

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

М. Н. Кузнецов, В. В. Савочкина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Методика сравнения и выбора распределительных трансформаторов известна, однако на практике при выборе цеховых трансформаторов возникает ряд трудностей:

1. На сегодняшний день существует большой ассортимент трансформаторов и даже трансформаторы одинакового типоразмера отличаются техническими характеристиками и стоимостными показателями.

2. В рыночных условиях функционирования на эффективность долгосрочных энергосберегающих мероприятий влияет ряд факторов [1], таких как рост цен на энергоресурсы, ставка рефинансирования банка, вид тарифа, по которому оплачивается электроэнергия, и другие. Также при планировании энергосберегающего мероприятия следует сравнивать эффективность вложения денежных средств для реализации данного мероприятия с эффективностью вложения средств в другие инвестиционные проекты.

В связи с необходимостью уточнения методики выбора распределительных трансформаторов представляется целесообразным разработать программное обеспечение для технико-экономического обоснования выбора распределительных трансформаторов при учете ряда технических и экономических факторов. Для этого были решены следующие задачи:

1) выполнена сравнительная оценка и сформирована база данных современных распределительных трансформаторов производства Минского электротехнического завода им. В. И. Козлова;

2) разработаны технико-экономические модели для сравнения и выбора трансформаторов с учетом ряда факторов;

3) разработан комплекс программ для ПЭВМ для технико-экономического обоснования выбора распределительных трансформаторов при учете ряда факторов;

4) выполнена оценка энергетического и экономического эффекта замены распределительных трансформаторов на предприятиях.

Технико-экономическая модель сравнения и выбора распределительных трансформаторов [2] основывается на концепции дисконтирования потоков реальных денег. Фрагменты программы для сравнения распределительных трансформаторов в условиях расчета за электроэнергию по двухставочному тарифу представлены на рис. 1 и 2.

Характеристики распределительных трансформаторов		
	ТМЭ	ТМГ12
Тип трансформатора	ТМЭ	ТМГ12
Номинальная мощность, кВА	1600	630
Количество	1	1
Потери холостого хода, кВт	3,3	0,8
Потери короткого замыкания, кВт	16,5	6,75
Срок службы, лет	10	25
Стоимость, тыс. руб	0	33962,8
Продолжительность включенного состояния в году, ч		8700
Время наибольших потерь, ч	617	
Максимальная нагрузка, кВА	445,7	
Ставка рефинансирования, %	14	
Первая ставка тарифа, руб/кВт	26529,7	
Вторая ставка тарифа, руб/кВт*ч	246,5	
Среднегодовой рост тарифов на электроэнергию, %		20

Рис. 1. Окно ввода исходных данных

Результаты

Динамический срок окупаемости, мес 82 (6,8 лет)

Чистый дисконтированный доход, тыс. руб 44206,75

Тип трансформатора ТМЗ-1600 ТМГ12-630

Годовые издержки, тыс. руб 7335,8 7338,4

Сравнительная цена, тыс. руб 116104,9 71898,1

Экономия электроэнергии в год кВт*ч 20035,9

Назад Начало

Рис. 2. Окно вывода результатов расчета

Для выбора числа и мощности трансформаторов на подстанциях на основе технико-экономических расчетов была разработана программа для ПЭВМ в системе программирования Delphi. Диалоговые окна программы представлены на нижеприведенных рисунках.

Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций

Максимальная нагрузка, кВА 835

Продолжительность включенного состояния в году, ч 8760

Время наибольших потерь, ч 3530

Просмотр номенклатуры трансформаторов

Ставка рефинансирования, % 14

Ставка тарифа на электроэнергию, руб/кВт*ч 301,1

Среднегодовой рост тарифов на электроэнергию, % 20

Ввод

Рис. 3. Окно ввода исходных данных

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВА	Потери жс, кВт	Потери ко, кВт	Цена, тыс. руб
ТМГ	100	0,27	1,97	7351,8
ТМГМШ	100	0,22	1,97	8080,3
ТСЗ	100	0,4	1,72	8886,2
ТМГ	160	0,41	2,6	8720,6
ТМГМШ	160	0,32	2,6	9636,8
ТСЗЛ	160	0,85	2,15	37433,3
ТМГ	250	0,58	3,7	11259,5
ТМГМШ	250	0,45	3,7	12385,4
ТСЗЛ	250	0,9	3	40114,7
ТМГ	400	0,83	5,4	14836
ТМГ13	400	0,83	6	13677
ТМГМШ	400	0,6	5,4	16491,8
ТСЗЛ	400	1,2	3,9	45523,6
ТМГ	630	1,24	7,6	22806
ТМГ11	630	1,06	7,45	23638,9
ТМГ12	630	0,8	6,75	26125,2

Дальше

Рис. 4. База данных современных трансформаторов мощностью от 100 до 2500 кВ · А

В результате работы программы для заданной расчетной нагрузки подбираются трансформаторы соответствующей мощности с различными технико-экономическими характеристиками для одно-, двух- и трехтрансформаторных подстанций. Критерием выбора трансформаторов является минимальная сравнительная цена [3], которая представляет собой сумму капитальных вложений и эксплуатационных затрат, дисконтированных к начальному моменту времени.

