

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАГРУЗКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЭНЕРГОРАЙОНА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Мироненко Ю.Е.

Мироненко Юлия Евгеньевна – магистрант,  
направление подготовки: электроэнергетика и электротехника,  
кафедра энергетика, энергетический факультет,  
Амурский государственный университет, г. Благовещенск

**Аннотация:** в статье проводится оценка загрузки силовых трансформаторов центрального энергорайона Амурской области для оптимизации их работы и снижения потерь электроэнергии в трансформаторах.

**Ключевые слова:** силовые трансформаторы, коэффициент загрузки, потери электроэнергии.

Силовые трансформаторы являются одними из основных элементов электрической сети. Посредством электромагнитной индукции в трансформаторе преобразуется одна величина переменного напряжения и тока в другую величину переменного напряжения и тока, той же частоты без изменения её передаваемой мощности [1]. Без силового трансформатора распределение электрической энергии отсутствует. В распределительных сетях в основном используются трансформаторы для понижения передаваемого напряжения.

В настоящее время со стороны потребителей электроэнергии наблюдается динамика спада потребляемой нагрузки. В таких условиях на предприятиях электроэнергетики может увеличиваться доля потерь электроэнергии, что обусловлено малой загрузкой силовых и автотрансформаторов в определенных районах. Это связано с тем, что при снижении коэффициента загрузки трансформаторного оборудования происходит увеличение потребляемой реактивной мощности намагничивания, которая тратится на создания магнитного потока холостого хода в самом трансформаторе. Установлено, что при снижении коэффициента загрузки трансформатора до 0,3 происходит существенное повышение величины реактивной мощности на намагничивание [2]. Данное обстоятельство приводит к росту потерь в электрических сетях.

С другой стороны наблюдается тенденция роста технологического присоединения к трансформаторным подстанциям со стороны новых потребителей. Перегруз силовых трансформаторов может повлечь за собой технологические нарушения, являться следствием недоотпуска электроэнергии. Недостаточная нагрузка или перегрузка силовых трансформаторов вызывает финансовые потери, несет увеличение трудовых и материальных затрат и может быть причиной снижения развития всего региона.

Целью данной статьи является проведение оценки загрузки силовых трансформаторов центрального энергорайона Амурской области для оптимизации их работы и снижения потерь электроэнергии в трансформаторах. Для решения поставленной цели выполняются следующие задачи:

- 1) определение критериев и методики статистического анализа загрузки трансформаторов;
- 2) статистический анализ динамики загрузки силовых трансформаторов;
- 3) выбор управленческих решений по результатам анализа.

*Критерии и методика статистического анализа загрузки трансформаторов.*

Методом применяемого статистического анализа является построение графической диаграммы изменения коэффициента загрузки трансформаторов на основании данных наблюдений за последние 8 лет.

Критерием метода является коэффициент загрузки. Для проведения статистического анализа необходимо в первую очередь собрать всю необходимую информацию об объекте анализа. Для примера в центральный энергорайон Амурской области входит Благовещенский, Ивановский, Константиновский и Тамбовский районы с общим количеством в 60 двухтрансформаторных трансформаторных подстанций напряжением 35-220 кВ. коэффициент загрузки силовых трансформаторов определяется по формуле:

$$K_3^{норм} = \frac{S_T}{n_T \cdot S_{Тном}} \quad (1)$$

Где  $S_T$  - полная мощность силового трансформатора, МВА;

$S_{Тном}$  – номинальная мощность силового трансформатора, МВА;

$n_T$  – количество силовых трансформаторов на подстанции.

Для потребителей первой и второй категории для двух-трансформаторных подстанций коэффициент оптимальной загрузки составляет:  $K_3^{опт} = 0.7$ , а для одно-трансформаторных подстанций  $K_3^{опт} = 0.85$ .

Статистический анализ динамики загрузки силовых трансформаторов.

Исходными данными для проведения анализа являются сведения о максимальной нагрузке силовых трансформаторов полученного при проведении контрольных замеров сетевой организации.

Проанализировав коэффициенты загрузки силовых трансформаторов, на подстанциях центрального энергорайона Амурской области, можно сделать следующие выводы:

- 7 подстанций имеют коэффициент загрузки силовых трансформаторов выше оптимального;
- коэффициент загрузки 42 подстанции менее 0,3;
- 12 подстанций имеют приемлемый коэффициент загрузки;

- увеличение коэффициента загрузки трансформаторов по годам в некоторых областях центрального энергорайона указывает на положительную динамику развития этих территорий и способствует нормализации загрузки подстанций.

Управленческих решений по результатам анализа коэффициента загрузки трансформаторов.

Для двухтрансформаторных подстанций имеющих низкий коэффициент загрузки произведем отключение одного из трансформаторов или замену трансформаторов на менее мощные, а для подстанций имеющих коэффициент загрузки выше оптимального произведем замену силовых трансформаторов на более мощные.

Построим график загрузки с учетом предложенных мероприятий и максимальным коэффициентом загрузки силовых трансформаторов (рисунки 1).

