

РИСК УЩЕРБА ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Для вирішення задачі оптимізації перебудови технологічного процесу підприємства та керування ним в період обмеження електроспоживання як критерій може бути використано ризик збитку від обмеження електроспоживання. Ризик визначається як добуток розміру очікуваного збитку на імовірність виникнення ситуації, що призводить до цього збитку. Запропоновано методи оцінки питомого збитку підприємства від обмеження електроспоживання на тривалий період із попередженням та оцінки імовірності виникнення збитку.

Для решения задачи оптимизации перестройки технологического процесса предприятия и управления им в период ограничения электропотребления в качестве критерия может быть использован риск ущерба от ограничения. Риск определяется как произведение величины ожидаемого ущерба на вероятность возникновения ситуации, приводящей к этому ущербу. Предлагаются методы оценки удельного ущерба предприятия от ограничения электропотребления на длительный период с предупреждением и оценки вероятности возникновения ущерба.

Функционирование любого потребителя в первую очередь направлено на выполнение производственной программы при заданных технико-экономических показателях. При этом деятельность потребителя идет по пути оптимизации некоторого абстрактного глобального критерия, состоящего из множества вполне реальных критериев, в том числе и критерия оптимального электропотребления. Причем, в общем случае, оптимум глобального критерия не совпадает с оптимумом критерия по электропотреблению. В случае нехватки электроэнергии вес участия этого критерия в глобальном критерии возрастает, и по существу глобальная функция цели изменяется вследствие изменения ее структуры. Для расчета нового техпроцесса по производству заданной программы, в соответствии с измененным глобальным критерием, необходимо как время на его расчет и подготовку (реализацию), так и экономическое обоснование (на сколько это целесообразно).

При ограничениях мощности предприятий на длительный период с предупреждением имеется как время на подготовку так и экономическая целесообразность, поэтому на всем периоде ограничения потребитель функционирует по новому технологическому процессу. Изменение структуры технологического процесса производится вначале за счет незначительных по влиянию на выполнение производственной программы частных критериев (например, социально-бытового характера). По мере роста глубины ограничения электропотребления эти изменения начинают влиять последовательно со степенью важности на те частные критерии, которые прямо влияют и на выполнение производственной программы, и на конкретные технико-экономические показатели (например, критерий максимальной энерговооруженности ручного труда, критерий рационального участия рабочей силы в производственном процессе и так далее).

При решении задачи оптимизации перестройки производства и управления им в качестве критерия может быть использован риск ущерба от ограничения электропотребления предприятия. Такой риск можно определить как произведение величины ожидаемого (материального) ущерба на вероятность возникновения ситуации, приводящей к этому ущербу. В задачах оптимизации часто достаточно знать не абсолютную величину

ущерба, а некоторую относительную его оценку или функцию ущерба (функцию цели), форма которой с достаточной точностью соответствует истинному ущербу и которая позволяет упростить поиск оптимального решения задачи.

При незначительных ограничениях 1 рода (т.е. при указании предельной мощности потребления на весь экстремальный период с предупреждением потребителя не позднее чем за месяц до начала ограничения) потребители ущерба не несут (ухудшаются только непроизводственные показатели, доля которых в глобальном критерии незначительна). По мере роста величины ограничения, вследствие вовлечения в процесс оптимизации все более важных характеристик потребителя растет и значение удельного ущерба для i -го потребителя. Рассчитывать траекторию изменения удельного ущерба α_i для конкретного потребителя невозможно при ограничениях 1 рода, а поэтому целесообразно принять прямопропорциональную зависимость удельного ущерба предприятия α_i от величины ограничения ΔW_i (рис. 1, прямые 4,4',4''). На рис. 1: 1-3 - возможные траектории, линейные приближения кривой 1 для точек М, М', М''.

Для построения прямой 4 необходимо оценить значения координат точки М, которые можно получить двумя путями, в зависимости от применяемой в конкретном случае методики.

