

---

УДК 621.317.7

Р.П. ВАЛЬС, студент гр. ЭЭа-1801 (ВятГУ)

Научный руководитель В.Г. БАСМАНОВ, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электроснабжения (ВятГУ)

г. Киров

## **ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА МИСО-2 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ БЕЗ ОТСОЕДИНЕНИЯ ГРОЗОЗАЩИТНОГО ТРОСА**

Для обеспечения требований по безопасности работы персонала и молниезащите воздушных линий электропередачи необходим эксплуатационный контроль состояния заземляющих устройств опор ВЛ. Основной характеристикой заземляющего устройства, определяющего его качество, является сопротивление растекания тока на землю [1]. Разработка измерительных приборов для определения сопротивления заземления опор воздушных линий является актуальной задачей, имеющей большое значение для повышения эффективности эксплуатации ЛЭП.

Сотрудниками Вятского государственного университета был разработан прибор МИСО-1, реализующий простую и наглядную методику измерений, и позволяющий определять сопротивление заземления опоры без отсоединения грозозащитного троса на воздушных линиях с тросом, заземлённым на каждой опоре [2]. Прибор МИСО-1 обладает двумя существенными недостатками:

- проведение измерений возможно только на одностоечных опорах с диаметром у поверхности земли не более 610 мм;
- датчик тока, предназначенный для измерения величины тока, стекающего с опоры на землю, имеет большие размеры и массу.

В работе [3] показано, что создание прибора для измерения сопротивления заземления опор, установленных на четырех стойках, с использованием измерительных трансформаторов тока с ферромагнитным сердечником, приведет к чрезмерно высокой массе и ограниченной мобильности измерительного комплекса. Там же было предложено использовать катушки Роговского для измерения тока, стекающего на землю через заземлители и фундаменты многостоечных опор, с целью определения сопротивления заземляющего устройства. Эта идея была реализована в Вятском государственном университете при создании прибора МИСО-2, предназначенного для измерения сопротивления заземления как одностоечных цилиндрических опор, так и опор, установленных на четырех фундаментных стойках.

Прибор комплектуется четырьмя гибкими датчиками тока длиной 1,5 м, позволяющих охватывать цилиндрические конструкции диаметром до 0,45 м. При выполнении измерений все заземленные стойки опоры следует единообразно охватить катушками Роговского, как показано на рис. 1. Для снижения влияния электромагнитных помех на слабые аналоговые сигналы в соединительных проводах катушки Роговского подключаются экранированными кабелями длиной 0,2 м к измерительным блокам тока, в которых выполняется масштабирование и аналого-цифровое преобразование сигнала от датчиков тока. От этих отдельных блоков данные о токе в цифровой форме по кабелям длиной 12,5 м передаются в основной блок прибора.

