

## ВЕДЕНИЕ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ИЕРАРХИИ УПРАВЛЕНИЯ

*Розглядається загальний підхід до многокритеріального управління режимом електроспоживання розосереджених споживачів ієрархічної структури. Приведено структуру комплексу задач ведення режиму електроспоживання, здійснюваного автоматизованою системою управління від рівня ієрархії енергосистеми до конкретних споживачів енергії. Пропонується модель автоматизованого управління, що враховує сформовану ситуацію електроспоживання, керуючий вплив вищестоящего рівня, коректуючий вплив диспетчера й інтереси споживачів. Розглянуто деякі принципи ведення режиму на об'єктах.*

*Рассматривается общий подход к многокритериальному управлению режимом электропотребления рассредоточенных потребителей иерархической структуры. Приведена структура комплекса задач ведения режима электропотребления, осуществляемого автоматизированной системой управления от уровня иерархии энергосистемы до конкретных потребителей энергии. Предлагается модель автоматизированного управления, учитывающая сложившуюся ситуацию электропотребления, управляющие воздействия вышестоящего уровня, корректирующее воздействие диспетчера и интересы потребителей. Рассмотрены некоторые принципы ведения режима на объектах.*

С ростом трудностей маневрирования генерацией, основным методом поддержания баланса мощности и энергии в энергосистеме является ведение режима электропотребления (РЭП) или оперативное управление РЭП при дефиците мощности. Сложное энергохозяйство страны по структуре, критериям эффективности и решаемым задачам условно имеет три укрупненных уровня управления: энергосистема, регион, электропотребители. Решаемые задачи на этих уровнях составляют группы контроля, анализа и управления. Принципы и методы ведения РЭП в значительной степени определяются тем фактом, что более низкие уровни иерархии имеют критерии эффективности все более приближающиеся к интересам потребителей энергии и в тоже время более информированы о состоянии конкретных технологических процессов и ущербах от ограничений.

Основной функцией на уровне ЭЭС является непрерывное поддержание оптимальным образом (в смысле некоторых критериев  $\Phi$ ) соответствия всех режимов суммарного электропотребления (ЭП) всех потребителей плану генерации с учетом межсистемных перетоков и ее текущему значению при нормальном режиме функционирования, а также в условиях дефицита мощности и энергии. Таким образом глобальная задача заключается в принятии управляющих решений по ведению режимов электропотребления  $S$ , оптимизирующих некоторые критерии  $\Phi$  и удовлетворяющих заданным ограничениям  $Z$ . При этом необходимо достаточно полно обеспечить лицо принимающее решение (ЛПР) информацией о текущем состоянии системы при ограниченности времени на принятие решения, а для этого требуется строгое обоснование как типа, вида и количества используемой инфор-

мации, так и ее формы представления, степени детализации и гибкости вывода. В общем виде глобальная задача имеет вид:

$$\underset{S_i}{opt} \Phi_m(X_r, S_r) \text{ при } Z_n(X_r, S_r) \geq 0, m=1, \dots, M, n=1, \dots, N. \quad (1)$$

где  $M$  — число глобальных критериев,  $N$  — число глобальных ограничений,  $S_r$  — вектор глобальных управляющих решений,  $X_r$  — вектор неуправляемых ситуаций.

В результате решения глобальной задачи (1) определяются структура, параметры и ограничения для локальных задач на следующих уровнях иерархии (регион и т.д.). В общем виде локальная задача зависит от управляющего решения на вышестоящем уровне ( $S_r$ ):

$$\underset{S_x}{opt} \Phi_{ml}(X_l, S_l, S_r) \text{ при } Z_{nl}(X_l, S_l, S_r) \geq 0, ml=1, \dots, Ml, nl=1, \dots, Nl. \quad (2)$$

где  $Ml$  — число локальных критериев,  $Nl$  — число локальных ограничений,  $S_l$  — вектор локальных управляющих решений,  $X_l$  — вектор неуправляемых ситуаций.