Первый путь. В случае применения методик, базирующихся на калькулировании реальных потерь для расчета координат точки М приходится сталкиваться с определением фактического ущерба, вызванного частичным отключением мощности, что связано с переработкой значительного объема фактической информации, характеризующей ущерб. Поскольку качество информации в сильной степени зависит от методов ее сбора, фиксации и первичной обработки конкретными специалистами, то в этом случае присутствует значительная субъективная ошибка. Кроме того, данная группа методик предполагает определение ущерба лишь от оперативных ограничений, поэтому здесь рассчитывается ущерб от усечения "старого" технологического процесса, а не от замены существующего на новый оптимальный. С другой стороны, применение этих методик хотя и позволяет более точно определить α , однако они неод-

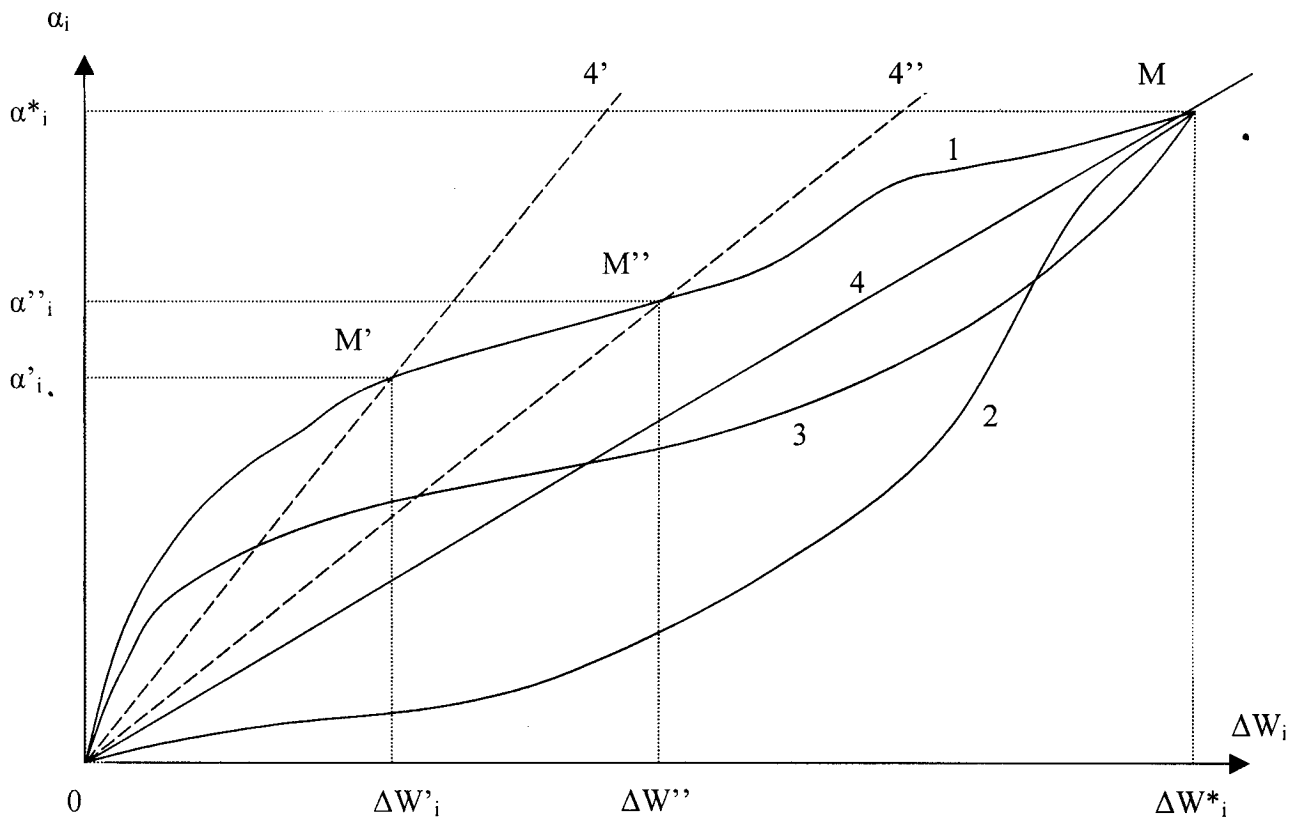


Рис. 1

нозначно определяют прямую 4 (например, прямые 4' и 4''), наклон которых к оси абсцисс зависит от уровня конкретного ΔM_i . Определение такого уровня для каждого потребителя с целью получения характеристик одного класса точности является также сложной задачей.

