

Литература

1. Токочакова, Н. В. Показатели энергетической эффективности промышленных потребителей / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2006. – № 3 (26). – С. 66–75.
2. Грунтович, Н. В. Совершенствование систем управления энергетической эффективностью и экономической безопасностью промышленных предприятий / Н. В. Грунтович [и др.] // Вестн. Чувашского ун-та. – 2015. – № 3. – С. 40–48.
3. Using models of energy consumption from influencing factors to assess the current state and energy efficiency forecasting / D. Moroz [et al.] // In E3S Web of Conferences. – Vol. 220. – P. 01024.
4. Грунтович, Н. В. Влияние структуры потребления ТЭР предприятия на эффективность внедрения мероприятий по энергосбережению / Н. В. Грунтович, Е. Л. Шенец // Энергетика Изв. высш. учеб. заведений и энергет. об-ний СНГ. – 2014. – № 2. – С. 58–66.
5. Грунтович, Н. В. Экспертные системы управления энергоэффективностью и энергетической безопасностью / Н. В. Грунтович // Энергоэффективность. – 2014. – № 4. – С. 16–20.
6. Мороз, Д. Р. Развитие методического обеспечения для диагностирования энергетической эффективности / Д. Р. Мороз, С. Г. Жуковец, Е. Л. Шенец // Энергия и Менеджмент, 2017. – № 1 (94). – С. 8–13.
7. Использование методов математического моделирования для решения практических задач оценки энергоэффективности / Д. Р. Мороз [и др.] // Энергия и Менеджмент, 2017. – № 3 (96). – С. 7–11.

**НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ДЛЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
НА ПРИМЕРЕ СП ООО «УЗ ХАНВУ ИНЖИНИРИНГ» г. ФЕРГАНА**

Ф. Н. Насретдинова, Г. Р. Умурзакова

Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан

Научный руководитель М. О. Узбеков

Метод нормирования электроэнергии (ЭЭ) на основе расчетно-статистических моделей режимов электропотребления промышленных потребителей (ПП) является наиболее предпочтительным в современных условиях функционирования ПП [1]–[5].

В общем виде модель режима электропотребления ПП имеет вид:

$$W_{\text{ЭЭ}} = W_{\text{техн}} + W_{\text{усл.-пост}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где $W_{\text{усл.-пост}}$ – условно-постоянная составляющая потребления электроэнергии, не зависящая от объема выпускаемой продукции, кВт · ч; $W_{\text{техн}}$ – технологическое электропотребление, кВт · ч.

От общей модели расхода ЭЭ от объема выпуска продукции возможен переход к модели общезаводского удельного расхода ЭЭ на выпуск продукции. Модель имеет вид:

$$W_{\text{уд.ЭЭ}} = W_{\text{уд.техн}} + W_{\text{усл.-пост}} / \Pi, \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед. прод.}, \quad (2)$$

где $W_{\text{усл.-пост}}$ – условно-постоянная составляющая потребления ЭЭ, не зависящая от объема выпускаемой продукции, кВт · ч; $W_{\text{уд.техн}}$ – технологический удельный расход энергоресурса на выпуск единицы продукции.

Удельные и общие расходы энергоресурса на единицу выпуска продукции являются основными показателями ЭЭФЮ поскольку удельные расходы энергоресурса определяют энергетическую составляющую затрат в структуре себестоимости продукции, а динамика общего расхода энергоресурса позволяет оценить реальное снижение его потребления в часто изменяющихся условиях функционирования промышленного предприятия.

При выпуске однородной продукции (например, запасных частей, телевизоров, ремонтных работ, электротехнических изделий) вся продукция должна быть приведена к базисному виду. Пересчет выпускаемой продукции к базисному виду производится по формуле (3) через трудоемкость либо материалоемкость изделий:

$$PP(N) = P(N) \frac{T(N)_i}{T_{\text{баз}}}, \quad (3)$$

где $PP(N)$ – приведенный к базису объем N -го вида продукции, у. е.; $P(N)$ – фактический объем N -го вида продукции, шт.; $T(N)_i$ – трудоемкость (материалоемкость) N -го вида продукции в i -м году, ед. изм./шт.; $T_{\text{баз}}$ – трудоемкость (материалоемкость) базисного вида, ед. изм.