В самом общем виде процесс принятия решения изображен на рисунке. При нормальных условиях осуществляется функция Контроль. При дефиците мощности, когда возникает необходимость ограничивать потребителей на основании планов оперативных ограничений и текущего состояния системы диспетчеру требуется проанализировать (функция Анализ) ситуацию и выбрать управляющие воздействия (функция Управление).

Задачи "Контроль" обеспечивают непрерывную проверку отработки на объектах управляющих воздействий, а также нормируемых параметров элек-

требления. Необходимо иметь следующую оперативную информацию: о загрузке оборудования, состоянии коммутационной аппаратуры, продолжительности работы, текущей производительности; о текущем электропотреблении, сравнительный анализ электропотребления как всего объекта контроля, так и его отдельных подразделений на различных временных интервалах, а также необходимо выявить тенденцию к уменьшению или увеличению электропотребления; об ожидаемой величине нагрузки (прогноз нагрузки), анализ базовой и управляемой нагрузок, а также анализ эффективности управляющей системы.

Функция Анализ включает комплекс задач, призванных в условиях автоматического сбора и обработки информации об электропотреблении дать достаточную и оперативную информацию для управленческого персонала энергетической службы (энергосистемы, региона, предприятия — в дальнейшем энергодиспетчера) о динамике электропотребления. Результат анализа является информационной базой для решения задачи оперативного управления электропотреблением.

При значительных количествах потребителей задача анализа усложняется и поэтому здесь применим только обобщенный сравнительный анализ, имеющий ясный физический смысл, обладающий наглядностью и использующий простейшие алгоритмы. Этим требованиям удовлетворяет предварительно обработанная и упорядоченная информация о среднестатистических и текущих показателях, характеризующих различные стороны функционирования предприятий и имеющая относительную размерность. В первую очередь достаточно проанализировать следующие три характеристики каждого ограничиваемого объекта (характеристики это взвешенная сумма соответствующих параметров, определяемых накапливающим итогом с начала отчетного периода):

1. Степень предыдущего задействования  $i$ -го потребителя в контуре управления  $C_{i*}^1$  характеризует "тяжесть" его участия в этих ограничениях и может служить при выборе кандидатов на предстоящее ограничение. Параметры:

а) абсолютная частота участия  $i$ -го предприятия в ограничениях:  $\eta_i = n_i^1 / T$ , где  $n_i^1$  — число участий в ограничениях (в днях);  $T$  — длительность отчетного периода (в днях); б) относительная глубина ограничения  $i$ -го

объекта:  $\delta P_i = \sum_{j=1}^l \Delta P_{ij} / TP_{z_i}$ , где  $\Delta P_{ij}$  — фактическое ограничение в  $j$ -е сутки;  $P_{z_i}$  — заявленный максимум мощности; в) относительное участие  $i$ -го объекта в

плане ограничений:  $\delta P_i^n = \sum_{j=1}^l \Delta P_{ij} / \sum_k \Delta P_{ik}^n n_{ik}^n T$ , где  $P_{ik}^n$ ,  $n_{ik}^n$  — плановые значения соответственно величины и частоты срабатывания  $k$ -й очереди ограничения для  $i$ -го объекта; г) относительный понесенный ущерб  $i$ -го объекта от проведенных ограничений

$\delta Y_i = \sum_{j=1}^l Y_i(\Delta P_{ij}) / СП_i T$ , где  $Y_i(\Delta P_{ij})$  — ущерб  $i$ -го предприятия от его ограничения в  $j$ -е сутки на величину  $\Delta P_{ij}$ ,  $СП_i$  — суточный выпуск продукции.

2. Степень текущего воздействия ЭЭС на режим электропотребления,  $i$ -го объекта ( $C_i^1$ ) используется диспетчером при необходимости изменения режима суммарного электропотребления значительной глубины, когда регулирующих возможностей незадействованных предприятий недостаточно для ее отработки.

