

УДК 620.92.004.18

В.Н. Матвеев, Т.Ю. Романенко

АЛГОРИТМ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Традиционный подход к созданию сложных систем управления электроснабжением промышленных объектов заключается в том, что первоначально реализуется ее технологическая функция, в последнюю очередь задаются безопасностные свойства системы. Иной подход к созданию систем повышенной безопасности основан на использовании взаимозависимости безопасности функционирования системы и насыщенности ее внутренней информацией [1].

Основными принципами синтеза системы с позиции повышения безопасности ее функционирования являются:

1) достижение максимального информационного ресурса системы за счет повышения наблюдаемости и упорядоченности ее структуры и насыщенности ее связей оперативной информацией;

2) нормирование информационной нагрузки операторов.

Алгоритм синтеза приведен на рисунке. Цель синтеза - реализация технологической функции при максимальном значении информационного ресурса системы.

На первом этапе синтеза осуществляется деление технологической функции на отдельные операции, выполняемые соответствующими элементами системы (отдел, подстанция, бригада, оператор, техническое устройство и т.д.). Качественный и качественный выбор элементов связан с присвоением им соответствующих функций, полномочий, свойств, что подразумевает наделение системы определенным количеством оперативной информации о самом элементе и о том количестве информации, которое должен переработать элемент. При

большом количестве элементов целесообразно систему разделить на подсистемы.

Количество оперативной информации j -го элемента определяется по формуле К. Шеннона:

$$I_j = - \sum_{k=1}^{Q_{j,m}} p_{jk} \log_2 p_{jk}, \text{бит,}$$

где p_{jk} - вероятность k -го состояния j -го элемента; $Q_{j,m}$ - количество возможных состояний j -го элемента.

На втором этапе устанавливаются связи между элементами, в том числе определяется способ передачи оперативной информации.

дящих путей, причем общее количество связей j -го элемента

$$M_j = N_j + L_j;$$

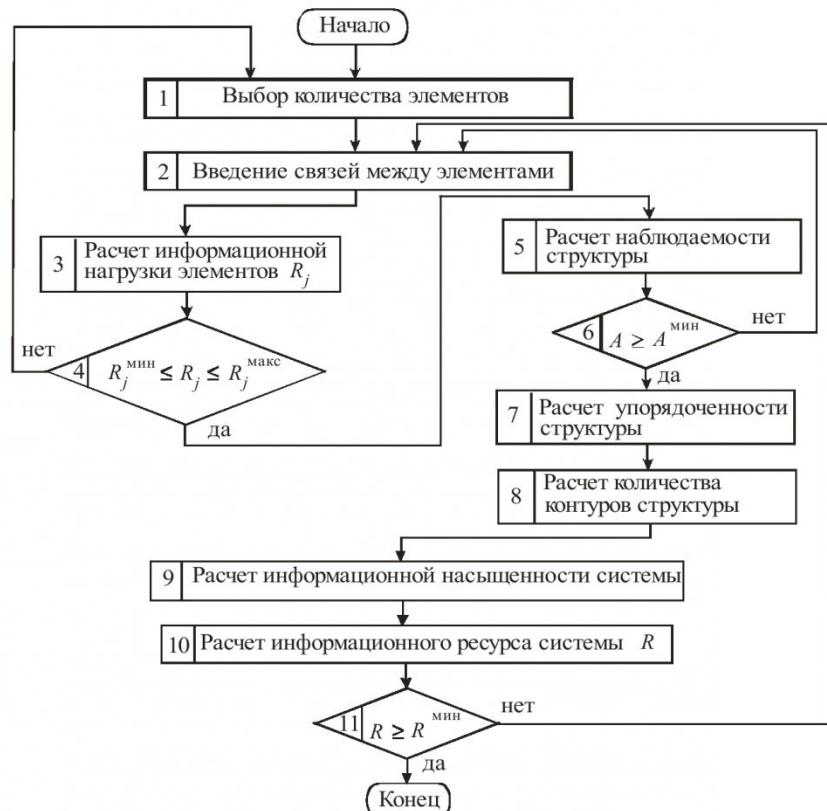
$$R_j = -\lambda_j (\log_2 \lambda_j) D_j,$$

$$\lambda_j = \frac{r_j}{r_\Sigma},$$

$$D_j = \sum_{i=1}^{M_j} p_{ji} f_{ji} C_{ji} I_{ji}.$$

Частота использования связей j -го элемента λ_j определяется с помощью ранга j -го элемента r_j , r_Σ - сумма рангов элементов системы.

