

Лыкин Анатолий Владимирович



# ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Часть 6

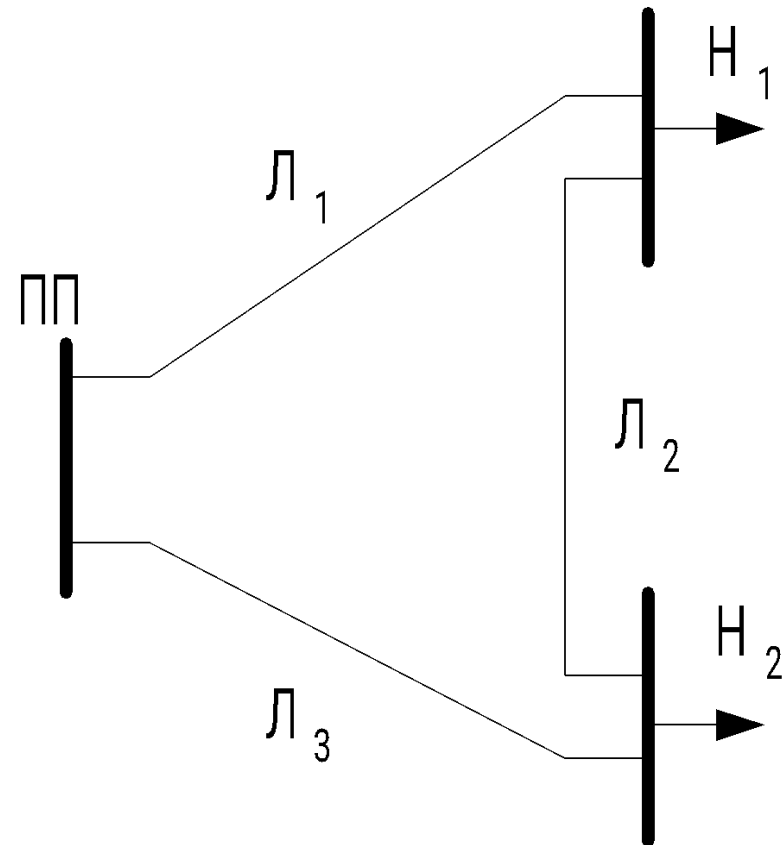
**Перераспределение мощности  
в неоднородных электрических  
сетях**

Покажем, что в неоднородной замкнутой сети потоки мощности распределяются по ветвям не оптимально.

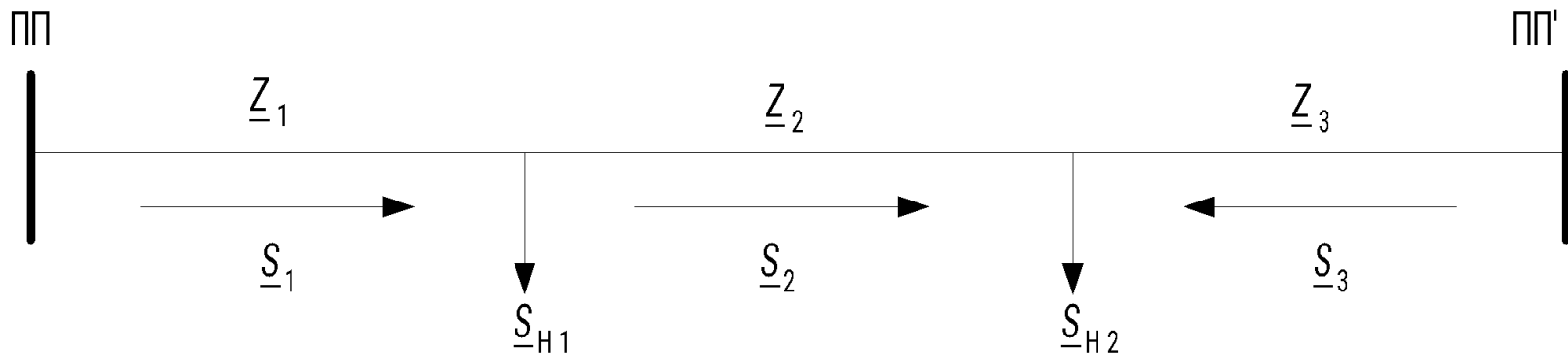
Для такой сети возможно снижение потерь путем принудительного изменения потокораспределения в контуре.