а) относительная глубина текущего ограничения:  $\delta P_i^1 = \Delta P_i^1 / P_{z_i}$ , где  $\Delta P_i^1$  — ограничение  $i$ -го потребителя в текущий момент времени; б) напряженность осуществления технологического процесса:  $\delta P_i^2 = \Delta P_i^1 / (P_{z_i} - P_{ТБ_i})$ , где  $P_{ТБ_i}$  — величина мощности технологической брони  $i$ -го предприятия; в) текущий удельный ущерб предприятия  $\alpha = f_i(\Delta P_i^1)$ , где  $f_i$  — некоторая функциональная зависимость.

3. Степень отработки объектами заданий на изменение РЭП ( $C_{i*}^0$ ) характеризует степень совершенства регулирования мощности  $i$ -го объекта и может быть использована диспетчером при необходимости проведения дополнительных ограничений в случае значительных колебаний базовой нагрузки ЭЭС.

а) показатель использования лимитов мощности:  $K_{ис1} = \sigma(\{P_{ф_i} / P_{л_i}\})$ , где  $\sigma$  — среднеквадратичное отклонение; б) показатель адаптации предприятия к изменившимся условиям электроснабжения  $K_{а1} = \sigma(\{K_{ис1}^* / K_{ис1}\})$ , где  $\{K_{ис1}^*\}$  — показатели использования лимитов мощности в первый день проведения соответствующего ограничения.

В процессе отработки заданий на изменение РЭП формируются упорядоченные кандидаты на предстоящее ограничение. Критерий упорядочивания либо жестко задан, либо формируется диспетчером заданием соответствующих весовых коэффициентов взвешенной суммы. В этом случае процесс достаточно просто автоматизируется.

Задачи Управление — это комплекс задач по определению объектов — кандидатов на оперативное ограничение, расчету параметров управляющих воздействий по каждому кандидату и доведение их соответствующим службам. В зависимости от сложившейся ситуации (нормальный режим, условия заранее известного дефицита мощности и энергии, аварийная ситуация и так далее) применимо либо "ручное" управление, либо автоматизированное, либо автоматическое. При последнем роль диспетчера сводится к предварительному установлению автоматически управляемых потребителей-регуляторов, выбору метода регулирования и обеспечению обратной связи по неколичественным качественным параметрам и регулируемым технологическим установкам предприятий, на основании анализа которых принимается решение об

изменении состава потребителей-регуляторов.

В условиях неопределенности поведения базовой нагрузки оптимальной стратегией при формировании упорядоченного списка кандидатов является реализация критерия равного относительного участия предприятий в планах (графиках) ограничений:

$$\min \{ \Delta P_i \}. \quad (3)$$

При расчете глубины ограничения конкретных потребителей необходимо обеспечить и "равное участие" запланированных уровней (очереди) ограничений уже в рамках  $i$ -го потребителя-регулятора, то есть:

$$\min \{ K_{\gamma_i} \} \rightarrow \Delta P_i \quad (4)$$

где  $\Delta P_i$  — ограничение  $i$ -го потребителя,  $K_{\gamma_i}$  — участие  $i$ -го уровня (очереди) в ранее проведенных ограничениях.

Использование такого подхода позволяет отрабатывать любые плановые показатели оперативных ограничений вне зависимости от установленного порядка планирования, что обеспечивает минимальное изменение программного и функционального обеспечения диспетчерского центра управления (ДЦУ ЭП) при дальнейшем совершенствовании методов планирования.

На уровне региона целесообразно использовать некоторые модели, облегчающие процесс управления. Из всех факторов, формирующих РЭП региона, существует большое число таких, которые не поддаются формализации, кроме того существуют функции не поддающиеся автоматизации и требующих участия человека. Ограничение по времени, многокритериальность задачи, невозможность получения автоматически всей информации об объекте — все это приводит к концептуальным проблемам, которые невозможно решить с применением только формальных математических методов и компьютеров.

