

**ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАВЕДЕННОГО
НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38/10 КВ МУП РГРЭС***Т.Н. Васильева, О.А. Доронкин**Рязанский государственный радиотехнический университет*

Наведенное напряжение – это разность потенциалов между проводящими частями электроустановок (ВЛ или оборудованием ПС) и точкой нулевого потенциала, возникающие вследствие влияния электромагнитного поля действующего электрооборудования на электроустановки, находящиеся в непосредственной близости.

Наведенное напряжение является очень опасным, так как отсутствует реакция аппаратуры защиты на данное напряжение. При попадании человека под наведенное напряжение, он будет находиться под опасным влиянием, пока его не эвакуируют.

Наведенное напряжение характеризуется тремя составляющими влияния:

1. Емкостное влияние. Это тип влияния, при котором на отключенной и выведенной в ремонт ВЛ возникает электрический заряд под действием электрического заряда ВЛ, находящейся под рабочим напряжением. Данное влияние полностью исчезает после заземления (с малым сопротивлением) отключенной линии хотя бы в одной точке.

2. Кондуктивное влияние. Данный тип влияния возникает на отключенной ВЛ при обрыве провода на действующей ВЛ, пересекающей отключенную, в месте пересечения. Проявление данного влияния весьма редко, но оно является наиболее опасным из-за возникновения больших напряжений прикосновения к заземленным опорам и механизмам.

3. Индуктивное влияние. Оно проявляется в появлении на отключенной ВЛ продольной ЭДС от переменного магнитного поля действующей ВЛ. Наличие поперечно емкостных и активных сопротивлений приводит к появлению напряжений «провод – земля». Индуктивное влияние возникает как на разземленной, так и на заземленной отключенной ВЛ. Индуктивное влияние создает напряжение на ВЛ при любых схемах заземления и без заземления проводов отключенной ВЛ.

Изучение проявления данных явлений необходимо начать с определения линий, находящихся под наведенным напряжением.

Воздушная линия под наведенным напряжением – ВЛ и ВЛС, которые проходят по всей длине или на отдельных участках вблизи действующих ВЛ или вблизи контактной сети электрифицированной железной дороги переменного тока и на отключенных проводах которых при различных схемах их заземления и при наибольшем рабочем токе влияющих ВЛ наводится напряжение более 25 В.

По заданию МУП РГРЭС необходимо исследовать линии, находящиеся под наведенным напряжением. Были предоставлены перечни данных

линий. В них представлены 39 линий, их наименования и характеристики, а также наименования наводящих линий.

Цель работы является выбор наиболее безопасного и информативного метода измерения наведенного напряжения в сетях 0,38/10 кВ.

Задачи работы:

- выбор методики измерения наведенного напряжения в сетях 0,38/10 кВ;
- выбор приборов для измерения наведенного напряжения в сетях 0,38/10 кВ;
- составление методических указаний по измерению наведенного напряжения в сетях 0,38/10 кВ, обслуживаемых МУП «РГРЭС».

Методика исследования наведенного напряжения в сетях 0,38/10 кВ. Измерение наведенного напряжения необходимо производить в местах, где значения наведенных напряжений наибольшие, а именно: в начале и конце ВЛ; в местах разделения двухцепных ВЛ на одноцепные; в точках, где изменяется расположение воздушных линий относительно друг друга; в местах транспозиции отключенной или наводящей ВЛ (рис. 1).