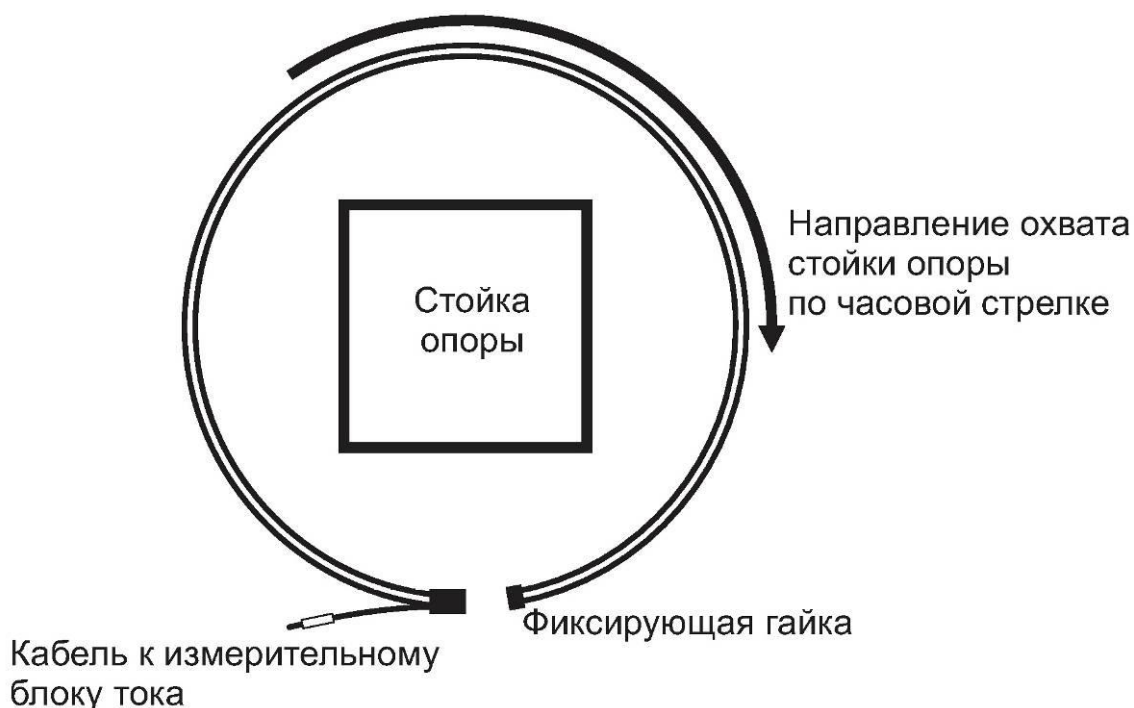


Рис. 1 – Схема размещения гибкого датчика тока на стойке опоры

Для проведения измерений следует забить два стержневых электрода на расстоянии 20 и 30 метров от основания опоры в направлении перпендикулярном оси ВЛ. Ближний из них будет потенциальным электродом (ПЭ), дальний – токовым (ТЭ), как показано на рис. 2. Диаметр электродов не менее 10 мм, длина забивки в землю не менее 0,75 м. Токовый и потенциальный электроды должны быть подключены изолированными соединительными проводами к выводам выходной цепи тока и входной цепи напряжения прибора соответственно. Вторые выводы цепи тока и цепи напряжения следует подключить к предварительно зачищенному металлическому заземленному элементу опоры.

После сборки измерительной схемы для проведения измерений достаточно выбрать в меню прибора соответствующий пункт и нажать кнопку «START», все необходимые действия будут выполнены в автоматическом режиме. После запуска процедуры измерений встроенный генератор сформирует синусоидальный испытательный ток, имеющий две составляющие: составляющая, протекающая через заземляющий контур испытуемой опоры, и составляющая, протекающая через грозозащитный трос к заземляющим устройствам соседних опор. Оба слагаемых испытательного тока замыкаются через землю и токовый электрод. Составляющая тока, стекающего на землю по заземляющему устройству испытуемой опоры, измеряется с помощью гибких датчиков тока, охватывающих стойки опоры; результаты измерений суммируются в цифровой форме. Одновременно измеряется разность потенциалов между телом опоры и потенциальным электродом, обусловленная протеканием испытательного тока. Отношение падения напряжения на заземляющем контуре опоры к величине электрического тока, замыкающегося на землю через этот контур, рассчитывается с учетом всех масштабирующих коэффициентов в измерительных каналах тока и напряжения и выводится на экран прибора как результат определения сопротивления заземления опоры.