Результаты

Варианты для однотрансформаторной подстанции

Тип трансформатора	Цена, тыс. руб.	Сравнительная цена, тыс. руб.
ТМГ-1000	28712,2	222180,3
ТМГ11-1000	29902,4	215021,2
ТМГ12-1000	33641,8	199199,2
ТМГМШ-1000	32101,1	210957,9

Варианты для двухтрансформаторной подстанции

Тип трансформатора	Цена, тыс. руб.	Сравнительная цена, тыс. руб.
ТМГ-630	45612	261439,4
ТМГ11-630	47277,8	245060,2
ТМГ12-630	52250,4	218701,5
ТМГМШ-630	50182	240961,6

Варианты для трехтрансформаторной подстанции

Тип трансформатора	Цена, тыс. руб.	Сравнительная цена, тыс. руб.
ТМГ-400	44508	280408,5
ТМГ13-400	41031	291592,8
ТМГМШ-400	49475,4	256570,8
ТСЭГП-400	136570,8	382156,5

Технико-экономическое сравнение вариантов

Назад Выход

Рис. 5. Окно вывода результатов расчета

Использование разработанного программного обеспечения позволяет оперативно произвести технически и экономически обоснованный выбор числа и мощности трансформаторов для цеховых подстанций.

Технико-экономическое сравнение вариантов

Сравнение вариантов для однотрансформаторной подстанции

Тип трансформаторов	Доп-е затраты, тыс. руб.	Экономия ЭЭ в год, кВт*ч	Дин-й срок окупаемости
ТМГ11-1000 вместо ТМГ-1000	1190,2	1752	26 (2,2 лет)
ТМГ12-1000 вместо ТМГ11-1000	3739,4	4104,7	35 (2,9 лет)
ТМГ12-1000 вместо ТМГМШ-1000	1540,7	2790,7	22 (1,8 лет)

Сравнение вариантов для двухтрансформаторной подстанции

Тип трансформаторов	Доп-е затраты, тыс. руб.	Экономия ЭЭ в год, кВт*ч	Дин-й срок окупаемости
ТМГ11-630 вместо ТМГ-630	1665,8	3618,7	18 (1,5 лет)
ТМГ12-630 вместо ТМГ11-630	4972,6	6725,6	29 (2,4 лет)
ТМГ12-630 вместо ТМГМШ-630	2068,4	6088,3	16 (1,3 лет)

Сравнение вариантов для трехтрансформаторной подстанции

Тип трансформаторов	Доп-е затраты, тыс. руб.	Экономия ЭЭ в год, кВт*ч	Дин-й срок окупаемости
ТМГ-400 вместо ТМГ13-400	3477	3076,5	44 (3,7 лет)
ТМГ-630 вместо ТМГ13-400	27307	4280,9	не окупается
ТМГМШ-630 вместо ТМГ-630	6855	7884	34 (2,8 лет)

Назад Выход

Рис. 6. Окно технико-экономического сравнения трансформаторов между собой

Таким образом, выбор распределительных трансформаторов, основанный на комплексной технико-экономической оценке при учете ряда факторов, позволит снизить потери электроэнергии и более эффективно использовать денежные средства.

Литература

44. Колесник, Ю. Н. Оценка эффективности долгосрочных энергосберегающих мероприятий с учетом роста цен на электроэнергию / Ю. Н. Колесник, А. В. Иванейчик, М. Н. Кузнецов // Энергетика и ТЭК. – 2008. – № 11. – С. 40–42.
45. Кузнецов, М. Н. Решение задач оценки эффективности распределительных трансформаторов / М. Н. Кузнецов, В. В. Савочкина // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы IX Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и магистрантов. – Гомель, 2009. – С. 143–146.
46. О комплексной финансовой оценке технических характеристик распределительных трансформаторов с точки зрения конечного потребителя / Л. Н. Стабровский // Энергия и менеджмент. – 2005. – № 3. – С. 31–35.