

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10-110 кВ

Буйный Р. А.¹, Квицинский А. А.², Зорин В. В.³

¹Черниговский государственный технологический университет,

²НТЦ электроэнергетики НЭК "Укрэнерго",

³НТУУ "КПИ"

Проведен анализ эффективности использования различных технических средств для повышения надежности распределительных электрических сетей напряжением 10-110 кВ.

Постановка проблемы. В настоящее время техническое состояние около 17% линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 0,38-110 кВ (из них около 15% - воздушные линии (ВЛ)) является неудовлетворительным (см. табл. 1) [1]. Это связано с моральным и физическим износом элементов электрической сети, которые отработали свой ресурс. Техническое состояние ЛЭП определяет показатели надежности электроснабжения потребителей. Поэтому электрические сети требуют реконструкции.

Таблица 1 – Суммарная протяженность ЛЭП 0,38-110кВ и протяженность ЛЭП, которые необходимо реконструировать (по данным Минтопэнерго на 2006 год включительно)

Номинальное напряжение, кВ		Всего по Украине, км	Необходима реконструкция и замена, км
ВЛ	110 (150)	39 554	2 874
ВЛ	35	62 806	3 693
КЛ		488	158
ВЛ	10 (6)	299 874	31 448
КЛ		43 551	10 774
ВЛ	0,4	455 167	100 056
КЛ		27 998	7 622

Как видно из рис. 1, наиболее изношены ВЛ напряжением 0,38 кВ и 10 кВ.

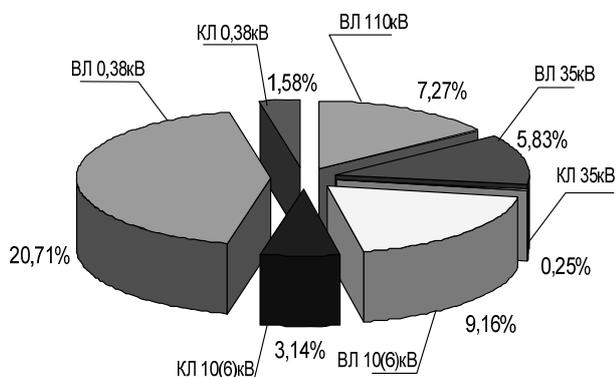


Рисунок 1 – Необходимость в реконструкции ЛЭП напряжением 0,38-110 кВ (в % по отношению к своему классу напряжения)

Статистика технологических отказов ЛЭП напряжением 0,38 – 110 кВ на территории Украины показывает, что наибольшее их количество наблюдается по электроснабжающим организациям, находящимся в 3, 4 и 5 районе по гололеду и давлению ветра (Донецкая, Волынская, Днепропетровская, Запорожская и Львовская области). Наблюдается тенденция к увеличению аварийности ВЛ из-за действия ветра, грозы, гололеда. В 2009 г. климатические воздействия на ЛЭП на территории Украины были причиной 44,8% от общего количества технологических отказов для ВЛ 0,38-10 кВ и 28,9% от общего количества технологических отказов для ВЛ 35-110 кВ.

Основные материалы исследования.

Существуют два направления повышения надежности [2]:

- создание объекта с высокой степенью надежности из относительно ненадежных элементов;
- повышение надежности элементов, из которых состоит определенный объект.

Первое направление может быть использовано при отсутствии финансовых средств на коренную реконструкцию электрических сетей. Оно позволяет при относительно небольших капитальных вложениях повысить надежность электроснабжения электроприемников потребителей 3 категории надежности электроснабжения в не резервируемых электрических сетях. При этом ежегодные издержки на эксплуатацию электрической сети остаются высокими.

Второе направление является затратным за счет использования относительно новых принципов построения электрической сети, базирующихся на применении современных высоконадежных элементов [3]. Оно может быть использовано для повышения надежности электроснабжения потребителей 1 и 2 категории по надежности электроснабжения. При этом эксплуатационные издержки будут существенно уменьшены.

Как известно мерой эффективности применения того или иного средства повышения надежности являются дисконтированные затраты [3], которые включают как капиталовложения, так и издержки на эксплуатацию электрической сети:

$$Z_m = \sum_{m=1}^k \frac{K_m + I_m}{(1 + D)^m} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где K_m – капиталовложения в электрическую сеть в m -м году;

I_m – ежегодные затраты на текущий ремонт и эксплуатацию в m -м году, включающие ущерб из-за ненадежности;

D – норма дисконта.

Поэтому величина предотвращенных последствий должна превышать затраты на установку СПН:

$$c_0 \cdot \delta w + \Delta V \geq Z_{СПН}, \quad (2)$$

где c_0 – розничный тариф, грн./кВт·час;

δw – снижение недоотпуска электрической энергии потребителям за счет применения СПН, кВт·час;

ΔV – сокращение ущерба потребителя за счет применения СПН, грн.;

$Z_{СПН}$ – затраты на СПН, грн.