После приведения продукции построение моделей производится в соответствии с алгоритмом:

1) формируются временные ряды расхода ЭЭ и объема выпускаемой продукции на временном интервале $t = 1, 2, \dots, n''$:

$$\{W_t\}_{t=1, 2, \dots, n''}, \quad \{\Pi_t\}_{t=1, 2, \dots, n''};$$

2) сформированные временные ряды переформируются в соответствии с сезоном года соответствующему осенне-зимнему и весенне-летнему периоду, что позволяет учитывать сезонную специфику электропотребления:

$$\{\Pi_t\}_{t=1, 2, \dots, n'}, \quad \{W_t\}_{t=1, 2, \dots, n'};$$

$$n' = n'' - NK,$$

где NK – количество значений исключенных из временного ряда;

3) в зависимости от полученной длины временных рядов n' и цели построения модели (квартальные значения удельных расходов и объемов выпуска продукции), выбирается период усреднения τ и по выражениям рассчитываются сглаженные временные ряды (4), (5):

$$\bar{\Pi}_t = \frac{1}{\tau} \sum_{i=t}^{t+\tau-1} \Pi_i, \quad \bar{W}_t = \frac{1}{\tau} \sum_{i=t}^{t+\tau-1} W_i; \quad (4)$$

$$\{\bar{\Pi}_t\}_{t=1, 2, \dots, n}, \quad \{\bar{W}_t\}_{t=1, 2, \dots, n}; \quad (5)$$

$$n = n' - (\tau - 1); \quad t = 1, 2, \dots, n;$$

- 4) строится модель [1] режимов электропотребления ПП вида (1);
- 5) производится построение модели удельного расхода электроэнергии от объемов выпускаемой продукции вида (2);
- 6) с использованием модели $W_{уд} = F(\Pi)$ рассчитываются удельные расходы электроэнергии дифференцированные по объемам выпущенной продукции. Производится проверка разработанных норм расхода электроэнергии по данным кварталов предыдущего периода.

СП ООО «Уз Ханву Инжиниринг» специализируется на выпуске комплектующих изделий и запасных частей для автомобильной промышленности различного ассортимента. Ассортимент достаточно широкий, различная трудоемкость и материалоемкость выпускаемых изделий. Для предприятий, имеющих широкий ассортимент выпускаемой продукции, рекомендуется нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов осуществлять на условные единицы продукции – у. е.

Технологический расход электрической энергии может быть представлен одной составляющей: расход электрической энергии на производство. В качестве базиса для нормирования комплектующих принято изделие BRACE A-WHEELHOUSE (RH) трудоемкостью выпуска 0,227 н. ч. Пересчет выпускаемой продукции к базису по месяцам за 2019–2021 гг. производился по формуле (3). На основании рассчитанных значений выпуска продукции и фактического расхода электроэнергии сформированы ряды выпуск продукции-расход ЭЭ ($\Pi_i - W_i$) за трехлетний период. На основе метода наименьших квадратов построена квартальная модель расхода электроэнергии вида (1) $W = 0,93\Pi + 100215$, кВт · ч, а также квартальная модель удельного расхода электроэнергии $W_{уд} = 0,93 + 100215/\Pi$, кВт · ч/ у. е. На рис. 1 представлена квартальная зависимость удельного расхода электроэнергии на выпуск запасных частей и комплектующих для автомобилестроения. Предлагается нормы дифференцировать в зависимости от сезонного фактора и объема выпуска продукции (см. таблицу).

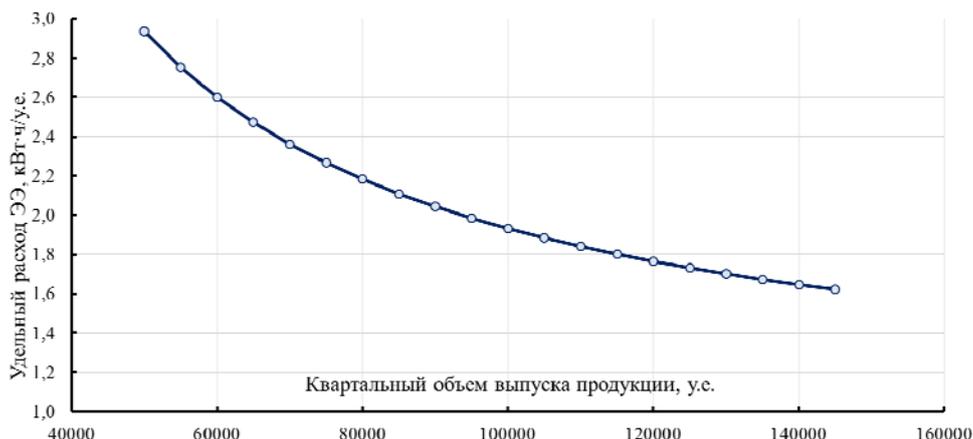


Рис. 1. Графическая интерпретация результатов моделирования зависимости удельного расхода электроэнергии для производства комплектующих изделий и запасных частей для автомобильной промышленности в зависимости от квартального объема выпуска продукции

**Разработанные нормы расхода электроэнергии
на выпуск продукции СП ООО «Уз Ханву Инжиниринг»**

Диапазон выпуска продукции	Норма расхода электроэнергии, кВт · ч/у. е.				
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Среднегодовая
до 60000 у. е.	3,37	2,45	2,78	3,60	3,05
от 60000 до 70000	2,96	2,15	2,46	3,16	2,68
от 70000 до 80000	2,65	1,90	2,20	2,81	2,39
от 80000 до 90000	2,37	1,73	2,00	2,53	2,16
от 90000 до 100000	2,18	1,59	1,82	2,33	1,98
от 100000 до 110000	2,04	1,48	1,72	2,18	1,86
от 110000 до 120000	1,92	1,43	1,62	2,07	1,76
от 12000 до 130000	1,84	1,40	1,56	1,98	1,69
свыше 130000	1,77	1,38	1,52	1,92	1,65

