

УДК 62-83

## РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ СУТОЧНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Л. С. Родина, Н. В. Токочакова, В. И. Токочаков*

Разработаны универсальные структурные модели суточного электропотребления промышленных предприятий. Использование параметров структурных моделей предлагается устанавливать оптимальные временные интервалы для планирования потребности в электрической энергии (ЭЭ); уточнять электропотребление выходных и праздничных дней; давать оценку естественной регулировочной способности по электропотреблению и мощности и рассчитывать потребности в ЭЭ и мощности.

**П**ЕРЕХОД предприятий и организаций на полный хозяйственный расчет и самофинансирование коренным образом меняют систему взаимоотношений поставщиков и потребителей электрической энергии (ЭЭ). Введение новой системы государственного регулирования тарифов на ЭЭ призвано стать экономической базой управления электропотреблением. Особую актуальность при этом приобретают вопросы рационального использования и оценки потребности промышленной предприятий в ЭЭ. Существующий порядок расчета максимальной активной нагрузки и ЭЭ является неэффективным из-за низкой точности исходных данных и укрупнения временных интервалов планирования (год, квартал, месяц) [1]. Использование некоторой средней плановой величины суточного электропотребления для расчета получасового максимума нагрузки ( $P_{\max}$ ) приводит к получению некоторой средней величины, которая может совпадать с фактическим значением лишь ограниченное, малое число дней. Объясняется это тем, что фактические значения суточного электропотребления предприятий непостоянны во времени, максимальная вариация их значений для различных промышленных предприятий может достигать 20 %.

Однако, если провести классификацию суточного электропотребления на годовом интервале времени с целью объединения дней с близкими значениями электропотребления, то сформированные классы будут в целом характеризовать годовую структуру электропотребления. При этом будем полагать, что классификация считается удовлетворительной, если вариация значений  $A_{\text{сут}}$  самого многочисленного класса не превышает 3 — 5 %. Полученная таким образом структура отражает способность потребителя в дискретном (ступенчатом) естественном регулировании параметров электропотребления, отнесенных к определенным временным интервалам. Для учета сезонных особенностей электропотребления классификацию значений  $A_{\text{сут}}$  целесообразно производить для осенне-зимнего и весенне-летнего периодов. При классификации каждому значению  $A_{\text{сут}}$  ставится метка в соответствии с календарем. Каждый сформированный класс характеризуется средним

значением суточного электропотребления  $A_{Kt}$  дисперсий суточных значений и количеством суток, вошедших в него. Если сформированные классы ранжировать по значению  $A_{Kt}$  и по емкости классов (количество дней), то полученная ломаная будет соответствовать графическому изображению структурной модели (рис. 1).

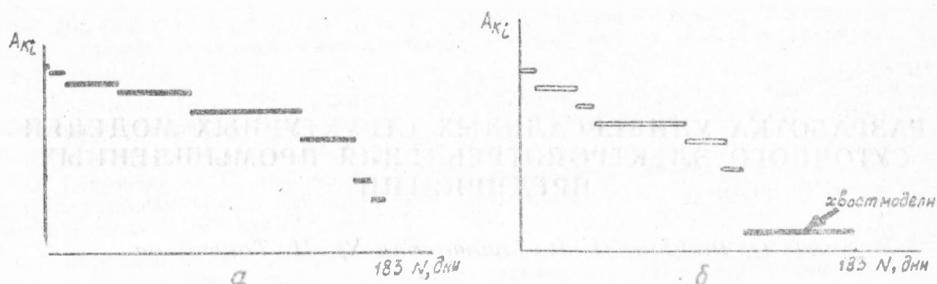


Рис. 1

По виду модели и ее параметрам для каждого промышленного потребления возможно: установить оптимальные временные интервалы для планирования параметров электропотребления; оценить способности потребителей по изменению своих параметров как по величине, так и по времени; уточнить электропотребление промышленных потребителей в выходные и праздничные дни; рассчитать значения  $P_{\max}$  и ЭЭ с использованием прогнозных параметров структурной модели.

