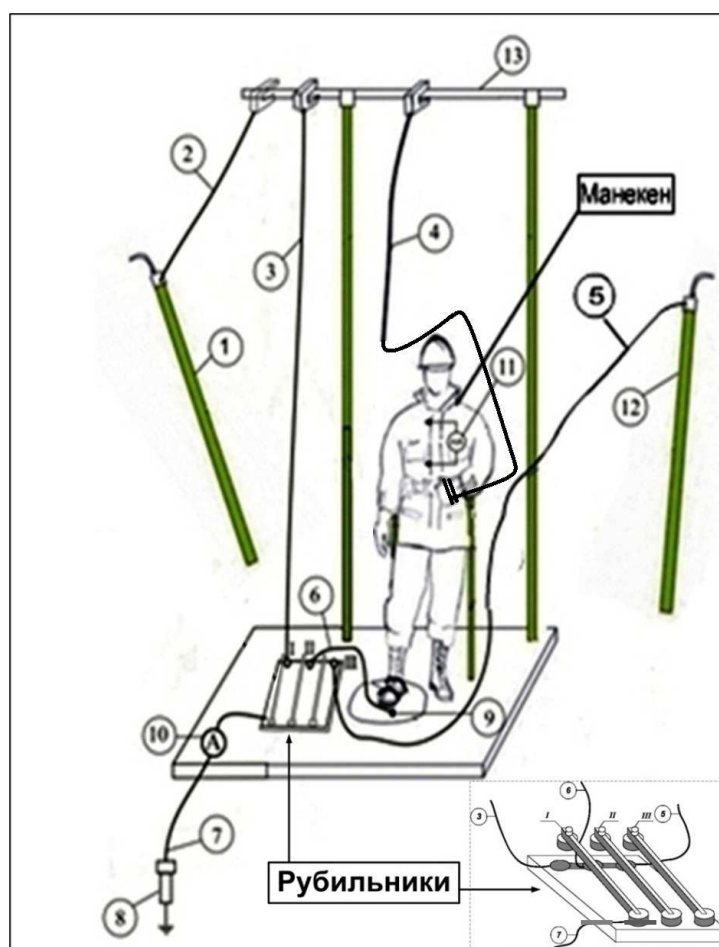


Рис. 1. Испытательный стенд

1, 12 – изолирующая штанга ПЗТ-220 кВ; 2, 5, 6 – провод $S=25 \text{ мм}^2$, $L=3 \text{ м}$; 3, 4 – медный провод $S=25 \text{ мм}^2$, $L=3 \text{ м}$ со струбциной; 7 – заземляющая клемма; 8 – шина; 9 – металлический диск $d=300 \text{ мм}$, $h=5 \text{ мм}$; 10 – амперметр; 11 – миллиамперметр; 13 – потенциальная шина (металлическая труба $d=32 \text{ мм}$, $L=2 \text{ м}$).

ПРОТОКОЛ № 1

Испытание комплекта Эп-4(0) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля»

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электроразмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен ($I_{ман.}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 6.3.1 – 6.3.6 и п. п. 6.3.19 – 6.3.24 «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим В – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 заземлены и объединены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}, В$	$U_{нав.}, В$	$I_{зам.}, А$	$I_{нав.}, А$	$I_{ман.}, мкА$
1	1,8	180	6,59	7,0	6,0

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКИОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 2

Испытание комплекта Эп-4(0) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля» (дополнительное)

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электоризмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.к}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен в начале и после обтекания им образца ($I_{ман. 0}$, $I_{ман. к}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)
6	Секундомер	-	-	Время обтекания током образца (T_n)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 6.3.1 – 6.3.6 и п. п. 6.3.19 – 6.3.24 «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим В – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 заземлены и объединены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18). Нагрев образца контролировался вручную.

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Ощутимого нагрева образца не зафиксировано. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}, В$	$U_{нав.}, В$	$I_{зам.}, А$	$I_{нав.к}, А$	$I_{ман. 0}, мкА$	$I_{ман. к}, мкА$	$T_n, мин.$
1	1,8	180	6,59	6,47	6,0	11,0	16

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКиОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 3

Испытание комплекта Эп-4(0) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля»

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электроразмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен ($I_{ман.}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 6.3.1 – 6.3.12 «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим В – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 заземлены и объединены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}$, В	$U_{нав.}$, В	$I_{зам.}$, А	$I_{нав.}$, А	$I_{ман.}$, мкА
1	1,8	180	6,59	6,59	4,0

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКИОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 4

Испытание комплекта Эп-4(0) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля»

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{\text{нав.}}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электроразмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{\text{зам.}}$), ток через образец ($I_{\text{нав.}}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен ($I_{\text{ман.}}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{\text{изм.}}$)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 7.9.1 (п. п. 6.3.1 – 6.3.6 и п. п. 6.3.19 – 6.3.24) «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим Б – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 не заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18) и объединены на ПС-6).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{\text{изм.}}, \text{В}$	$U_{\text{нав.}}, \text{В}$	$I_{\text{зам.}}, \text{А}$	$I_{\text{нав.}}, \text{А}$	$I_{\text{ман.}}, \text{мкА}$
1	8,4	840	0,5	0,2	15,0