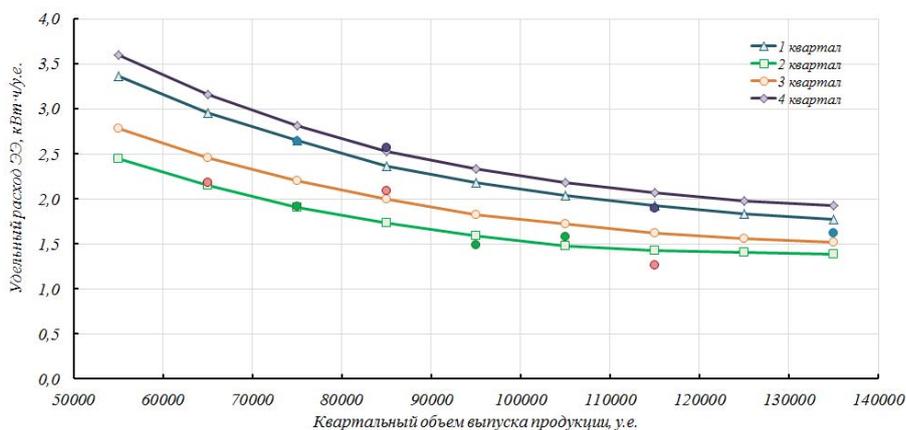


Рис. 2. Нормы, дифференцированные с учетом сезонного фактора и изменения объема выпуска продукции

Нормы, дифференцированные с учетом сезонного фактора и изменения квартального объема выпуска продукции, представлены на рис. 2.

Литература

1. Токочакова, Н. В. Расчетно-статистические модели режимов потребления электроэнергии как основа нормирования и оценки энергетической эффективности / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз // Энергоэффективность. – 2006. – № 1. – С. 14–15.
2. Использование методов математического моделирования для решения практических задач оценки энергоэффективности / Д. Р. Мороз [и др.]. // Энергия и Менеджмент. – 2017. – № 3 (96). – С. 7–11.
3. Токочакова, Н. В. Управление энергоэффективностью промышленных потребителей на основе моделирования режимов электропотребления / Н. В. Токочакова // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энергет. об-ний СНГ. – 2006. – № 3. – С. 67–75.

4. Токочакова, Н. В. Показатели энергетической эффективности промышленных потребителей / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз // Вестн. Гом. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2006. – № 3 (26). – С. 66–75.
5. Грунтович, Н. В. Проблемные зоны системы управления энергоэффективностью промышленных потребителей республики / Н. В. Грунтович, Н. В. Токочакова // Энергоэффективность. – 2008. – № 3. – С. 6–10.
6. Токочакова, Н. В. Моделирование режимов потребления электрической энергии для задач управления энергетической эффективностью промышленных потребителей / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз, А. С. Фиков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2007. – № 2 (15). – С. 107–114.

ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ»

Е. В. Койпиш

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Г. Жуковец

Переключения в электрических установках электростанций и подстанций производятся с целью изменения оперативного состояния оборудования или схемы первичных соединений. Они осуществляются путем перемены положения коммутационных аппаратов, предназначенных для включения и отключения оборудования. Все операции при этом выполняются оперативным персоналом в определенной последовательности, обусловленной схемами первичных и вторичных соединений, назначением коммутационных аппаратов, режимами работы оборудования и другими причинами. Ошибки при переключениях приводят к тяжелым авариям, опасным для обслуживающего персонала и оборудования.

Для обучения студентов было создано программное обеспечение оперативных переключений в электрических схемах распределительных устройств, основанное на одноименной лабораторной работе по дисциплине «Производство электроэнергии». Выполнено на языке ООП С#, подходит для работы на Windows 7/8/10.

Целью исследования является изучение организации и порядка производства переключений в электрических установках станций и подстанций [1].

Для выполнения лабораторной работы по теме «Оперативные переключения в электроустановках» используется стенд, на котором приводится главная схема электрических соединений двухтрансформаторной подстанции со схемой распределительного устройства: одна рабочая секционированная и обходная системы шин с подключением трансформаторов через развилку из двух выключателей (рис. 1).

Студентам необходимо изучить схему электрических соединений станций и подстанций и разработать бланк переключений в соответствии с заданием преподавателя. Бланк переключений является оперативным документом, определяющим содержание задания и последовательность выполнения операций.

Под оперативными схемами понимают чертежи, на которых указывается основное оборудование установок. Выключатели и разъединители при этом показываются в их действительном положении на данный момент времени. Исходя из принципа действия выключатели и разъединители отображаются в двух состояниях: включенные и отключенные, однако в программном обеспечении для отображения ошибочных переключений выключатели имеют еще два состояния: опасное включенное и опасное выключенное положение [2].