Второй путь, при котором получение координат точки М прямой 4 (рис. 1) на основании условия полного отключения предприятия на период $t_{ог}$ является для ЭЭС гораздо более предпочтительным по следующим соображениям:

а) так как информацией об оценке ущерба i -го потребителя является совокупность целого ряда экономических показателей отчетного характера, то обеспечивается почти полное исключение субъективной ошибки в исходной информации. Кроме того, существуют все условия для ее быстрой и качественной передачи на уровень ЭЭС;

б) так как состояние полностью выключенного потребителя соответствует предельному усеченному техпроцессу при оперативном ограничении и предельному оптимальному техпроцессу при длительном ограничении, то методы расчета, разработанные для случая оперативных ограничений, с успехом переносятся и для оценки координат точки М при рассматриваемых ограничениях;

в) повышение точности методик, базирующихся на реальных данных, справедливо (даже если ущерб вычислен абсолютно точно) только в окрестности (ОБ₁) точки $\Delta P\phi_i$ (рис. 2). На рис.2 представлена погрешность линейных аппроксимаций реальной зависимости удельного ущерба предприятия. (1- реальная зависимость, 2,3 - линейная аппроксимация по фактическому

ущербу и из условия полного отключения предприятия).

Действительно, ошибка в окрестности ОБ₁ $\Delta\alpha'_2 < \Delta\alpha'_1$, но если применяются ограничения вдали от точки расчетного $\Delta P\phi_i$ например, в области ОБ₂ (ограничение $\Delta P'\phi_i$), то ошибка $\Delta\alpha''_2 > \Delta\alpha'_1$.

Таким образом, в качестве зависимости удельного ущерба α_i от величины длительного ограничения необходимо выбрать линейный закон:

$$\alpha_i(\Delta P) = \alpha_{oi} \Delta P_i T_n \quad (1)$$

где α_{oi} - параметр прямой, который определяется следующим выражением:

$$\alpha_{oi} = a^* / (P_{ni} T_n) = Y_i^* / (P_{ni} T_n)^2 \quad (2)$$

где Y_i^* - полный ущерб i -го потребителя при отключении его на период прохождения максимума ЭЭС (T_n) и рассчитанный на уровне энергосистемы по представленным каждому потребителем своих технико-экономических показателям в соответствии с какой-либо аналитической моделью, например [1].

Однако полный ущерб предприятие может нести при величине ограничения мощности менее текущей полной нагрузки ($\Delta P_i < P_{ni}$) на величину необходимых производственных энергозатрат, численной оценкой которых может служить величина аварийного резерва мощности предприятия (аварийная броня - $Pa_{av,i}$).

Оценкой $P_{нi}$ служит предельная величина потребления $P_{зi}$, тогда:

$$\alpha_i(P_{ni}) = [Y_i (P_{zi} - P_{ni})] / [T_n (P_{zi} - P_{авi})^2]. \quad (3)$$

Для более точной оценки ущерба необходим детальный анализ и обследование конкретных технологических схем предприятий и построение математических моделей энергопотребления их технологических процессов.