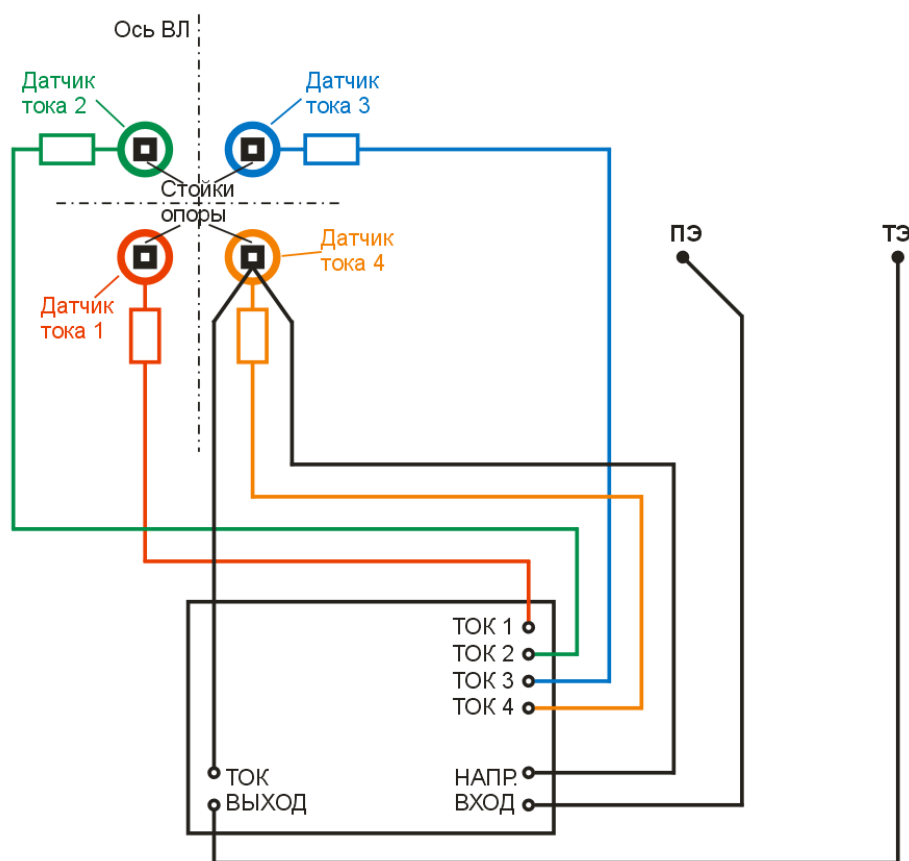


Рис. 2 – Схема подключения прибора МИСО-2 к четырехстоечной опоре

Большая часть электронной схемы прибора конструктивно размещена в основном корпусе, представляющем из себя герметичный пластиковый корпус-кейс размерами 33×26×13 см. Вес основного корпуса прибора составляет 6,1 кг. В комплект прибора входят по четыре измерительных блока тока, выполненных в алюминиевых корпусах-экранах размером 11,5×6,5×3,0 сантиметров.

Технические решения, использованные при реализации прибора МИСО-2, защищены патентом на полезную модель [4]. Два экземпляра прибора прошли опытно-промышленную эксплуатацию в «Кировэнерго» – филиале ПАО «Россети Центр и Приволжье».

#### Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок / [гл. ред.: Юрий Смольянов]. - 7-е и 6-е изд. - Санкт-Петербург: ДЕАН, 2012. - 1164, [1] с., [2] л. цв. ил.: ил., табл.; 21 см. - ISBN 978-5-93630-682-2 (В пер.)
2. Разработка прибора для измерения сопротивления заземления опор ВЛ без отсоединения заземленного грозозащитного троса [Текст] / А. В. Бессолицын [и др.] // ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) : сб. статей Всерос. ежегод. науч.-практ. конференции – Вятский государственный университет (Киров), 2017. - С. 741–745.
3. Выбор типа датчика тока для измерителя сопротивления растеканию тока заземляющего устройства опоры ВЛ [Текст]/ Р. П. Вальс [и др.]// ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2022): сб. ст XXII Всерос. науч.-практ. конференции в 2 томах. Том 2. - Вятский государственный университет (Киров), 2022. - С. 303–309.
4. Устройство для измерения сопротивления заземлителя опоры, установленной на четырехсвайном фундаменте, без отсоединения грозозащитного троса [Текст]: пат. 204789 Рос. Федерация: МПК G01R 27/20 (2006.01) /А. В. Бессолицын, А. В. Голговских; патентообладатель Публичное Акционерное Общество "Межрегиональная Распределительная Сетевая Компания Центра и Приволжья" (ПАО "МРСК Центра и Приволжья") - №2020141953; заявл. 17.12.2020; опубл. 11.06.2021, бюл.№17.

#### Информация об авторах:

Вальс Роман Павлович, студент гр. ЭЭа-1801, ВятГУ, 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36, [usr22276@vyatsu.ru](mailto:usr22276@vyatsu.ru)

Басманов Владислав Геннадьевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электроснабжения, ВятГУ, 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36, [basmanov@vyatsu.ru](mailto:basmanov@vyatsu.ru)