# Рассмотрим простейший случай схемы сети, состоящей из одного контура, образованного тремя ЛЭП

Приведем данную схему к линии с двухсторонним питанием и запишем выражения для определения потокораспределения на ее участках.



Такое потокораспределение называют *естественным потокораспределением*.



$$\underline{S}_1 = \frac{\underline{S}_{H1}(\underline{Z}_2^* + \underline{Z}_3^*) + \underline{S}_{H2}\underline{Z}_3^*}{\underline{Z}_1^* + \underline{Z}_2^* + \underline{Z}_3^*},$$

$$\underline{S}_2 = \underline{S}_1 - \underline{S}_{H1},$$

$$\underline{S}_3 = \underline{S}_{H2} - \underline{S}_2.$$

Суммарные потери мощности в сети складывается из потерь на участках линии. Приблизительно можно записать:

$$\begin{aligned}\Delta P_{\Sigma} &= \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 = \\ &= \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{\text{НОМ}}^2} R_1 + \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{\text{НОМ}}^2} R_2 + \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_{\text{НОМ}}^2} R_3.\end{aligned}$$

Здесь вместо действительных напряжений в линии использовано номинальное напряжение сети, а в потоках мощности не учтены потери мощности.

Подставим вместо потоков по участкам 2 и 3 их выражения через поток на 1-м участке и мощности нагрузок:

$$P_2 = P_1 - P_{H1}, \quad Q_2 = Q_1 - Q_{H1},$$

$$P_3 = P_{H1} + P_{H2} - P_1, \quad Q_3 = Q_{H1} + Q_{H2} - Q_1.$$

$$\Delta P_{\Sigma} = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{\text{НОМ}}^2} R_1 + \frac{(P_1 - P_{H1})^2 + (Q_1 - Q_{H1})^2}{U_{\text{НОМ}}^2} R_2 +$$
$$+ \frac{(P_{H1} + P_{H2} - P_1)^2 + (Q_{H1} + Q_{H2} - Q_1)^2}{U_{\text{НОМ}}^2} R_3.$$

Найдем минимум функции  $\Delta P_{\Sigma}$ ,

$$\frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial P_1} = \frac{2P_1}{U_{\text{НОМ}}^2} R_1 + \frac{2(P_1 - P_{\text{H1}})}{U_{\text{НОМ}}^2} R_2 + \frac{2(P_{\text{H1}} + P_{\text{H2}} - P_1)}{U_{\text{НОМ}}^2} R_3 = 0$$

$$2P_1 R_1 + 2(P_1 - P_{\text{H1}}) R_2 - 2(P_{\text{H1}} + P_{\text{H2}} - P_1) R_3 = 0$$

$$2Q_1 R_1 + 2(Q_1 - Q_{\text{H1}}) R_2 - 2(Q_{\text{H1}} + Q_{\text{H2}} - Q_1) R_3 = 0$$

$$P_1^{\vartheta} = \frac{P_{H1}(R_2 + R_3) + P_{H2}R_3}{R_1 + R_2 + R_3},$$

$$Q_1^{\vartheta} = \frac{Q_{H1}(R_2 + R_3) + Q_{H2}R_3}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

$$\underline{S}_1^{\vartheta} = \frac{\underline{S}_{H1}(R_2 + R_3) + \underline{S}_{H2}R_3}{R_1 + R_2 + R_3},$$

$$\underline{S}_2^{\vartheta} = \underline{S}_1^{\vartheta} - \underline{S}_{H1},$$

$$\underline{S}_3^{\vartheta} = \underline{S}_{H2} - \underline{S}_2^{\vartheta}.$$



$$\frac{\partial^2 \Delta P_{\Sigma}}{\partial P_1^2} = 2R_1 + 2R_2 + 2R_3 \quad \text{и} \quad \frac{\partial^2 \Delta P_{\Sigma}}{\partial Q_1^2} = 2R_1 + 2R_2 + 2R_3$$

Так как активные сопротивления линий есть положительные величины, то обе производные положительные.

Значит, найденный экстремум есть минимум функции суммарных потерь мощности.