Для сравнительной оценки применения различных СПН целесообразно использовать величину относительного приращения затрат на снижение недоотпуска электрической энергии на 1 кВт·ч [4]:

$$\gamma_i = \frac{Z_{СПНi} - \Delta V_i}{\delta w_i} \rightarrow \min. \quad (3)$$

На рис. 2 видно, что наиболее эффективным мероприятием по повышению надежности нерезервируемых воздушных электрических сетей напряжением 6-10кВ является использование секционирующих линейных разъединителей, у которых относительное приращение затрат на сокращение недоотпуска электрической энергии наименьшее.

Вторым по эффективности СПН выступает средств дистанционного определения места повреждения (ДИ). Использование двукратного АПВ также имеет высокую эффективность. Применение СИП-3 эффективно только при наличии на линии ответственных потребителей с большой нагрузкой. В силу того, что на данный момент изолированные провода имеют большую стоимость, а после насыщения рынка она начнет заметно снижаться, эффективность их использования повысится. В настоящее время это СПН рекомендуется применять на вновь сооружаемых воздушных ЛЭП и на линиях с наиболее ответственными потребителями.

В случае наличия в электрической сети электроприемников 1 и 2 категории по надежности электроснабжения, у которых существенна величина ущерба из-за недоотпуска электрической энергии или самого факта отказа в электроснабжении, использование мероприятий первого направления, как правило, не эффективно. Поэтому в таком случае целесообразно использовать мероприятия второго направления:

- использования на ВЛ изолированных проводов, опор с повышенным запасом прочности;
- использования вместо воздушных линий электропередачи – кабельных.

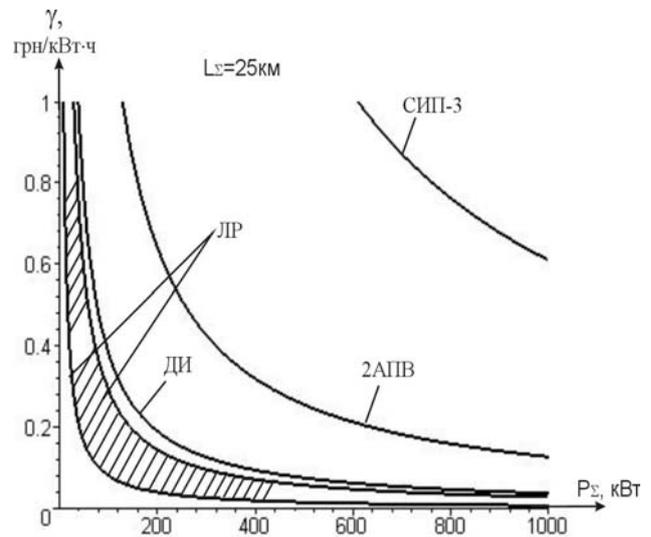


Рисунок 2 – Сравнительная оценка использования различных СПН в электрических сетях 6-10 кВ

Перспективным является использование кабельных линий (КЛ), выполненных кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена. Общие затраты на ЛЭП в таком случае состоят из стоимости кабеля и арматуры, прокладки, монтажа и строительных работ, а также эксплуатационных издержек. Экономическую эффективность КЛ нужно оценивать, принимая во внимание экологические факторы, стоимость земельных участков и строений в полосе отчуждения. Так, например, при замене нескольких параллельно следующих ВЛ на КЛ освобождаемый участок земли можно использовать для строительства дорог, зданий и сооружений.

Принимая во внимание размеры охранных зоны для воздушных и кабельных ЛЭП [5] (см. рис. 3) можно оценить площадь высвобождаемого участка земли (табл. 2).

Таблица 2 – Ориентировочные экономические показатели при переустройстве ВЛ в КЛ

Номинальное напряжение, кВ	10	35	110
Площадь высвобождаемого участка земли, га/км	1,9	3,4	4,6
Ориентировочная стоимость строительства 1км КЛ, млн. грн.	0,26	0,72	2,60
Ориентировочная стоимость высвобождаемого участка земли, млн. грн.	1,05	2,20	3,00