Проведенные исследования ряда промышленных предприятий показали, что все многообразие структур  $A_{\text{сут}}$  может быть представлено двумя видами (рис. 1), определенными режимом работы предприятий: структурная модель предприятия с непрерывным и однодвухсменным режимами работы. Основное отличие кривых — наличие так называемого «хвоста», объединяющего классы выходных и праздничных дней предприятия. Количество дней, входящих в «хвост», составляет примерно 1/3 числа дней расчетного периода. «Хвост» модели может иметь расщепление на два или три класса. Два класса «хвостовой» части модели характерны для предприятий, у которых электропотребление воскресного дня ближе к электропотреблению праздничных дней и отличается от субботнего. «Хвост» может быть представлен тремя отдельными классами: субботних, воскресных и праздничных дней. Классы, не вошедшие в «хвост» модели, относятся к ее рабочей части, поскольку объединяют рабочие дни предприятия.

Класс с максимальным числом рабочих дней применяется в качестве базисного. Тогда рабочая часть модели структуры может быть представлена тремя модификациями, определяемыми расположением базисного класса относительно дополнительных классов (ступеней) (рис. 2).

По количеству классов в структуре и их качественному составу определяются оптимальные временные интервалы для планирования параметров электропотребления. Разработанная авторами программа классификации KLAS ориентирована на персональный компьютер типа IBM и производит анализ состава классов в соответствии с календарем. В результате машинного анализа каждый календарный месяц представляется характерными классами, определенное количество которых позволяет судить об устойчивых временных интервалах планирования. Количество дней, вошедших в класс данного периода, определяет дли-

тельность интервалов [2]. Предварительная оценка регулировочной способности предприятия по электропотреблению (мощности) дается по виду рабочей части модели.

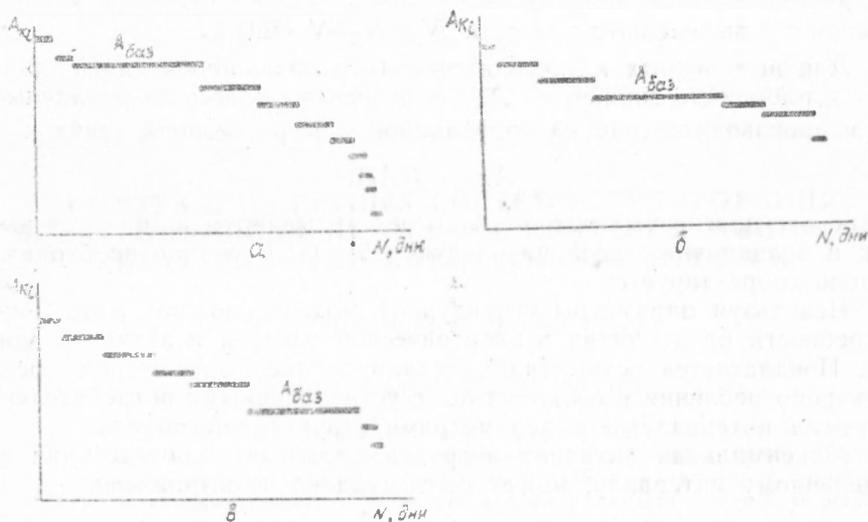


Рис. 2

Для модификации с предельно верхним расположением базисной ступени (рис. 2, а) возможно регулирование в сторону снижения электропотребления. Причем время интервала регулирования определяется количеством дней, вошедших в нижние ступени по отношению к базисной. Численное значение снижения электропотребления равно

$$\Delta A = A_6 - A_{K_i}.$$

Анализ показал, что классы с меньшими значениями  $A_{K_i}$  относятся либо к началу месяца, либо объединяют понедельники и пятницы.