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКиОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 5

Испытание комплекта Эп-4(0) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля»

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электроразмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен ($I_{ман.}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 7.9.1 (п. п. 6.3.1 – 6.3.12) «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим Б – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 не заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18) и объединены на ПС-6).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}, В$	$U_{нав.}, В$	$I_{зам.}, А$	$I_{нав.}, А$	$I_{ман.}, мкА$
1	8,4	840	0,5	0,5	10,0

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКИОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 6

Испытание комплекта Эп-4(0) в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля» (дополнительное)

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электоризмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен при воздействии электрической дуги ($I_{ман. д.}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)
6	Секундомер	-	-	Время воздействия электрической дуги (t_d)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 7.9.1 (п. п. 6.3.1 – 6.3.18) «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим Б – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 не заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18) и объединены на ПС-6).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Прорыва тока с образца с образца на манекен не произошло. В месте воздействия электрической дуги на образец (перчатку) образовался спекшийся карбонизированный слой размером около 20 мм. Каких-либо разрушений или видимых изменений остальных элементов образца не обнаружено.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}, В$	$U_{нав.}, В$	$I_{зам.}, А$	$I_{нав.}, А$	$I_{ман. д.}, мкА$	$t_d, с$
1	8,4	840	0,5	0,79	22,0	180

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКиОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 7

Испытание экспериментального комплекта Эи-2Л в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – правая нога – земля» (дополнительное)

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электроразмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен ($I_{ман.}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 7.9.1 (п. п. 6.3.1 – 6.3.6 и п. п. 6.3.19 – 6.3.24) «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим Б – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 не заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18) и объединены на ПС-6).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}, В$	$U_{нав.}, В$	$I_{зам.}, А$	$I_{нав.}, А$	$I_{ман.}, мкА$
1	8,4	840	0,52	0,13	1,0

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКиОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.

ПРОТОКОЛ № 8

Испытание экспериментального комплекта Эи-2Л в режиме прохождения тока по направлению «источник наведенного напряжения – правая рука – левая рука – земля» (дополнительное)

1. Приборы и оборудование (Табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Прибор (оборудование)	Зав. номер	Класс точности, %	Измеряемый параметр
1	Высокоомный делитель напряжения (сопротивление верхнего плеча – 29,7 МОм, нижнего плеча – 328 кОм, коэффициент деления – 100)	–	0,5	Уровень наведенного напряжения ($U_{нав.}$)
2	Испытательный стенд	–	–	–
3	Амперметр (клещи электроразмерительные цифровые К4571Ц)	1007456	1,0	Ток замыкания на землю ($I_{зам.}$), ток через образец ($I_{нав.}$)
4	Микроамперметр (цифровой мультиметр UT71D)	1070842645	0,1	Ток, протекающий через манекен ($I_{ман.}$)
5	Вольтметр (мультиметр DT9208A)	OJ054431	0,5	Напряжение на нижнем плече делителя ($U_{изм.}$)

2. Проведение испытаний.

2.1. Последовательность проведения испытаний соответствует п. п. 7.9.1 (п. п. 6.3.1 – 6.3.12) «Проекта производства работ по проведению экспериментального исследования защитных свойств индивидуального комплекта Эп-4(0)» от 20.10.2010 г. (режим Б – фазные провода ВЛ 150 кВ Л-226 не заземлены на ПС-6 и ОРУ-150 кВ ГЭС-18) и объединены на ПС-6).

2.2. Испытания проводились 22.10.2010 г. на опоре № 203 ВЛ 150 кВ Л-226. Температура окружающего воздуха – около 0 °С при периодических атмосферных осадках в виде снега.

2.3. Результаты измерений приведены в Табл. 2. Разрушения образца не произошло.

Таблица 2

№ п/п	$U_{изм.}, В$	$U_{нав.}, В$	$I_{зам.}, А$	$I_{нав.}, А$	$I_{ман.}, мкА$
1	8,4	840	0,52	0,57	1,0

Испытания проводили:

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Кабанов И.П.

Сильянов В.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Воробьев А.Ю.

При испытаниях присутствовали:

От Дирекции ПКИОТ ОАО «Холдинг МРСК»:

Васильев С.Б.

От Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Маннанов М.М.

Орлова В.С.

От ЗАО НПО «Техносервис-Электро»:

Отморский С.Г.

от КНЦ РАН:

Данилин А.Н.

От ОАО «МРСК Северо-Запада»:

Турлов Г.В.

Войлошников В.А.

Якобсон Р.В.

От ПО Северные ЭС Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»:

Сухинин Л.В.

Кизенков А.Н.

От ЗАО «НПО Энергоформ»:

Зюков М.А.