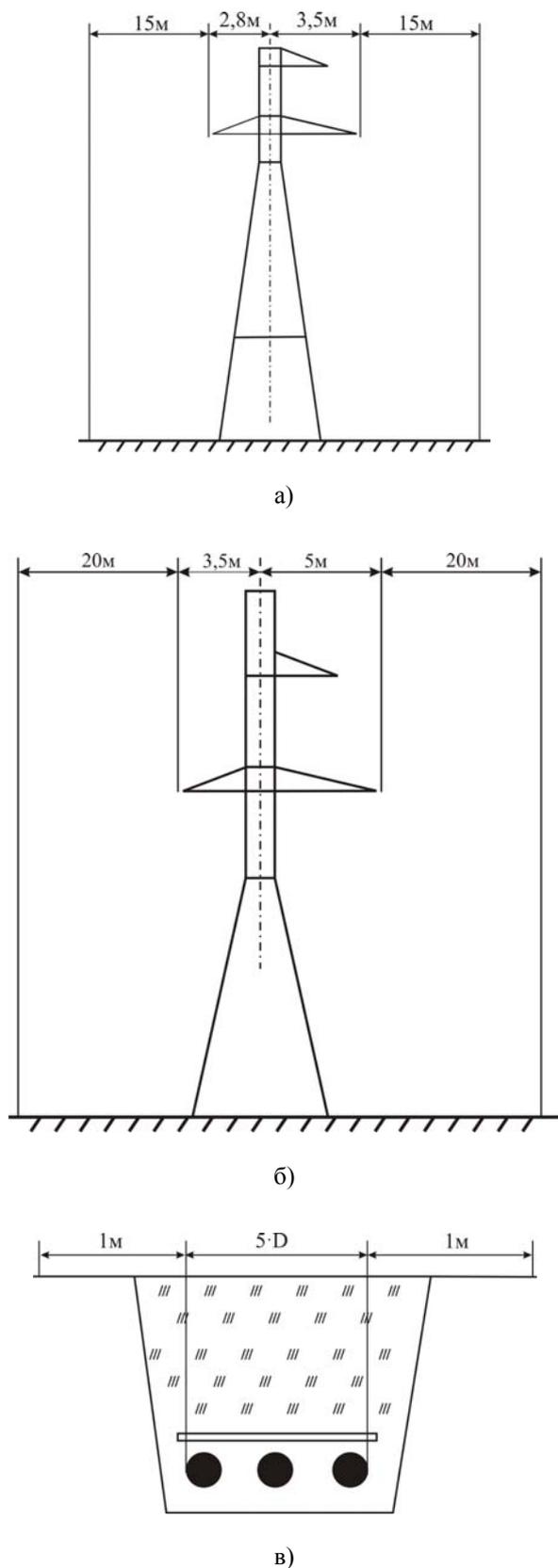


Рисунок 3 – Охранные зоны ЛЭП:
а) ВЛ 35 кВ; б) ВЛ 110 кВ; в) КЛ 10-110 кВ

Из табл. 2 следует, что стоимость строительства 1 км КЛ взамен ВЛ соизмерима со стоимостью высвобождаемого участка земли, что говорит об экономической эффективности применения кабелей как средства повышения надежности.

Выводы. 1. В электрических сетях напряжением 6-10 кВ в качестве СПН целесообразно использовать изолированные провода и опоры с повышенным запасом прочности.

2. В электрических сетях напряжением 10-110 кВ в качестве СПН целесообразно применять кабели.

Список использованной литературы

1. Програма розвитку електричних мереж напругою 35-110 (150) кВ та визначення обсягів реконструкції електричних мереж напругою 0,4-10 кВ на 2007 - 2011 роки.

2. Новые подходы к учету надежности электропитания потребителей в рыночных условиях. / [Р. А. Буйный, А. В. Гай, А. Ю. Сорокин, В. В. Тисленко]. - Техническая электродинамика. Тематический выпуск "Проблемы современной электротехники". - 2002. - № 5. - С. 85-88.

3. Буйный Р. А. Метод зонных структур в оптимизации надежности распределительных сетей 10 кВ / Р. А. Буйный, В. В. Зорин, В. В. Тисленко. - Электрификация та автоматизація сільського господарства. - 2004. - № 2 (7). - С. 30-35.

4. Буйный Р. А. Регулирование взаимоотношений между потребителями и электроснабжающей организацией в условиях рыночной экономики / Р. А. Буйный, В. В. Зорин. - Энергетика и электрификация. - 2007. - № 6. - С. 52-54.

5. Правила охорони електричних мереж. Затверджені постановою № 209 КМУ від 4 березня 1997 р.

Анотація

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10-110 кВ

Буйний Р. О., Квицинський А. О., Зорін В. В.

Проведено аналіз ефективності використання різних технічних засобів для підвищення надійності розподільних електричних мереж напругою 10-110 кВ. Показано доцільність використання ізоляованих проводів та кабельних ліній електропередавання в розподільних електричних мережах.

Abstract

EFFICIENCY ANALYSIS OF DIFFERENT FACILITIES FOR RELIABILITY ENHANCEMENT OF DISTRIBUTIVE ELECTRIC NETWORKS 10-110 kV

R. Buinyi, A. Kvitsynskyi, V. Zorin

Efficiency of different facilities for reliability enhancement of distributive electric networks 10-110 kV is analyzed. Covered wires and cable lines are shown to be the most appropriate solutions in term of cost-efficiency tradeoff.