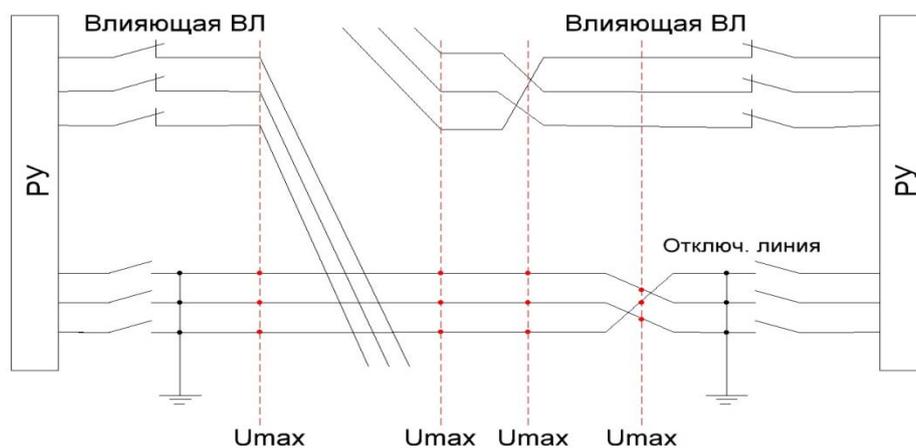


Рисунок 1 – Максимальные значения наведенного напряжения

Согласно первому методу измерения наведенного напряжения на отключенной ВЛ проводятся при нормальном режиме работы влияющей линии в период передачи наибольшей мощности. При прохождении отключенной ВЛ и ВЛС вблизи нескольких влияющих линий основное влияние на значение наведенных напряжений оказывает, как правило, линии, ближайšie к отключенной ВЛ и ВЛС, а в отдельных случаях – линии, более удаленные, но с наибольшей токовой нагрузкой. До начала измерений воздушная линия, на которой предусматривается проведение измерений, должна быть отключена и заземлена по концам (в РУ). В местах отключения должны быть заземлены все три фазы ВЛ. В общем случае измерения на отключенной ВЛ производятся с заземлением на месте измерения одновременно всех трёх фаз; при этом все установленные в месте измерения переносные заземления должны быть присоединены к одному и тому же заземлителю (опоре, заземляющему спуску) (рис. 2).

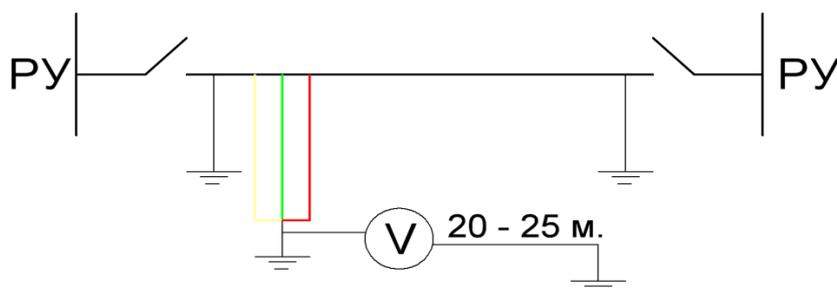


Рисунок 2 – Измерение по первому методу

Наведенное напряжение находится по формуле:

$$U_{\text{навед.макс.}} = U_{\text{навед.изм}} \cdot \frac{I_{\text{нб}}}{I_{\text{факт}}}, \quad (1)$$

где – $U_{\text{навед.изм}}$ – измеренное напряжение, В;

$I_{\text{нб}}$ – наибольший рабочий ток влияющей ВЛ, А;

$I_{\text{факт}}$ – ток нагрузки влияющей ВЛ при измерении, А.

Данный метод не подходит, так как требуется более точное определение воздействия, при условии, что количество наводящих линий более одной, а также определение наведенного напряжения в каждом фазном проводнике.

Второй метод – измерение наведенного напряжения при различных схемах заземления (рис. 3).

ВЛ отключается и заземляется, устанавливается переносное заземление на рабочем месте (в целях безопасности в рамках подготовки рабочего места), на диэлектрический коврик устанавливается переключатель и измерительные приборы, на расстоянии не менее 20 метров от опоры и других заземляющих устройств в землю загибается измерительный электрод, собирается схема (рис. 3).

