

$$\frac{\Delta Q_H}{\Delta U} = \frac{\Delta Q}{\Delta U} + v. \quad (9)$$

Формула (9) устанавливает связь между реально имеющимися место и доступными измерению величинами ΔQ_H , ΔU и $\frac{\Delta Q}{\Delta U}$ и искомым значением практического критерия устойчивости $\frac{\Delta Q}{\Delta U}$.

Предложенный метод определения запаса статической устойчивости нагрузки был использован для определения величин критических напряжений ряда узлов нагрузки Белорусской энергосистемы, необходимых для выбора уставок дополнительной аварийной разгрузки по напряжению.

В исследуемых узлах нагрузки сведения о регулирующем эффекте потребителей отсутствовали. Искусственно вызванное возмущение реализовалось путем отключения конденсаторной батареи. Измерялись величины реактивной мощности ΔQ_C , генерируемой батареей, и отклонения напряжения ΔU , вызванные отключением данной батареи. Отношение указанных величин и представляет искомую величину ПКУ $\frac{\Delta Q}{\Delta U}$, так как величина возмущения ΔQ_C не зависит от вызванного им изменения напряжения.

Анализ полученных результатов показал, что достаточная точность определения ПКУ (3 - 5%) может быть достигнута лишь при многократном повторении опытов. При данной методике проведения эксперимента максимальное число опытов ограничено возможностями коммутационных аппаратов конденсаторной батареи. Поэтому в настоящее время разработан и подготовлен для испытаний в энергосистеме вариант методики с использованием изменения реактивной мощности синхронных компенсаторов (либо синхронных двигателей), входящих в состав нагрузки узла.

В.Л. Прусс, В.Г. Пиперов, И.В. Церлюкевич

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Задачу определения численности персонала в некоторой производственной службе, обслуживающей электрические сети, можно представить в виде

$$P_{\Gamma} (M_{оч}) + 3_{\Sigma} = \min, \quad (1)$$

где $\Pi_{\Gamma}(M_{\text{оч}})$ – годовые потери в рублях, обусловленные задержкой в выполнении работ; $M_{\text{оч}}$ – средняя длина очереди из невыполненных работ (количество работ, ожидающих выполнения); Z_{Σ} – суммарные годовые затраты на содержание бригад в рассматриваемой службе.

Методику такой оценки рассмотрим применительно к условиям работы оперативно-диспетчерской службы (ДСП) реального предприятия электрических сетей (ПЭС), для которой по статистическим данным эксплуатации определено, что средние затраты времени на обслуживание оперативно-выездной бригадой (ОВБ) одной заявки составляют $t_{\mu} = 1,3$ ч.

Анализ работы ОВБ показал, что в течение года очередь на обслуживание имеет место в K_c сменах, на каждую из которых в среднем приходится m_c заявок. Тогда среднегодовую стоимость простоя ремонтных бригад, обусловленную задержкой их допуска к работе, можно представить следующим образом:

$$\Pi_{\Gamma} = K_c t_{\mu} (c_{\text{сл}} + c_{\text{см}}) \sum_{i=1}^{\text{int}(M_{\text{оч}})+1} (M_{\text{оч}} + 1 - i), \quad (2)$$

где $c_{\text{сл}}$, $c_{\text{см}}$ – средняя часовая стоимость простоя людей и машин (механизмов), соответственно; $\text{int}(M_{\text{оч}})$ – целая часть числа $M_{\text{оч}}$.

Величина, стоящая в (2) под знаком суммы отражает формирование суммарной длительности простоя ремонтных бригад, подсчитываемой с учетом того, что при одной ОВБ подготовка схемы и допуск осуществляются последовательно и каждая следующая бригада ожидает начала работ на t_{μ} больше, чем предыдущая.

Для подсчета среднего количества заявок, находящихся в очереди, можно использовать подход теории массового обслуживания [1]:

$$M_{\text{оч}} = \frac{\alpha^{n+1}}{\left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\alpha^i}{i!} + \frac{\alpha^n}{(n-1)!(n-\alpha)} \right] (n-2\alpha + \frac{\alpha^2}{n}) n!} \cdot \quad (3)$$

Здесь через α обозначено отношение $\frac{m_p t_{\mu}}{T_p}$, где m_p –

среднее число заявок за расчетный период длительностью T_p часов. В рассматриваемом случае $m_p = m_c$, а $T_p = 12$ ч, т.е. длительности одной смены.

Как видно из (2), часовая стоимость простоя ремонтной бригады складывается из стоимости простоя людей и машин (механизмов). Первая представляет собой отнесенную к 1 ч суммарную заработную плату членов бригады с начислениями, а вторая – отнесенные к 1 ч отчисления от стоимости машин (механизмов), которыми оснащена бригада.

При таком подходе среднечасовая стоимость простоя бригады j -й службы (C_j) определяется так:

$$C_j = \frac{1}{T_\Phi} \sum_{i=1}^{r_j} K_i Z_i + \sum_{i=1}^{r_{mj}} \frac{C_{\pi i} P_{ai}}{T_{\Phi, mi}}, \quad (4)$$

где K_i – количество членов бригады с i -й квалификацией; Z_i – средняя зарплата (с начислениями) члена бригады с i -й квалификацией; r_j – количество различных квалификаций в j -й бригаде; $C_{\pi i}$, P_{ai} – первоначальная стоимость машин или механизмов i -го вида и доля амортизационных отчислений, r_{mj} – количество видов машин (механизмов) в j -й бригаде; $T_{\Phi, mi}$ – годовой фонд рабочего времени машины (механизма) i -го вида.

