

Количество разрезов в схеме 36. Количество переносимых разрезом 23. Нагрузочные потери активной мощности в линиях 6–10 кВ: до оптимизации 51,365 кВт, после оптимизации 44,789 кВт. Снижение нагрузочных потерь в сети 6–10 кВ составило 6,576 кВт или 12,80 %.

УДК 621.311

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ СИСТЕМЫ НАПРЯЖЕНИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

*Баранов Е.Ю.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор ФЕДИН В.Т.

В настоящее время в Белорусской энергосистеме актуален вопрос перевода сети напряжением 35 кВ на 110 кВ.

Постоянно повышающиеся требования к состоянию окружающей среды играют свою роль при решении оптимизационных задач систем электропередачи и воздушных линий электропередачи и подстанций разных напряжений как их составляющих.

Можно выделить следующие виды последствий воздействия систем электропередачи на окружающую среду:

– воздействие на окружающую природную среду и на протекание естественных природных процессов (воздействие на растительный и животный мир – нарушение ценных сельскохозяйственных земель; последствия вырубки леса – снижение водорегулирующих, противозрозионных, полезащитных функций леса; изменение среды обитания животных и птиц; влияние электрического поля воздушных линий высокого напряжения на биосферу);

– влияние на условия жизни и отдыха людей (акустический шум, воздействие на телевидение, радио, связь, ухудшение эстетического восприятия ландшафта);

– воздействие на сельское и лесное хозяйство (снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции в связи с отводом земли под опоры воздушной линии, ограничение хозяйственной деятельности в зоне отчуждения, порча посевов и верхних плодородных слоев земли при строительстве и ремонте линии, снижение объемов производства лесной продукции и продуктов побочного пользования лесом).

Таким образом, окружающей среде наносится значительный ущерб, поэтому природную среду и экономику следует рассматривать как единую систему и оценивать эффективность функционирования систем электропередачи с позиций всего народного хозяйства, а не с позиции одной электроэнергетической отрасли.

При выработке решения в качестве показателя эффективности решения может выступать не один критерий (обычно минимум дисконтированных затрат), а несколько. Таким образом, задача становится многокритеральной. В данном случае выбор наиболее эффективного варианта произведем на основании формулы:

$$E_j = \sum_{i=1}^n \lambda_i e_{ji}, \quad (1)$$

где  $E_j$  – эффективность стратегии  $j$ ;

$\lambda_i$  – значение весового коэффициента  $i$ -го локального критерия;

$e_{ji}$  – значение относительной эффективности  $i$ -го локального критерия для  $j$ -ой стратегии.

Исследования проводились применительно к наиболее характерной сети напряжением 110/35/10 кВ одного из районов Молодечненских электрических сетей.

На основании проведенных расчетов сделан вывод о том, что при переходе сети от 110/35/10 кВ к 110/10 кВ суммарные потери мощности уменьшаются примерно на 47 %. При этом потери мощности на линейных участках уменьшаются на 57 %, а на трансформаторных увеличиваются на 27 %.

Увеличение потерь в трансформаторах происходит из-за невозможности выбора трансформаторов более низкой мощности, так как минимальная мощность двухобмоточного трансформатора на напряжение 110 кВ составляет 2,5 МВ·А, а минимальное значение мощности, применяемых на напряжение 35 кВ трансформаторов составляет 0,1 МВ·А.

При переводе схемы на напряжение 110 кВ улучшается маневренность сети, так как появляются замкнутые контуры с напряжением 110 кВ. Для сети с системой напряжений 110/35/10 кВ имеет место ситуация, представленная на рисунке 1. В то время как при переходе к сети 110/10 кВ появляется возможность резервирования (рисунок 2).