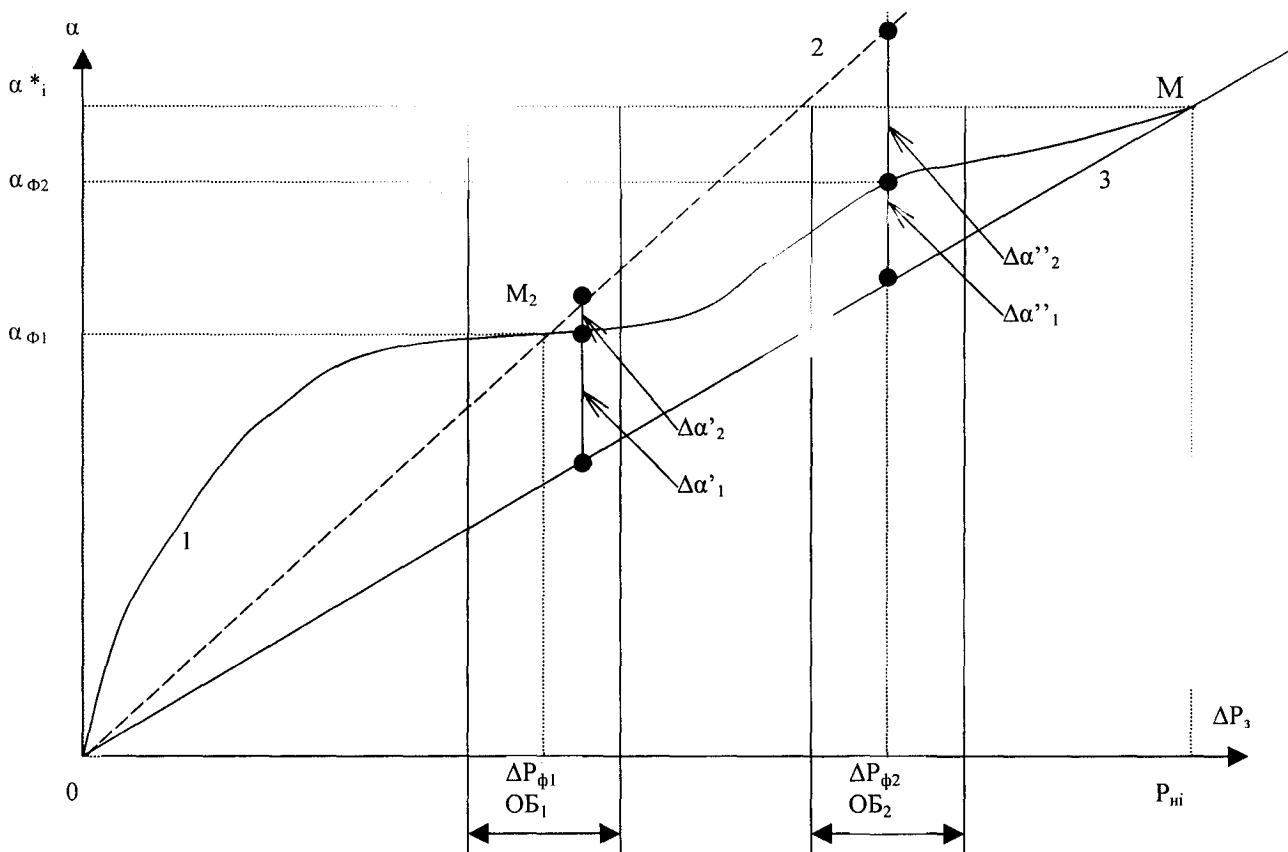


Рис. 2

Качество конечных результатов по определению резервов смещения нагрузки и характеристик ущерба предприятий в значительной степени зависит от качества исходной информации, получение которой возможно только на основании обследования предприятия. В зависимости от требуемой степени детализации в энергетике используются различные методы проведения обследования - от простого анкетирования, характеризующегося минимальными затратами на его осуществление, до детального обследования, требующего значительных затрат и времени [2]. Поэтому вопросу обоснования надлежащего способа обследования групп потребителей с целью минимизации суммарных издержек на весь цикл работ при требуемом качестве конечных результатов следует уделять больше внимания.

Для нормально функционирующей экономики основную часть ограничиваемых промышленных потребителей зоны ЭЭС должны составлять предприятия, к которым не применяются оперативные ограничения. Их обследование необходимо осуществлять простым анкетированием, характеризующимся минимальными относительными затратами на сбор и обработку информации при ее наиболее общем виде, не позволяющем качественное определение основных энерго-экономических характеристик при оперативных ограничениях.

Целью обследования является сбор первичной информации, на основании которой производится предварительный анализ последствий от ранее проводимых регулирующих воздействий и сравнительная оценка удельных ущербов при ограничении предприятий на весь отчетный период.

Обследование может быть осуществлено путем рас-

сылки специальной анкеты, ее заполнения персоналом предприятия с последующей проверкой качества заполнения и компьютерной обработкой. Основными требованиями к исходным данным являются: отчетный либо нормативный их характер; исходные данные должны отражать общие экономические, энергетические и производственные характеристики предприятия.

Более сложный случай представляют оперативные ограничения, которые доводятся до потребителей не позднее, чем за сутки и действуют в часы максимума ЭЭС одного рабочего дня. При этом предприятие не проводит дополнительных организационных мер, связанных с перемещением рабочей силы, так как это является нецелесообразно ввиду небольшой продолжительности ограничения. Но, с другой стороны, имеется достаточно времени для расчета и применения технологических мероприятий, направленных на предотвращение массового брака, поломки инструмента и разладки технологического процесса непрерывных производств, а также для формирования требуемого количества технологических заделов. В этом случае анализ ущерба значительно усложняется и он может быть оценен только приблизительными методами.

Использовать оценку вероятности возникновения ситуации, приводящей к ущербу для производств с технологическими заделами предлагается в [3]. Как правило, материальные потоки между отдельными технологическими звеньями проходят через различные накопители или технологические заделы, склады полуфабрикатов и готовой продукции и т.д. Регулируя величину заделов и время их создания, предприятие имеет возможность смещать часть своего энергопотребления из

часов максимума [4]. При этом как величина задела так и время его создания должны быть оптимально спланированы с точки зрения материальных затрат на складские помещения. Опорожнение одного из заделов нарушает непрерывность технологического процесса и создает ситуацию, когда возникает материальный ущерб. Так как производственный процесс подвержен воздействию целого ряда случайных факторов, то имеется некоторая неопределенность состояния заделов, характеризующаяся вероятностью P_n , что имеющийся запас продукции в них не обеспечит непрерывность технологического процесса в течении времени принудительного отключения данного участка.