Принудительное экономическое потокораспределение можно создать несколькими способами:

- 1). Включение в контур сети уравнительной ЭДС.**
- 2). Устранение неоднородности сети путем продольной компенсации индуктивного сопротивления участков сети.**
- 3). Размыкание контура электрической сети.**

## 5.5. Снижение коммерческих потерь электрической энергии

- Основной стратегический путь этого снижения – совершенствование учета отпущенной в электрическую сеть и полезно потребленной электроэнергии. Практическая реализация этих мероприятий требует значительных капиталовложений и времени, однако это **30-35 %** коммерческих потерь.
- Еще примерно **30-35 %** коммерческих потерь — это хищения электроэнергии.
- Последние **30-35 %** коммерческих потерь, обусловленных неодновременностью оплаты коммунально-бытовыми потребителями за электроэнергию, ручным съемом показаний электросчетчиков, неумышленными ошибками в снятии показаний

# 1. Совершенствование систем учета

- замена старых, отработавших свой ресурс индукционных счетчиков класса точности 2,5 на новые. Это позволит в среднем повысить учитываемый полезный отпуск электроэнергии на 10-12 %;
- поверка и метрологическая аттестация ТТ и ТН в рабочих условиях эксплуатации, создание и внедрение соответствующих поверочных средств для измерительных трансформаторов всех ступеней напряжения;
- широкое внедрение счетчиков прямого включения с предоплатой и др.

## 2. Снижение потерь от хищений электрической энергии

- Оснащение контролеров приборами по выявлению скрытых проводок,
- Оснащение образцовыми однофазными счетчиками,
- Оснащение токоизмерительными клещами на телескопических изолирующих штангах для измерения токов на вводах и т.п.,
- Замена голых проводов на вводах в частные владения на изолированные кабели;
- Вынос приборов учета за границу частных владений;
- Применения счетчиков электроэнергии, защищенных от хищений электроэнергии, в том числе установки счетчиков совместно с УЗО и т.п.

# Применение СИП ПУЭ 7, глава 2.4

- Возможны и широко распространены на практике хищения ЭЭ на ВЛ 0,4 кВ путем несанкционированного подключения к ВЛ на опорах или на участке ответвления к потребителю между точкой ее подключения к линии и точкой учета.
- Замена и сооружение новых ВЛ до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (СИП) - обозначаются ВЛИ.