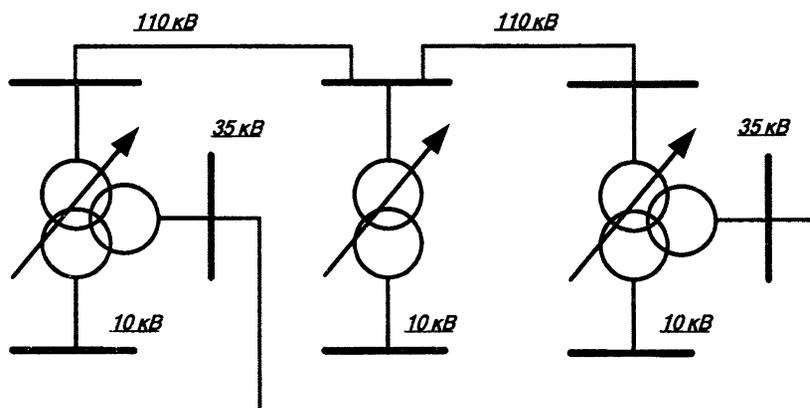


Рис. 1. Сеть 110/35/10 кВ

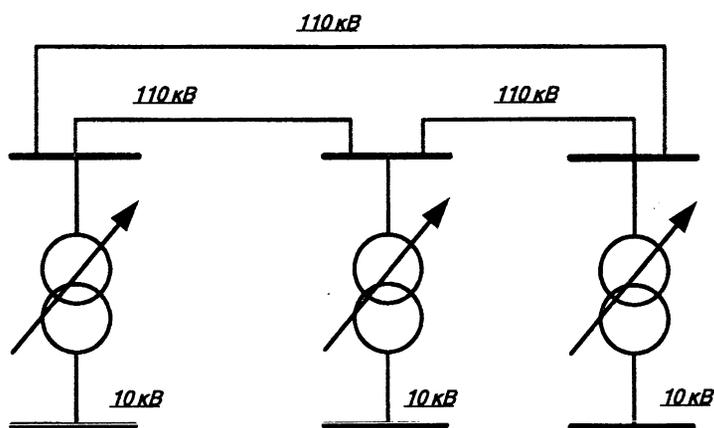


Рис. 2. Переход к сети 110/10 кВ

При расчетах допустимое отклонение напряжения было принято  $\pm 10\%$  от номинального, что соответствует диапазону 99–121 кВ для сети 110 кВ и 31,5–38,5 кВ для линий напряжением 35 кВ. Таким образом, допустимая потеря напряжения для сети 110 кВ составляла 22 кВ, а для сети 35 кВ – 7 кВ. При этом потери напряжения при переходе к сети 110 кВ уменьшаются. Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что качество напряжения для второго варианта развития будет лучше.

Проведенные расчеты показали, что средняя электрическая напряженность сети при переходе к системе напряжения 110/10 кВ увеличивается примерно в два раза. При этом магнитная напряженность уменьшается на 20 %.

При выполнении двух вариантов сети на железобетонных опорах площадь отчуждения земли для сети 110/10 кВ становится меньше на 12 %. Это связано с тем, что опоры на 110 кВ имеют больший габаритный пролет по сравнению с опорами на 35 кВ. Следовательно, для линии некоторой длины необходимо меньшее количество опор при применении напряжения 110 кВ, чем при напряжении 35 кВ.

Занимаемая подстанцией площадь имеет некоторую зависимость от мощности установленных на ней трансформаторов. Зависимости изменения площадей подстанций от их мощностей представлены на рисунках 3 и 4.