Для решения такого типа сложных задач эффективным оказывается принцип адаптации и самоорганизации. Можно предложить два вида моделей: 1) модели, построенные на базе полной информации об объекте; 2) модели, построенные на базе неполной информации. Методология построения моделей первого вида сводится к получению однозначной методики действий, приводящей к оптимальному решению поставленной задачи. Для моделей второго вида трудно установить жесткую программу оптимальных действий, поэтому они решаются путем привлечения к данной практической задаче человеческого интеллекта. Методология построения моделей в этом случае сводится к обеспечению квазиоптимальной стратегии принятия решения, которые устанавливаются сравнительные достоинства и недостатки каждой из этих стратегий в различных условиях ее применения и позволяют анализировать возможные результаты

применения каждой их них.

Для описания этого подхода обозначим текущую ситуацию:

$$X = f(z, P_o, W_o, w, \{E_N\}, Y_n), \quad (5)$$

где  $z$  — текущий график нагрузки;  $P_o, W_o$  — значения оперативных ограничений;  $w$  — функция состояния управляемого электроприемника (ПР), причем:

$$w = \begin{cases} 1, & \text{если ПР включен и работает без ограничения;} \\ 0, & \text{если ПР отключен;} \\ 1, & \text{если ПР ограничен по мощности на } \alpha P_n; \end{cases}$$

$\alpha$  — степень ограничения ( $0 \leq \alpha \leq 1$ );  $P_n$  — номинальная мощность  $n$ -го объекта (предприятия);  $\{E_N\}$  — характеристика пространства;  $E_n = \psi_1 [P_n(t), h_n(t)]$ ;  $h_n(t)$  — текущий приоритет  $n$ -го потребителя, работающего с текущей мощностью  $P_n(t)$ ;  $Y_n$  — ожидаемый ущерб от ограничения  $n$ -го потребителя с текущей производительностью  $\Pi_n(t)$  на время  $\tau_n$ ,  $Y_n = \psi_2 [\Pi_n(t), \tau_n]$ ;  $\tau_n = f(\tau_n^0, \theta)$ ;  $\tau_n^0$  — минимальное время, на которое целесообразно ограничить  $n$ -й ПР;  $\theta$  — лаг функционирования модели управления, состоящий из времени выработки прогноза, времени принятия управляющего решения и времени использования решения.

Выражение (5) — это описание среды моделирования данного метода управления, причем отсутствие какого-либо параметра не влияет на сам факт выработки управляющего воздействия (кроме  $z, P_o, W_o$ , так как в этом случае теряется смысл управления), а обуславливает его точность. В зависимости от  $P_o, W_o, q$  и  $Wt$  возникают различные условия формирования графика отработки нагрузки (ГОН), обозначим их через  $\{V_b\}$ . Критерий управления может изменяться в зависимости как от условий производства, так и от наличия данных, определяющих среду моделирования. Так, например, критериями управления  $\{F_i\}$  могут быть

$$Y \rightarrow \min; \Phi 2: P_o(t) - P_T(t) \rightarrow \min, \\ P_o(t) \geq P_T(t); \Phi 3: W_o(T) - W_T(T) \rightarrow \min, \\ W_o(T) \geq W_T(T); \Phi 4: \Phi 2 \wedge \Phi 3.$$

Кроме того, диспетчер может вводить свои корректировки в процесс управления: предсказывать технологическую нагрузку  $C(t)$  [1], задавать приоритет участия в управлении ПР, определять допустимость участия ПР в управлении нагрузкой на предстоящем шаге управления, задавать режим отработки ограничений и другие критерии, которые выполняют функции критериев управления (внешнего дополнения основного критерия). Обозначим эти критерии через  $\{K_N\}$ . Тогда управляющее решение в общем виде можно представить как (где  $R_N$  — решающее правило):

$$S_N = R_N (X, V_b, \Phi_L, K_N). \quad (6)$$

Для эффективного использования априорной оценки ЛПР должен быть введен этап самообучения, под которым подразумевается не просто период времени, необходимый для получения человеком навыков работы с информационно-управля-

ющей системой, а период времени, в течении которого кроме специальных операторских навыков ЭПР сам анализирует свои решения, а модель оценивает степень его компетентности и автоматически определяет тот уровень, при котором можно учитывать мнение специалиста для выработки прогноза или критериев управления.