Для вида модели со средним расположением базисной ступени (рис. 2, б) регулирование электропотребления (мощности) ПП допускается как в сторону увеличения, так и уменьшения. Временной интервал регулирования по каждой ступени определяется числом вошедших в нее суток. Классы с более высокими значениями  $A_{K_i}$  относительно базисной ступени характерны для последней декады месяца, а с более низкими значениями  $A_{K_i}$  — для первой. Базисный же класс ближе к электропотреблению середины месяца. Для предприятий, имеющих такую структуру электропотребления, целесообразно осуществлять планирование параметров режима для трех декад месяца.

Вариант рабочей части модели с нижним расположением базисной ступени (рис. 2, в) характерен для потребителей, работающих в режиме длительных ограничений, либо неотлаженного, неритмичного производства.

С использованием структурной модели решается задача оценки электропотребления выходных и праздничных дней. Для этих целей выделяются классы с наименьшими значениями электропотребления и производится качественная оценка состава каждого класса:

подсчитывается общее количество дней в классе  $N$ ;

дается оценка числа дней, соответствующих заданному признаку в классе  $K_i, N_K$ ;

рассчитывается отношение  $N_K/N \cdot 100\%$  (в случае, если  $N_K/N \cdot 100 < 50\%$  класс не рассматривается).

в соответствии с календарем определяется количество дней признака, вошедших в расчетный период  $N_p$ ;

рассчитывается процент числа дней, соответствующих заданному признаку в выделенном классе к  $N_p$ :  $N_k/N_p \cdot 100\%$ .

Для выделенных классов выходных и праздничных дней проверяется устойчивость снижения  $A_{k_i}$  к базисному классу за различные годы и производится оценка корреляционно-регрессионной связи:

$$A_{k_i} = f(A_0).$$

На основе прогнозных оценок  $A_{k_i}$  рассчитываются и значения выходных и праздничных дней на следующий год. В случае необходимости модель корректируется.

Используя параметры структурной модели, можно дать оценку потребности предприятия в электрической энергии и активной мощности. Предлагается осуществлять планирование параметров режима электропотребления в соответствии с установленными потребителю временными интервалами и параметрами структурной модели.

Максимальная активная нагрузка предприятия, отнесенная к определенному интервалу, может быть найдена из выражения

$$P_{\max(y, b)} = \frac{A_{k_i}}{24K_{3(y, b)}},$$

где  $A_{k_i}$  — прогнозное значение суточного электропотребления класса, характерного для планируемого периода работы, кВт·ч;  $K_{3(y, b)}$  — коэффициенты заполнения графиков «характерных» суток за исследуемый период работы.

Источником получения экономического эффекта от предлагаемой методики является снижение оплаты за недоиспользованную заявленную мощность, а также эффект от предотвращения штрафных санкций за перебор активной нагрузки.

Проведенные исследования показали, что для большинства промышленных предприятий плановые значения  $A_{сут}$  попадают в верхние (дополнительные) классы, временная продолжительность которых составляет 5—10 % от рабочего времени расчетного периода. Весь же остальной период такое предприятие работает с резервом:

$$\Delta P_{\max(y, b)} = \frac{\Delta A}{24K_{3(y, b)}} = \frac{A_{пл} - A_{k_i}}{24K_{3(y, b)}}.$$

Возможна ситуация у потребителя, когда плановое значение  $A_{сут}$  попадает в нижний по отношению к базисному класс. В этом случае необходим пересмотр плановых показателей, поскольку неизбежны штрафные санкции со стороны энергоснабжающей организации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Н. В., Афанасьев Ю. В. О повышении эффективности управления электропотреблением промышленных предприятий // Электрические нагрузки и электропотребление в новых условиях хозяйствования. Материалы семинара. М.: МДНТП, 1989. С. 99—102.
2. Родина Л. С., Токочакова Н. В., Токочаков В. И. Применение структурных моделей суточного электропотребления для перспективного определения расхода электрической энергии: Тез. докл. X науч. конф. «Моделирование электроэнергетических систем». Каунас, 1991.

Поступила в редакцию 12.09.1991 г.

После доработки 28.12.1991 г.