Оценить характер изменения величины P_n позволяют зависимости, изображенные на рис.3, полученные чис-

ленным расчетом при некоторых допущениях о структуре технологического процесса с использованием методов теории запасов [5]. Представлены зависимости от коэффициента запаса производительности технологического оборудования ($R = (St - Sc) / Sc$) и относительного объема накопителя ($S = Sm / Sc$), где St - интенсивность производства продукции на данном оборудовании в период ограничения электропотребления, Sc - суммарная интенсивность спроса на данную продукцию, Sm - объем накопителя. Более точное построение этих зависимостей для конкретных производств позволит установить целесообразность выбора тех или иных параметров технологического процесса и оценить соответствующие риски от ограничений электропотребления.

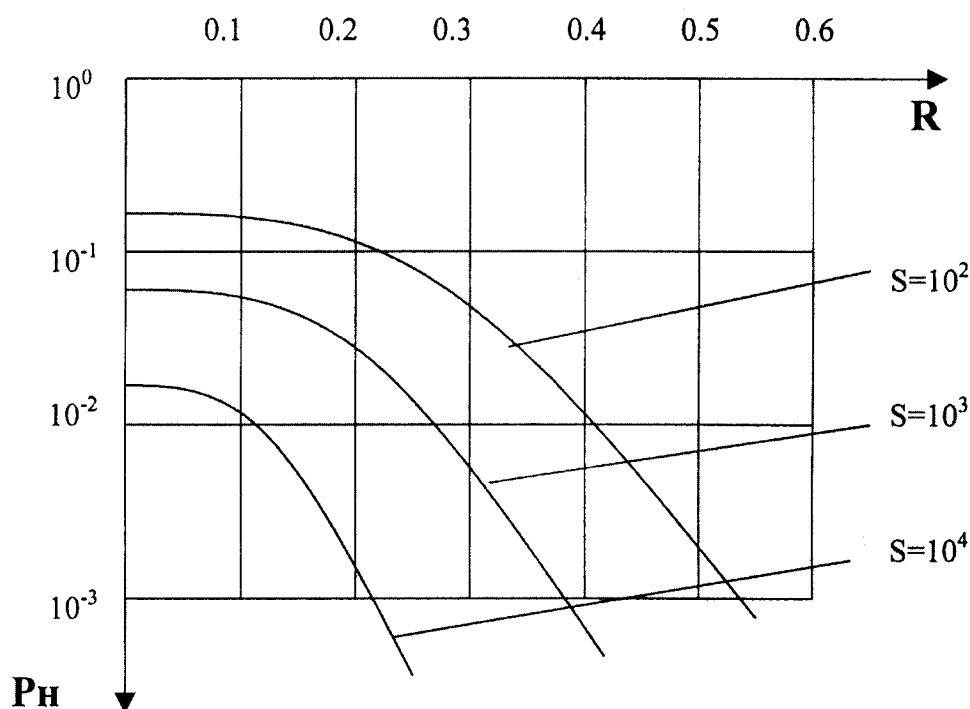


Рис. 3

1. Чокин Ш.Ч., Лойтер Э.Э., Ерекеев О.К. Возможные пути укрупненной оценки ущербов по параметрам и структуре электропотребления // Проблемы общей энергетики и единой энергетической системы. - 1980. - С.55-61.

2. Крапов В.В., Вязигин В.Л. Оценка ущерба от нарушения электроснабжения непрерывно-поточных производств со сложной технической структурой // Электромеханика. - 1983. - №12. - С.33-36.

3. Абрамов В.А. Моделирование процесса управления электропотреблением группы рассредоточенных промышленных объектов // Генерирование, преобразование, потребление электроэнергии. - 1989. - С.104-110.

4. Дремин В.П., Абрамов В.А. Оценка потенциала предприятия по выравниванию суточного графика электропотребления // Проблемы общей энергетики. - 2000. - № 2. - С. 26-30.

5. Рубальский Г.Б. Управление запасами при случайном спросе. - М.: Сов. Радио, 1977. - 160 с.