

**Нгуен Ты,**  
Социалистическая Республика Вьетнам, аспирант, магистр техники и технологии,  
Иркутский национальный исследовательский технический университет  
e-mail: nguyentu\_1991@mail.ru

## **НАВЕДЕННЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ, СОЗДАВАЕМЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ КАБЕЛЕМ**

**Nguyen Tu**

### **INDUCED VOLTAGES CREATED BY A HIGH-VOLTAGE CABLE**

**Аннотация.** Приведены результаты моделирования влияний высоковольтного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на смежные линии электропередачи. Расчеты наведенных на смежной линии напряжений выполнены для пяти режимов работы кабеля 110 кВ: симметричного и четырех несимметричных, вызванных короткими замыканиями между жилами, а также между жилами и экраном.

**Ключевые слова:** высоковольтные кабели, электромагнитное влияние, наведенные напряжения.

**Abstract.** The results of modeling the effects of a high-voltage cable with cross-linked polyethylene insulation on adjacent power lines are presented. The calculations of the induced voltage on the adjacent voltage line were performed for five modes of operation of the 110 kV cable: symmetric and four unbalanced, caused by short circuits between the conductors, as well as between the conductors and the screen.

**Keywords:** high-voltage power cables, electromagnetic influence, induced voltage.

В условиях симметричного режима высоковольтного кабеля его влияние на смежные линии ввиду равенства нулю сумм напряжений и токов проводов сравнительно невелико. Однако при несимметричных коротких замыканиях возникает неуравновешенный режим с возможным возвратом тока через землю, что приводит к значительному росту наведенных напряжений на смежных линиях. Для получения количественной оценки наведенных напряжений проведено численное моделирование. В состав исследуемой системы входили шины 110 кВ питающей энергосистемы большой мощности, кабель 110 кВ длиной 10 км с параллельно расположенной линией 10 кВ и симметричная нагрузка  $50+j30$  МВ·А на фазу, включенная через трансформатор с заземленной нейтралью первичной обмотки. При коротких замыканиях (КЗ) нагрузки принимались нулевыми. Провода смежной линии 10 кВ расположены на расстоянии 10 м от кабеля на высоте 6 м.

Расчеты режимов и соответствующих ему наведенных напряжений [1] на отключенной линии 10 кВ проведены программным комплексом Fazonord, в котором реализовано моделирование электроэнергетических систем в фазных координатах [2]. Фрагмент расчетной схемы для симметричного режима кабеля 110 кВ показан на рисунке 1. Удельная проводимость земли принята равной 0,01 См/м.

В соответствии с рекомендациями статьи [1] рассматривались ситуации,

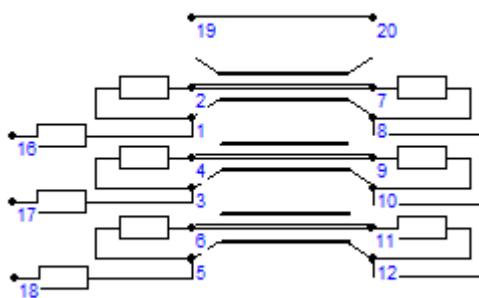


Рисунок 1 – Фрагмент расчетной схемы для симметричного режима

связанные с заземлением отключенной линии 10 кВ, часть из которых не предусмотрена правилами безопасности, но возможна в практике эксплуатации. Зависимости наведенных напряжений от расстояния до питающей подстанции при сопротивлениях заземлителей 10 Ом показаны в таблице 1.

Таблица 1

Максимальные уровни наведенных напряжений, В

Способ заземления	Режим ЛЭП 220 кВ				
	Симметричный	Двухфазное КЗ	Трехфазное КЗ	Двухфазное КЗ на землю	КЗ жилы на экран
1	0,4	3,1	3,1	593	164
2	0,4	3,1	3,1	582	161
3	3,7	32,5	32,5	6082	1701
4	3,7	32,5	32,5	6082	1701
5	2,2	19,5	19,5	3649	1020
6	2,2	16,5	16,5	3041	882

Примечания: 1 – заземление в распределительных устройствах и на месте работ; 2 – двустороннее заземление; 3 – одностороннее заземление слева; 4 – одностороннее заземление справа; 5 – заземление в месте работ; 6 – незаземленная ЛЭП

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: в симметричном режиме влияющего кабеля 110 кВ наведенные напряжения сравнительно невелики; в режимах несимметричных коротких замыканий максимальные значения наведенных напряжений лежат в пределах от 160 В до 6 кВ. Наибольшие уровни наведенных напряжений наблюдаются в режиме двухфазного КЗ на землю.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Electromagnetic Safety Enhancing in Railway Electric Supply Systems / Natal'ya Buyakova, Vasiliy Zakaryukin, Andrey Kryukov, Tu Nguyen // E3S, Web of Conferences 58, 01006(2018) RSES 2018, P. 1 – 6.

2. Закарюкин В.П., Крюков А.В. Сложнонесимметричные режимы электрических систем. Иркутск: ИрГУПС, 2005. 273 с.

3. Мисриханов М.Ш., Мирзаабдулаев А.О. Анализ причин несчастных случаев и мер защиты от наведенного напряжения на воздушных линиях электропередачи // Электрические станции. №11. 2008. С. 44-49.