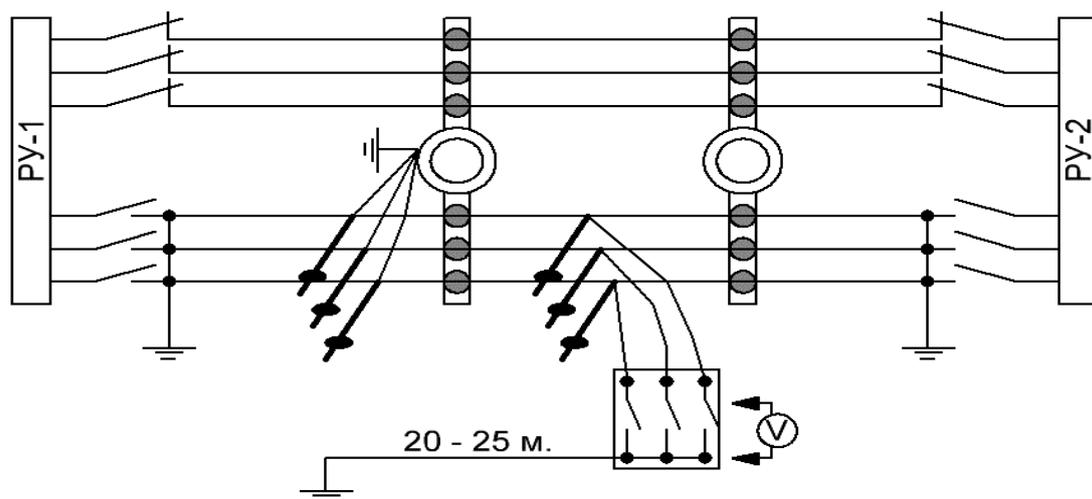


Рисунок 3 – Измерение наведенного напряжения при различных схемах заземления

Заземленные измерительные провода подключаются к проводам ВЛ, снимается переносное заземление, установленное на рабочем месте, с использованием изолирующих штанг и переключателя выполняется отключение заземления измерительных проводов и их поочередное соединение с измерительным прибором. Перебором вариантов заземления или разземления проводов и подключения измерительного прибора выбирается схема с максимальным значением наведенного напряжения.

Для определения значения наведенного напряжения при различных схемах заземления и без заземлений ВЛ продолжают в следующем порядке:

1. отключается заземление в первом РУ и проводится измерение наведенного напряжения по схеме без заземления в первом РУ;
2. отключается заземление во втором РУ и проводится измерение на незаземленной ВЛ при помощи киловольтметра;
3. включается заземление в первом РУ, проводится измерение наведенного напряжения по схеме без заземления во втором РУ.

На ВЛ, имеющих более двух РУ, измерение выполняется аналогично.

По окончании измерения рассчитывают значение наведенного напряжения при наибольшем рабочем токе влияющей ВЛ:

$$U_{\text{макс.}} = U_{\text{изм.}} \cdot \frac{I_{\text{макс.}}}{I_{\text{ном.}}}, \quad (2)$$

где – $U_{\text{изм.}}$ – измеренное напряжение, В;

$I_{\text{ном.}}$ – ток нагрузки влияющей ВЛ в момент измерения, А;

$I_{\text{макс.}}$ – наибольший рабочий ток влияющей ВЛ, А

При прохождении ВЛ в коридоре нескольких влияющих ВЛ:

$$U_{\text{макс.}} = U_{\text{изм.}} \cdot \frac{I_{\text{общ.макс.}}}{I_{\text{общ.ном.}}}, \quad (3)$$

где – $I_{\text{общ.макс.}}$ – сумма максимально возможных значений токов, протекающих по влияющим ВЛ, А. Рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{общ.макс.}} = \sum_{i=1}^n I_{\text{макс.}i}, \quad (4)$$

где – $I_{\text{общ.ном.}}$ – сумма максимально возможных значений токов, протекающих по влияющим ВЛ, А. Рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{общ.ном.}} = \sum_{i=1}^n I_{\text{ном.}i}. \quad (5)$$

Для измерения наведенного напряжения в сетях напряжением 0,38/10 кВ был выбран второй метод, удовлетворяющий необходимой информативности. В качестве прибора измерения будет использован ИНН-15 (рис. 4).



Рисунок 4 – Измеритель наведенного напряжения ИНН-15

Составление методических указаний по измерению наведенного напряжения в сетях напряжением 0,38/10 кВ.

Измерения производятся на отключенной ВЛ, с заземлением фаз в РУ. Перед началом измерений (в целях безопасности) устанавливается переносное заземление. В момент измерения прибором ИНН-15 переносные заземления должны быть отключены. Все измерения производятся в соответствии со вторым методом.

Результаты работы:

- улучшение условий труда персонала, эксплуатирующего линию;
- выбрана методика измерения наведенного напряжения в сетях 0,38/10 кВ;
- выбран современный прибор измерения – ИНН-15;
- составлены методические указания по измерению наведенного напряжения в сетях напряжением 0,38/10 кВ.

Список использованных источников

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи: Учебник для студентов электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 2008. – 528 с.

2. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС»: Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, находящихся вблизи действующих ВЛ. – М: ВЛ-спецэнерго, 2009. – 27 с.

3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок РД 153-34.0-03.150-00, ПОТ Р М-016-2001.

4. Стандарт организации «М.СПО. ОРГРЭС»: Методические указания по измерению наведенного напряжения. –М: ПЭВМ, 1993 г. –12 с.