Под компетентностью ЛПР (область компетентности) понимается совокупность ситуаций  $X$ , для которых мнение данного специалиста имеет минимум вероятности ошибки предсказания ( $P(C)$ ). Для оценки компетентности удобно использовать Байесовский подход, который обеспечивает оптимальное (в смысле минимума вероятности ошибки) разбиение пространства признаков на области компетентности. Это во многом зависит от качества обучения и представительности обучающей последовательности. Поэтому по мере решения задачи с учетом мнения ЛПР качество обучения как самого ЛПР, так и модели оценки его компетентности будет возрастать. При этом не требуется хранить в памяти ЭВМ обучающую последовательность, достаточно лишь запомнить матрицу условных вероятностей  $P(V_i)$ , где  $V_i$  — область компетентности.

Квазиоптимальный подход к выработке совета по управлению заключается в выполнении следующих процедур. С использованием модели управления нагрузкой формируем функции распределения вероятности ошибки управления для конкретных решающих правил  $R_n: F_n^* = f(P(\delta_n)) = f(P(\delta_n(R_n)))$ . Находим центр тяжести  $M\{F_n^*\}$  и устанавливаем доверительный интервал  $D = \varphi(F_n^*)$ , по которому находим область оптимальных (квазиоптимальных) решающих правил, то есть функция  $\varphi$  соответствует принципу компромисса в достижении текущей локальной цели управления.

Задача оперативного управления нагрузкой предприятия относится к многокритериальным задачам принятия решений в условиях неопределенности ситуации: для конкретной ситуации  $X(t)$  в области возможных решений  $\{S_n\}$  существует такое оптимальное  $S^*(t)$ , для которого вероятность ошибки в обработке текущего критерия управления минимальна. Тогда оптимальное решение  $S^*(t)$  должно удовлетворять следующему соотношению:

$$S^*(t) = \text{opt} \{ S_n(\Phi_L, K_n), \lambda \}, \quad \Phi_L = \{ \Phi_L \}, K_n \in \{ K_N \}, \quad (7)$$

где  $\lambda$  — вектор важности регуляризации  $\lambda = (\lambda_n); n = 1, N; \lambda_n = (M(F_n^*) - M\{F_n^*\})/\sigma\{F_n^*\}$

Оператор  $\text{opt}$  определяет принцип оптимальности, который представляет собой математическую модель  $F$ , выбирающую оптимальную стратегию управления  $n$  для конкретного значения  $X(t)$  с учетом диспетчерского корректирующего воздействия  $H^*(t)$ . Тогда (6) примет вид: (8)

$$S_n^*(t) = R_n[X(t), V_b, \Phi_L, K_n, H^*(t), \lambda_n(t)]$$

Алгоритм принятия коллективного решения  $F$  предусматривает выработку оценки компетентности как самого энергодиспетчера, так и решающих правил  $\{M\}$ .

Учет интересов потребителей может быть осуществлен тем полнее, чем ниже уровень иерархии управления. Существующие методы регулирования РЭП не учитывают полностью текущую ситуацию на объекте управления по причине сложности ее формализации и передачи в центр управления. Однако обслуживающий персонал знает эмпирически ("чувствует") качественные показатели этой ситуации. Критерий равного участия хотя и приводит к выполнению плана ограничений, однако он не учитывает также текущей ситуации. При организации учета информации, характеризующей текущую ситуацию, представляется возможным дать на каждом уровне определенную степень свободы в выборе начала, величины и количества ограничений, что позволяет оптимизировать весь процесс ведения РЭП на объектах.