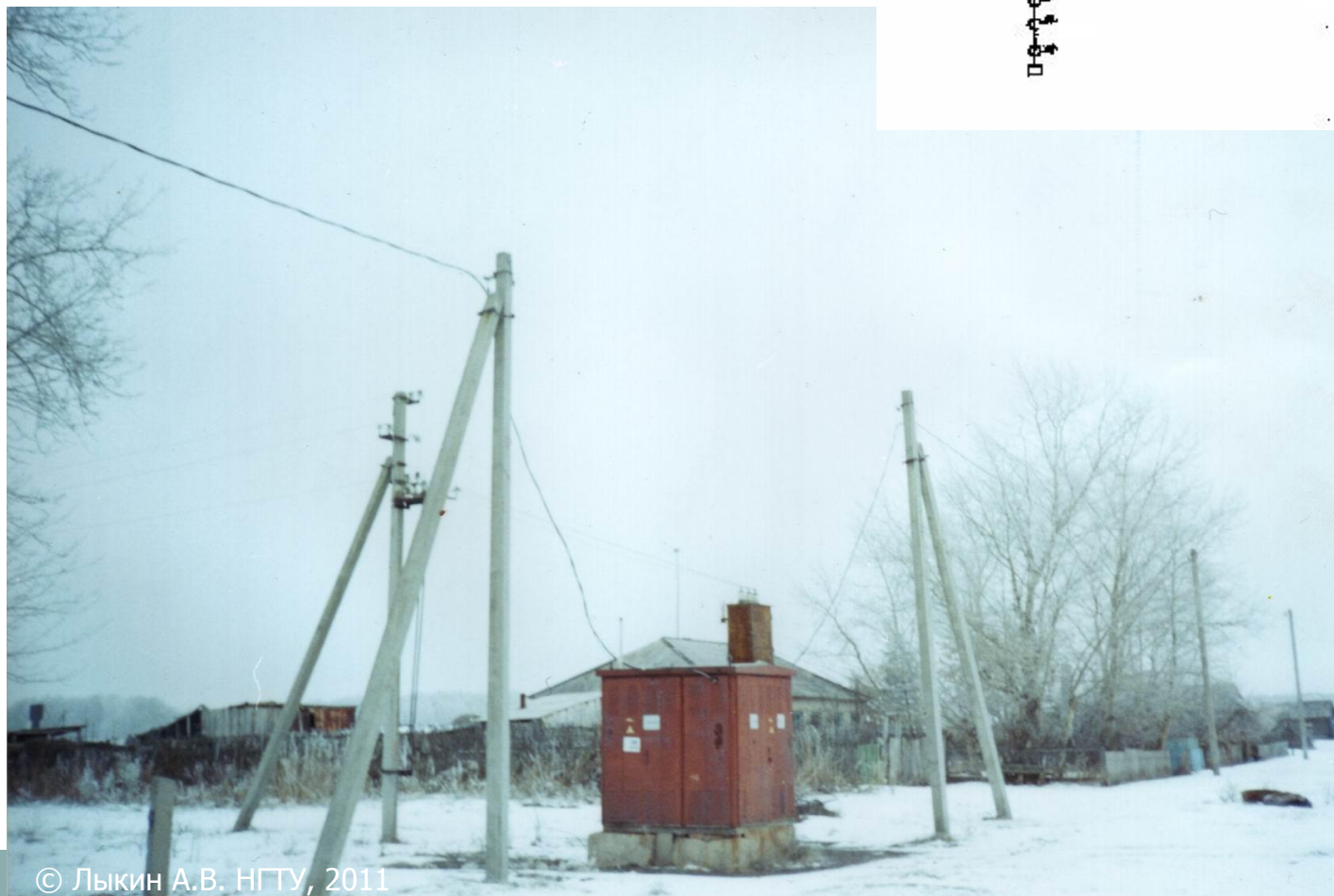
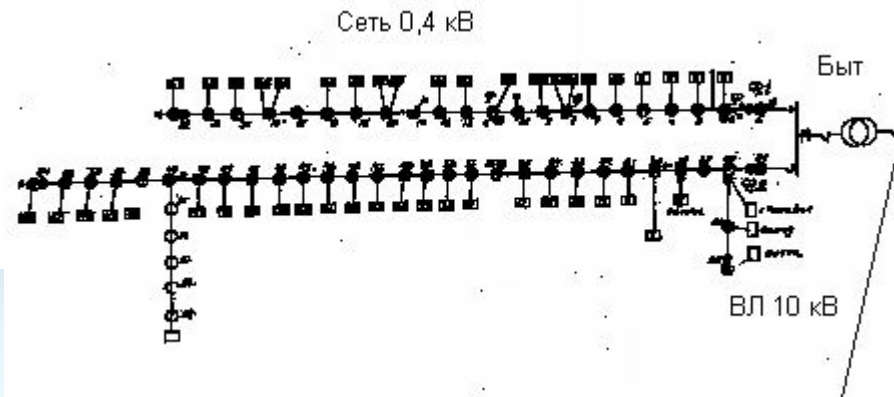
**Одним из преимуществ самонесущих  
изолированных проводов**

**является значительное снижение  
несанкционированных подключений к линиям  
0,38 кВ и случаев вандализма и воровства.**





# Трансформаторный пункт 10 / 0,38 кВ и линии 0,38 кВ с СИП (ВЛИ)





## 2. Система контроля потребления в частном секторе РМС-2050М

- Приборы учета обеспечивают учет ЭЭ как при санкционированном, так и при несанкционированном подключении абонента.
- Дистанционный сбор и последующая обработка учетной информации об индивидуальном потреблении ЭЭ каждым потребителем при нахождении прибора учета на частной территории.

# Используемые технические средства

- Однофазный многотарифный счетчик - СОЭБ-2П ДР с передачей данных по радиоканалу;
- Трехфазный многотарифный счетчик-СТЭБ-04-7,5-1 Р с передачей данных по радиоканалу;
- Переносной ридер контролёра - РМРМ-2055РК. Прием данных по радиоканалу, с последующей перекачкой их в компьютер по интерфейсу RS-232;
- Программное обеспечение с драйверами передачи данных в существующую базу данных Энергообита для дальнейшей обработки.



11.12.2004



11.12.2004



В Новосибирске в течении 2000 - 2003 годах был установлен на нескольких улицах пилотный комплект системы РМС-2050М с количеством счетчиков до 5000 шт., трех ридеров РК и программного обеспечения.

Опытная эксплуатация системы показала ее эффективность с целью снижения коммерческих потерь электроэнергии, со сроком окупаемости в пересчете на один счетчик 2,3 года