Число бригад j -го вида (j -й службы) для возможных значений j может существенно различаться. Кроме того, в зависимости от характера работ подготовка условий выполнения работы не всегда требует привлечения ОВБ. Эти обстоятельства должны учитываться при определении средней часовой стоимости простоя ремонтных бригад (C):

$$C = \sum_{j=1}^R C_j P_j, \quad P_j = \frac{m_j}{m_c}, \quad (5)$$

где R – число производственных подразделений, для которых ОВБ готовит схему; P_j – вероятность нахождения в очереди на обслуживание (подготовку схемы, допуск) бригады j -й службы; m_j – среднее число заявок, поступающих от j -й службы в расчете на одну смену ОВБ.

Выполненный анализ работы рассматриваемой ДСП показывает, что вторую оперативную бригаду рационально иметь только в ночных сменах с тем, чтобы обслуживание заявок ремонтных служб по подготовке схемы было закончено к началу дневной смены. Связанные с этим дополнительные затраты $Z_{ОВБ}$ складываются из суммарной годовой зарплаты (с начислениями) 2,5 ОВБ и годовых расходов на содержание одной оперативной автомашины, оборудованной радиостанцией.

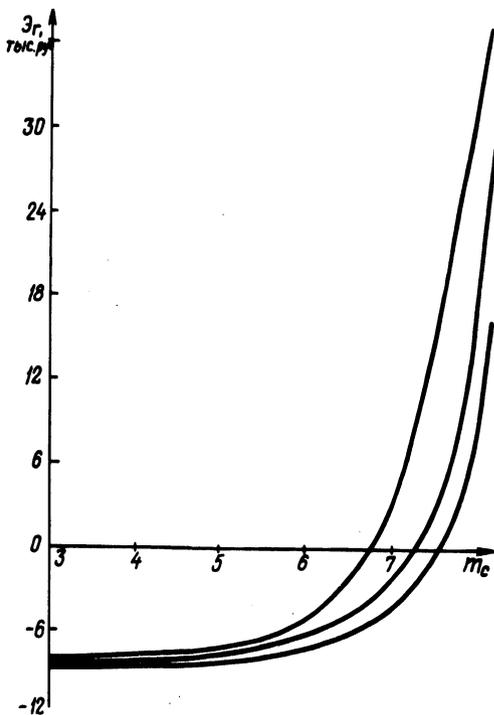


Рис. 1.

Расчеты показывают, что если ОВБ состоит из старшего электромонтера и монтера-шофера и оснащена автомашиной УАЗ-452, то такие $З_{ОВБ}$ составляют около 9000 руб. Это позволяет иметь вторую ОВБ во всех ночных сменах в году в то время, как она необходима только в K_c сменах. Так как для рассматриваемого случая $K_c = 255$, то у руководства ДСП имеются довольно широкие возможности маневрирования второй ОВБ с целью усиления тех смен, где можно предвидеть большую нагрузку.

Эффект, обеспечиваемый введением второй ОВБ ($Э_{Г}$), подсчитывается по формуле

$$Э_{Г} = П_{Г n=1} - (П_{Г n=2} + З_{ОВБ}), \quad (6)$$

где $П_{Г n=1}$, $П_{Г n=2}$ - среднегодовые потери из-за простоя ремонтных бригад при одной и двух ОВБ в смене соответственно.

На рис. 1 представлена зависимость $Э_{Г} = f(m_c)$, рассчитанная по формулам (2) - (3) с использованием приведенных

значений K_c , t_{μ} , $Z_{ОВБ}$. Необходимые для ее построения значения $c_{сл}$, $c_{см}$ составили $c_{сл} = 2,98 \frac{\text{руб}}{\text{ч}}$, $c_{см} = 0,25 \frac{\text{руб}}{\text{ч}}$.

Простой ремонтных бригад обуславливает сдвиг во времени момента окончания выполняемых работ за пределы рабочего дня. Эта задержка должна быть компенсирована либо оплатой сверхурочных, либо предоставлением отгулов. В данном случае при построении кривых (рис. 1) указанное обстоятельство учтено путем увеличения значений $c_{сл}$ соответственно в 1,5 и 2 раза, т.е. в первом случае принималось допущение о том, что переработанное время компенсируется отгулами лишь наполовину, а во втором – полностью.

Отметим, что для условий рассматриваемой ДСП ($m=7,7$) введение второй ОВБ в ночную смену оказывается рациональным при любом способе компенсации переработанного времени, в том числе и при полном отсутствии какой-либо компенсации.

Л и т е р а т у р а

1. Новиков О.А., Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. М., 1969.

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Л.В. Ничипорович, В.Н. Радкевич

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ В ПАМЯТИ ЭЦВМ КОНФИГУРАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Электрические сети 6 – 20 кВ характеризуются большим объемом исходной информации, эффективная обработка которой возможна только лишь с применением средств вычислительной техники. Практически большая часть этой информации в той или иной мере привязана к схеме сети. В связи с этим возникает вопрос построения в памяти ЭЦВМ конфигурационной модели сети, позволяющей решать самые разнообразные задачи.

Распределительные сети 6 – 20 кВ эксплуатируются, как правило, по разомкнутым схемам. Поэтому отдельные участки ее имеют вид дерева. Деревом называют конечный связный