Предлагаемый подход базируется на исключении из стратегии оперативного ведения РЭП неявного ограничения по относительно равному участию потребителей в проводимых режимных мероприятиях. При этом функция цели стратегии ведения РЭП становится двойственной: с одной стороны необходимо обработать относительно равное участие в плане ограничений за весь отчетный период, с другой необходимо стремиться к максимальному соответствию оперативно принятого решения сложившейся ситуации на промышленных предприятиях (ПП) в темпе прохождения периода.

Для задания общей динамики ситуации на  $i$ -ом объекте в момент времени  $t$  вводится функция напряженности производственного процесса (для коммунально-бытовых потребителей — процессов жизнеобеспечения)  $Q_i(t)$ , оцениваемая персоналом объекта до конца планируемого периода (в недельном либо декадном разрезе). С целью уточнения для текущего момента времени значения функции потребитель по мере необходимости выставляет набор заявочных коэффициентов  $K = \{k_{ij}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , где  $m$  — число заявочных коэффициентов, соответствующих числу очередей уровней ограничений,  $n$  — число оперативно ограничиваемых объектов зоны энергетического объединения (ЭО). Заявочные коэффициенты характеризуют готовность участия каждого объекта в собственном плане ограничений по каждой очереди. Полученную таким образом двоичную матрицу заявочных коэффициентов  $K$  используем при классификации предприятий по группам.

Тогда функция цели стратегии ведения РЭП, ограничиваемых объектов, формально запишется следующим образом:  $Q^* = \sum k_{ij} \rightarrow \max;$

$$W^* = \sum \{ W_{ij}(P_{ij}(t)) - W^*_{ij}(P_{ij}(t)) \} \rightarrow \min. \quad (9)$$

и при этом должно выполняться (в каждый момент времени  $t$ ) неравенство:

$$\sum \sum k_{ij} P_{ij}(t) \geq P(t), \text{ то есть } Q^*(t) \geq E, \quad (10)$$

где  $Q^*$  — максимизируемая величина суммы заявочных коэффициентов  $k_{ij}$  на всем плановом периоде  $T_n$ ;  $W^*$  — минимизируемая величина суммы расхождений плановой  $W_{ij}$  и фактической  $W^*_{ij}$  величин энергии ограничения  $i$ -го ПП по  $j$ -й очереди в момент времени  $t < T_n$ ;  $P(t)$  — общий дефицит мощности в ЭЭС в момент времени  $t$ ;  $E$  — некоторое положительное число. При этом:  $P_{ij}(t)$  однозначно соответствует  $k_{ij}(t)$ .

В результате анализа множества значений:  $\Omega = \{P_{ij}(t), K, Q_i(t), W_{ij}\}$  в прошлых периодах (с помощью методов распознавания образов) проводится ранжировка объектов в порядке убывания гарантоспособности выполнения всех показателей плана оперативных ограничений до конца планируемого периода, начиная от текущего момента.

