

УДК 621.311.16

**Выбор материала опор линий электропередачи напряжением 6-10 кВ с учётом показателей надёжности и грозоупорности**

Дятко Ю. А., Савицкий А. Ю.

Научный руководитель – д. т. н., профессор КОРОТКЕВИЧ М. А.

Необходимость учета качественных показателей (надёжность, грозоупорность, срок службы) при выборе материала опор воздушных линий электропередачи приводит к использованию соответствующих математических методов, например метода многоцелевой оптимизации.

Задачу в терминах многоцелевой оптимизации сформулируем в следующем виде: необходимо выбрать материал для опор воздушных линий электропередачи напряжением 10 кВ ( дерево, железобетон, электроизоляционный бетон, металл) при обеспечении минимума дисконтированных затрат, максимума надёжности, грозоупорности и срока службы.

Структуру целевой функции зададим в виде(1). Относительные эффективности целей найдем по выражениям (2) и (3).

$$E = \sum_{i=1}^n v_i e_i \rightarrow \max (1),$$

где  $v_i$ -оценка важности  $i$ -й ( $i=1,2,\dots,n$ ) цели;  
 $e_i$ -относительная эффективность  $i$ -й цели.

$$e_i = \frac{\min x_i}{x_i} (2),$$

$$e_i = \frac{x_i}{\max x_i} (3),$$

где  $x_i$ -текущее значение  $i$ -й цели.

Матрица рангов критериальных свойств, присвоенных десятью экспертами. Численные значения весовых коэффициентов, определены по формуле 4 с использование выражений 5 и 6 равны:  $\vartheta_1 = 0,32$ ,  $\vartheta_2 = 0,35$ ,  $\vartheta_3 = 0,34$ ,  $\vartheta_4 = 0,19$ .

$$v_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n R_i} (4),$$

где  $R_i$ - расчетный коэффициент для  $i$ -й цели ( $i=1,2,\dots,n$ );

$$R_i = 1 - \frac{A_i}{nN} + \frac{1}{n} (5),$$

где  $A_i$ - сумма рангов  $i$ -й цели, полученных от всех  $N$  экспертов;

$$A_i = \sum_{k=1}^N a_{ik} (6),$$

где  $a_{ik}$ - ранг, присвоенный  $i$ -й цели экспертом номер  $k(k=1,\dots,N)$ .

Показатели целей, относящиеся к линиям электропередачи с железобетонными опорами, примем равными единице. Тогда относительные значения показателей цели для линий с опорами из других материалов будут такими, как показано в таблице 1.

Таблица 1 – Значения показателей

Номер цели	Наименование цели	Единицы измерения	Значение при выполнении линии на опорах из			
			Железобетона	дерева	Электроизоляционного бетона	металла
1	Минимум дисконтированных затрат	Тыс. у. е.	5,295/1	5,930/1,12	6,826/1,29	22,417/4,23
2	Максимум надёжности линии	Без разм.	5,6/1,0	2,760/0,49	5,6/1,0	6,560/1,17
3	Максимум грозоупорности линии	лет	1,7/1,0	3,3/1,95	3,3/1,95	1,7/1,0
4	Максимальный срок службы линии	лет	33/1,0	25,00/0,76	33,00/1,0	33,00/1,0

Относительные эффективности целей  $e_i$ , определенные по формулам (2) и (3) для исходных данных, (помещенных в табл. 1), (приведены в таблице 2).

Таблица 2 – Относительные эффективности целей

Номер цели	Наименование цели	Значение $e_i$ при выполнении линии на опорах из			
		железобетона	дерева	Электро-изоляционного бетона	металла
1	Минимум дисконтированных затрат	1,00	0,89	0,77	0,24
2	Максимум надежности линии	0,85	0,42	0,85	1,00
3	Максимум грозоупорности линии	0,51	1,00	1,00	0,51
4	Максимальный срок службы линии	1,00	0,76	1,0	1,0
Критерий оптимизации E		0,88	0,72	0,87	0,69

Из табл. 2 видно, что вывод о преимуществе применения железобетонных опор, подтверждается и при учете таких показателей надежности, как прочность, грозоупорность и срок службы.

Применение металлических опор на линиях электропередачи напряжением 10 кВ может оказаться равно экономичным с вариантом применения железобетонных опор, если дисконтированные затраты на сооружение и эксплуатацию линий с металлическими опорами будут превосходить соответствующие затраты по линиям с железобетонными опорами менее чем в 2,7 раза.

Этому значению соответствует капитальные затраты на сооружение одного километра линии напряжением 10 кВ на металлических опорах в размере 8,16 тыс. у.е., что больше аналогичных капитальных затрат на сооружение линии напряжением 10 кВ на железобетонных опорах в 4,8 раза .

### Литература

1. Короткевич М. А: Эксплуатация электрических сетей / М. А. Короткевич-Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 350с.