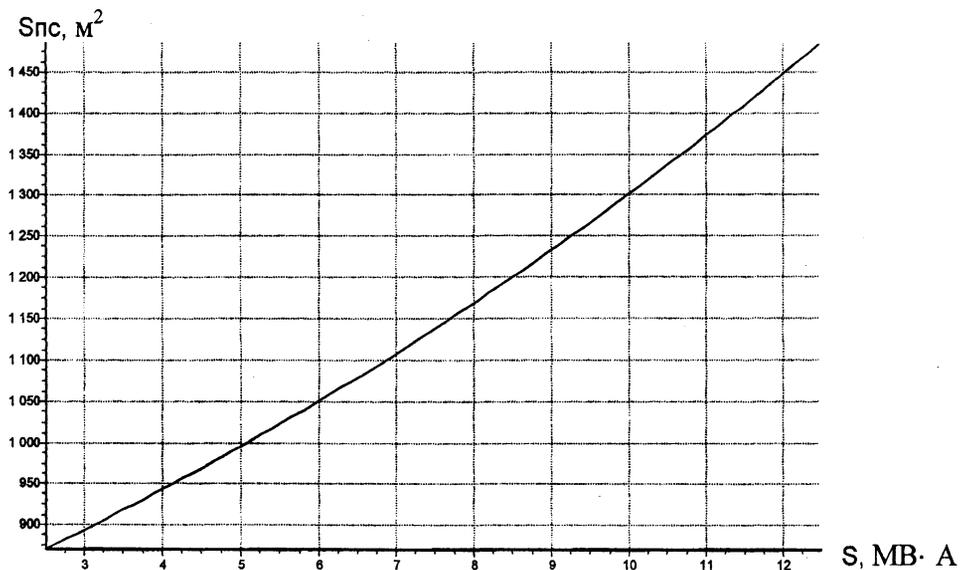


Рис. 3. Зависимость площади подстанций на 35 кВ от их мощности

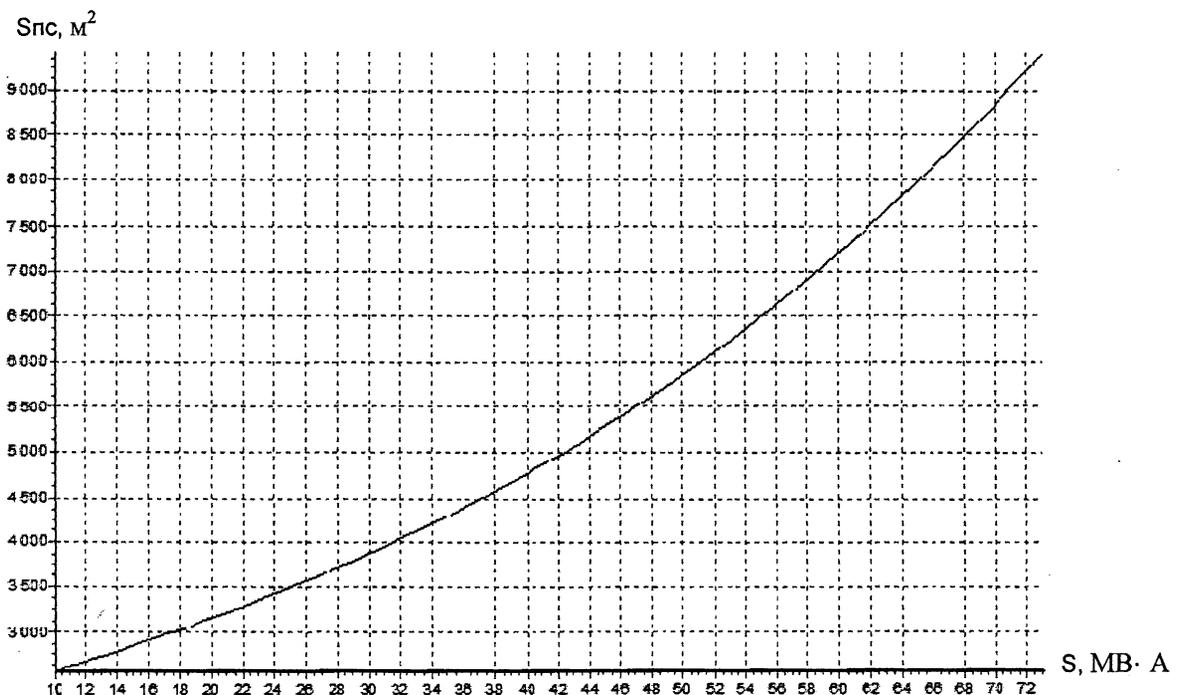


Рис. 4. Зависимость площади подстанций на 110 кВ от их мощности

При переходе к системе напряжений 110/10 кВ нет потока мощности через трансформатор с сети 110 кВ в сеть 35 кВ. В результате этого трехобмоточные трансформаторы на подстанциях имеют большую мощность по сравнению с трансформаторами для данных подстанций при системе напряжений 110/10 кВ. И как следствие суммарная мощность, занимаемая подстанциями сети 110/35/10 кВ, становится больше площади подстанций для сети 110/10 кВ.

В результате применения более высокого напряжения для сети при передаче одной и той же мощности происходит уменьшение значения силы тока. Следствием этого является возможность применения меньшего значения площади сечения проводов.

При переходе от сети 35 кВ к сети 110 кВ имеет место увеличение суммарных капитальных затрат. Одновременно с этим происходит уменьшение затрат по существующей сети 110 кВ. Это происходит из-за того, при выборе мощности трансформаторов с высшим напряжением обмотки на 110 кВ для сети 110/35/10 кВ учитывается дополнительный поток мощности с шин 110 кВ на шины 35 кВ, что приводит к увеличению необходимой мощности трансформатора. В связи с этим стоимость подстанций, где изначально установлены трехобмоточные трансформаторы, для сети 110/35/10 кВ будет больше стоимости этих же подстанций для сети 110/10 кВ. Это может привести к превышению затрат для сети 110/35/10 кВ над затратами для сети 110/10 кВ.

Таким образом, целесообразность перехода к иной системе напряжений является многокритериальной задачей, и решение об эффективности применения других напряжений должно осуществляться на основании многоцелевого подхода, где существует кроме приведенных затрат и другие локальные критерии.

УДК 621.311

## **ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ПРИМЕРЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ВИТЕБСКЭНЕРГО**

*Гречуха Д.В.*

**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ФАДЕЕВА Г.А.**

В современном мире потребность людей в средствах технического прогресса и предметах пользования растет с каждым днем. Соответственно, чтобы удовлетворить спрос, выпускается большее количество разнообразной продукции, следовательно, увеличивается общее потребление электроэнергии, что, в свою очередь, обязывает увеличивать количество источников энергии, их единичную мощность, развивать сети, увеличивая их пропускную способность.

Всю многолетнюю историю развития Белорусской энергетики можно принципиально разделить на два периода: становление и развитие до выхода БССР из Союза Советских Социалистических Республик и после, вплоть до сегодняшних дней. Во времена БССР промышленность развивалась стремительным образом. Потребление электроэнергии росло с каждым днем быстрыми темпами. Развитие энергосистемы предусматривало опережение роста общей величины потребления электроэнергии:

- увеличивалась пропускная способность электрических сетей;
- предусматривалось строительство новых электростанций и подстанций;
- производилась замена трансформаторов с целью увеличения их единичной установленной мощности;
- предпринималась установка компенсирующих устройств в целях снижения общей величины реактивной мощности, вырабатываемой генераторами электростанций,