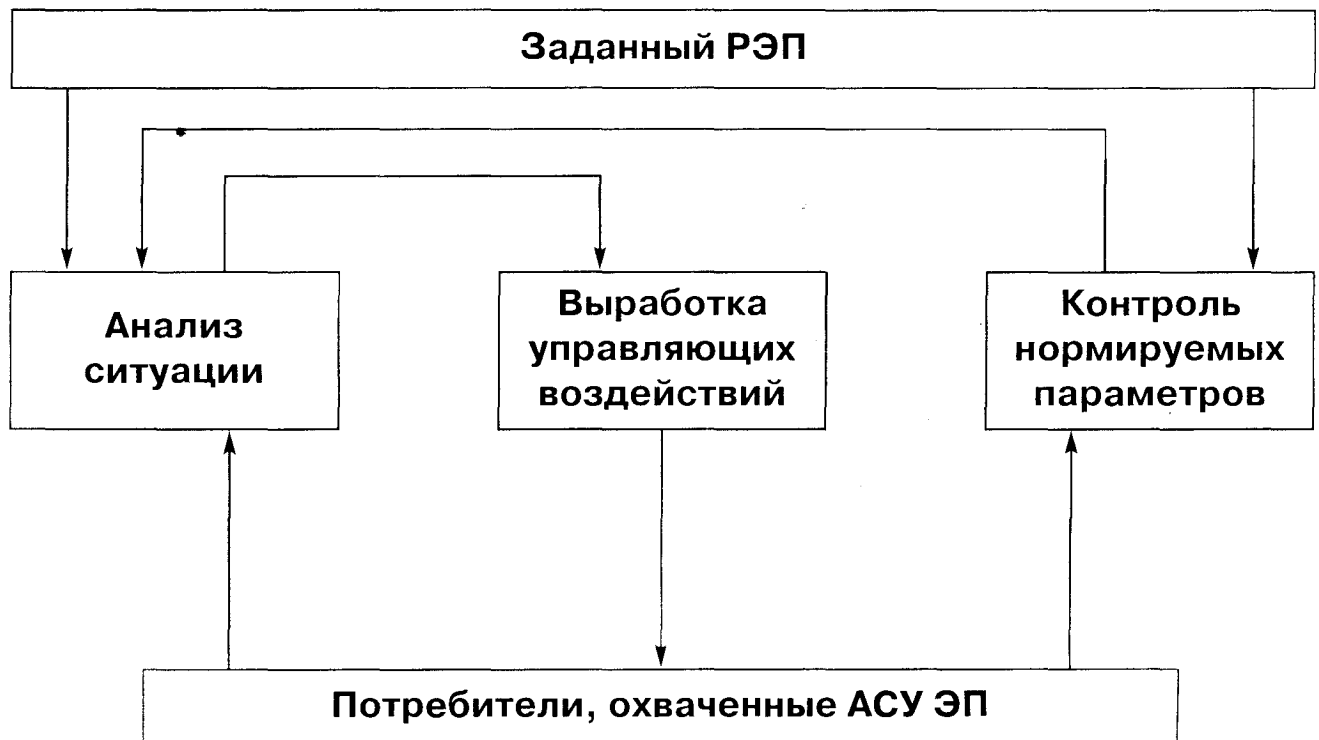
Процедуры ранжировки в общем виде заключаются в отображении объекта на сегмент  $[0, 1]$  посредством расчета коэффициентов гарантоспособности  $\gamma_i$ , а именно:  $S: \Omega \rightarrow \Gamma$  где  $S$  — оператор ранжировки,  $\Gamma = \{\gamma_i\}, i=1, 2, \dots, v$  — множество коэффициентов гарантоспособности,  $v$  — число элементов множества  $\Gamma$ .

В зависимости от распределения  $\gamma_i$  все объекты делим на три группы. К первой группе относятся те, для которых минимально удовлетворяются их заявочные коэффициенты ( $\gamma_i \ll \gamma_{cp}$ )  $K^*_i = \max(\sum k_{ij})$ ,

где  $K^*_i$  — суммарный заявочный коэффициент, принятый к исполнению по  $i$ -му объекту для периода  $T$ ; ко второй относятся те, для которых максимальное удовлетворение их заявочных коэффициентов ограничивается планом; к третьей группе относятся объекты, для которых выполняется критерий безусловного выполнения всех нормативных показателей плана ограничений до конца периода  $T$ .

Ведение режима на объектах характеризуется большим числом различных процедур (методов) и алгоритмов обработки параметров электропотребления. В каждой отрасли народного хозяйства существуют свои регламентирующие материалы по ведению режима. Однако процесс производственной деятельности объектов управления, его параметры и условия непрерывно изменяются, а, следовательно, изменяется и тот метод, который для данных условий является наилучшим. В этой связи возникает проблема оперативного поиска требуемого оптимального метода с помощью специально разработанной процедуры, что обеспечит адаптивность всей системы управления электропотреблением к внешней и внутренней среде ее функционирования.