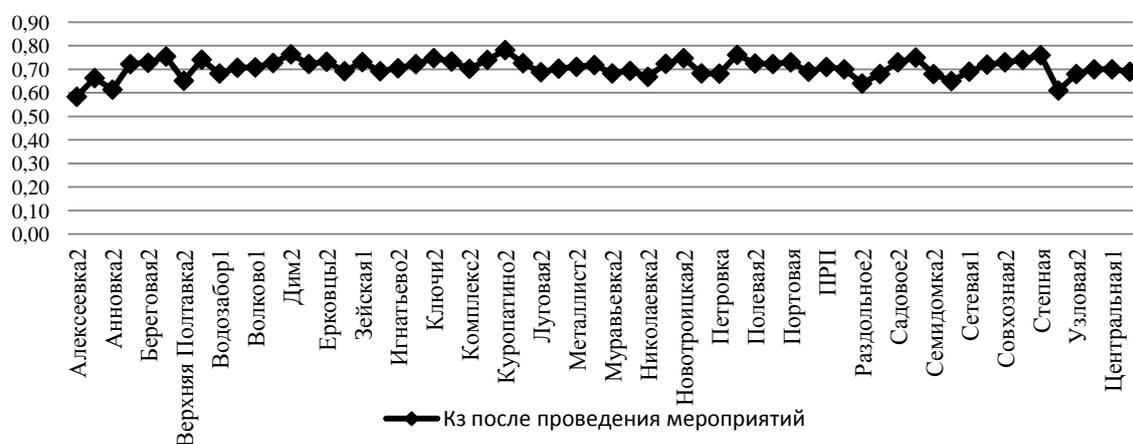


Рис. 1. График загрузки силовых трансформаторов с учетом предложенных мероприятий

1. Оптимального коэффициента загрузки удалось достичь на следующих подстанциях, согласно таблице 1.

Таблица 1. Подстанции с оптимальным коэффициентом загрузки после проведения мероприятий

№ п/п	Наименование подстанции	Номинальное напряжение, кВ	Значение коэффициента загрузки	№ п/п	Наименование подстанции	Номинальное напряжение, кВ	Значение коэффициента загрузки
1	Алексеевка	35	0,68	26	Муравьевка	35	0,68
2	Анновка	110	0,61	27	Некрасовка	35	0,69
3	Астрахановка	35	0,72	28	Николаевка	35	0,67
4	Береговая	35	0,73	29	Новая	110	0,72
5	Березовка	35	0,75	30	Новотроицкая	35	0,75
6	Верхняя Полтавка	35	0,65	31	Орловка	35	0,68
7	Владимировка	110	0,74	32	Петровка	35	0,68
8	Возжаевка	110	0,71	33	Петропавловка	35	0,76
9	Дачная	110	0,73	34	Полевая	110	0,72
10	Дим	110	0,76	35	Полтавка	35	0,72
11	Дмитриевка	35	0,72	36	Правовосточная	35	0,69
12	Ерковцы	35	0,73	37	ПРП	35	0,71
13	Ивановка	110	0,69	38	Птицефабрика	110	0,7
14	Игнатьево	110	0,7	39	Раздольное	110	0,64

15	Кирпичная	110	0,72	40	Ромны	110	0,68
16	Ключи	35	0,75	41	Садовое	35	0,73
17	Коврижка	35	0,73	42	Северная	110	0,75
18	Комплекс	35	0,7	43	Семидомка	35	0,68
19	Кооперативная	110	0,74	44	Сергеевка	110	0,65
20	Куропатино	35	0,78	45	Силикатная	110	0,72
21	Лозовое	35	0,73	46	Совхозная	35	0,73
22	Луговая	35	0,69	47	Степная	35	0,76
23	Марково	35	0,7	48	Тамбовка	110	0,61
24	Металлист	35	0,71	49	Узловая	110	0,68
25	Моховая	35	0,72	50	Уртуй	35	0,7

Для оценки экономического эффекта произведем расчет потерь электроэнергии холостого хода силовых трансформаторов в исходном состоянии и после выполнения предложенных мероприятий. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Доля потерь в общем отпуске электроэнергии.

	Потери электроэнергии холостого хода силовых трансформаторов, кВт·ч	Доля потерь в общем отпуске электроэнергии, %
До проведения мероприятий	7 445 798,88	2,1
После проведения мероприятий	5 235 255,52	1,47

Собрав необходимую информацию и проведя статистический анализ динамики загрузки силовых трансформаторов, был осуществлен выбор управленческих решений по результатам анализа. Из результатов видно, что потери снизились на 2 210 543,36 кВт·ч. Экономический эффект от проведенного анализа составил 2,6 млн. рублей в год. Анализ показал, что значительная часть потерь электроэнергии в электрических сетях обусловлена именно малой загрузкой силовых трансформаторов. Оценка загрузки силовых трансформаторов на примере центрального энергорайона Амурской области показала необходимость проведения таких мероприятий.

На основании проведенного анализа доказано, что выявление в электрических сетях малозагруженных силовых трансформаторов является приоритетом. К числу мероприятий, направленных на рационализацию работы силовых трансформаторов, следует относить замену трансформаторов, и их перегруппировку, перевод нагрузки трансформаторов на другие трансформаторы, а также отключение трансформаторов на время работы на холостом ходу. Реализация указанных мероприятий способствует естественному уменьшению реактивной мощности, потребляемой силовыми трансформаторами, снижению величины tgφ, уменьшению потерь электроэнергии в электрических сетях и направлена на повышение энергетической эффективности сетевого предприятия.

#### Список литературы

1. Ефременко В.М. Анализ влияния нагрузки силовых трансформаторов на потребление реактивной мощности / В.М. Ефременко, Р.В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. Тех. унив., 2009. № 6. С. 46-48.
2. Инструкция по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по рас-чету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям: утв. Приказом Мин-ва энергетики РФ № 326 от 30.12.2008: введ в действие с 30.12.2008.
3. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одоб. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. (Актуальный закон).