Качественная оценка того или иного метода при "ручном" ведении режима электропотребления осуществляется персоналом на основе опыта и интуиции. В условиях реализации функции автоматизированного (автоматического) управления мощ-



ностью на средствах вычислительной техники задача выбора оптимального метода может быть успешно решена только на основе их численного сравнения. Поэтому на первое место выдвигаются вопросы формализации понятия "наилучший метод управления", численного представления исходных условий функционирования (входных параметров) и качества конечных результатов от применения метода, а также нахождения всех требуемых зависимостей выходных параметров от заданных условий.

Функционирование любой системы управления, в конечном итоге сводится к прямому или косвенному воздействию на объекты регулирования. Применительно к оперативному управлению электроэнерпотреблением таким объектом является регулируемая мощность (РМ) промышленных предприятий. Изменение режима электропотребления предприятия с помощью РМ может осуществляться следующими путями:

- перенос потребляемой мощности из лимитируемых в нелимитируемые зоны суток;
- уменьшение потребляемой мощности за счет изменения производительности;
- частичное отключение регулируемых ЭП.

В настоящее время перспективным направлением в области описания (формализации) режима электропотребления является концепция создания единой информационной базы данных этого режима на основе суточных графиков электрических нагрузок [2,3]. И основным математическим аппаратом для решения задач на этой основе представляется теория распознавания образов.

В публикации [4] приводится обоснование необходимости и достаточности полной информативности о режиме электропотребления, которую обеспечивают суточные графики нагрузки. На основе этой информации могут и должны решаться как оперативные, так и плановые задачи управле-

ния ЭП. Основными задачами при этом являются: отбор учитываемых факторов; сжатие информации, классификация графиков электрических нагрузок, прогноз нагрузки, адаптация управления.

Способы решения этих задач на этапе предварительной обработки информации предложены в работах [2,3]. Набирается статистика реального объекта и затем она обрабатывается с выдачей результата в виде: описания модели объекта, обоснование меры сжатия информации, выработкой классов (графиков-представителей или типовых графиков).

Для некоторых мелких и средних потребителей в больших количествах расположенных на значительных площадях целесообразно использовать децентрализованные автоматные модели управления [5], управляющие местным оборудованием в зависимости от состояния соответствующих технологических процессов или процессов жизнеобеспечения (коммунально-бытовые потребители), а также под влиянием управляющих или координирующих воздействий из вышестоящего уровня иерархии управления.

Реальные условия функционирования системы требуют динамического подхода к решению большинства задач и особенно таких, как оперативного нормирования, прогнозирования и управления РЭП. Поэтому возникает необходимость использования такого математического аппарата, который, с одной стороны, был бы адекватным задачам отбора, сжатия и классификации информации, а, с другой стороны, был бы удобным для практической реализации на различных уровнях систем управления, построенных на базе современных коммуникационно-вычислительных средств. Рассмотренная формализация задач в иерархических системах управления может служить отправной точкой в исследованиях конкретных методов и принципов ведения РЭП.

1. Дремин В.П., Загородний С.В. Управление режимом электропотребления промышленных предприятий. - Киев: Знание, 1983. - 16с.
2. Праховник А.В., и др. Разработка концепции использования информационно-измерительной техники для учета электроэнергии в условиях энергорынка // Матер. 2-й междунар. конфер. по управлению использованием энергии (Львов, 3-6 июля 1997 г.). — С.4-1 — 4-9.
3. Праховник А.В. Комплексное управление использованием электрической энергии. // Энергия будущего века. — 1999. — № 1. — С. 9-14.
4. Гордеев В.И. Регулирование максимума нагрузки промышленных электрических сетей. -М.: Энергоатомиздат, 1986. - 184с.
5. Абрамов В. А. Моделирование процесса управления электропотреблением группы рассредоточенных промышленных объектов / Генерирование, преобразование, потребление электроэнергии. — Киев: Институт проблем энергосбережения, 1989.