Насыщенность связей оперативной информацией отдельного j -го элемента D_j системы



Далее подсчитывается информационная нагрузка R_j каждого j -го элемента, имеющего N_j входящих путей и L_j выхо-

дящих путей, причем общее количество связей j -го элемента

ной информации в i -м пути f_{ji} , цены информации в i -м входящем или выходящем пути j -го элемента C_{ji} C_{ji} и количества оперативной информации в i -м пути I_{ji} .

Дифференциация оперативной информации по ценности обоснована различиями по важности принимаемой или отдаваемой человеком–оператором информации. Ценность информации измеряется баллом, определяемым количеством уровней иерархии, нормальное функционирование которых зависит от принятого решения. Учет ценности оперативной информации позволяет обоснованно рассчитывать нагрузку элементов системы, принимающих стратегические решения.

Различия в напряженности работы отдельных элементов, в ответственности за принятые решения операторов эргатической системы учитываются различными значениями вероятности p_{ji} : принятие важных решений особенно в условиях ограниченного времени сопряжено с большей вероятностью ошибок.

Для повышения безошибочности работы операторов при нагрузке, большей допустимой $R_j \geq R_j^{\max}$ (R_j^{\max} устанавливается исходя из конкретных требований к качеству работы), необходимо ввести дополнительный дублирующий элемент. При недогруженности оператора ($R_j \leq R_j^{\min}$) целесообразно устраниить лишний элемент.

После подсчета информационной нагрузки всех принятых элементов по ориентированному графу структуры строится матрица смежности вершин и определяется наблюдаемость структуры, оцениваемая

Информационный ресурс ОАО «Кедровский угольный разрез»

показателем смежности A [1]. При низком A увеличивается количество связей в системе, при приемлемом показателе смежности рассчитывается упорядоченность структуры.

Затем определяются количество контуров в созданной структуре по принятому алгоритму [2], насыщенность структуры оперативной информацией и информационный ресурс системы.

В случае недостаточного информационного ресурса необходимо либо увеличить количество контуров структуры, либо повысить насыщенность структуры оперативной информацией, увеличив объемы оперативной информации и скорость ее движения по циклам.

Практическое использование разработанного алгоритма синтеза позволило сделать следующее.

1) Было увеличено количество диспетчеров в энергопредприятии «Кемеровская горэлектросеть», что повысило эффективность их работы; кроме того, по статистическим данным после преобразования структуры этого энергопредприятия количество несчастных случаев снизилось в три раза.

2) Была показана неравномерность нагрузки энергодиспетчеров смены филиала ОАО «УК Кузбассразрезуголь» «Кедровский угольный разрез», а также доказана необходимость повышения насыщенности оперативной информацией каналов связи дежурных подстанций, в частности введением телеметрических каналов и радиорации внутренней связи (радиотелефонов).

Максимальная нагрузка у оперативно-обслуживающего персонала наблюдается на подстанции «Владимирская» [3]. Данная подстанция введена в эксплуатацию в 2003 г. и распо-

ложена вдали от других подстанций разреза, в связи с чем произошло переключение к ней близлежащих горных потребителей от подстанции № 30 «Кедровская».

Особенностью подстанции «Владимирская» является наличие в ней телеуправления и телесигнализации положения выключателей 6 и 110 кВ, контролируемых компьютером отдела главного энергетика. Таким образом, существует возможность управления коммутационными аппаратами подстанции непосредственно из отдела главного энергетика. Однако специфика горных работ заключается в том, что при отключении фидера необходим видимый разрыв между токоведущими частями выключателя, поэтому круглогодично все переключения выполняет непосредственно дежурный персонал подстанции.

Кроме того, расчет показал недогруженность работы старшего диспетчера филиала ОАО «УК Кузбассразрезуголь» «Кедровский угольный разрез», что послужило основанием для устранения данной должности.

3) Была доказана необходимость объединения Беловского энергоуправления с ОАО «Кедровский угольный разрез».

Логическим основанием этому является тот факт, что мотивация в работе энергодиспетчера Кедровского разреза в большей степени обусловлена тактическими задачами максимальной добычи угля в ущерб рациональной эксплуатации электрооборудования:

- не выполняются в полном объеме планово-предупредительные ремонты;
- ревизия оборудования происходит в сжатые сроки;
- не выделяются средства на замену высоковольтного оборудования, установленного в 1955 г. и выработавшего свой ресурс.

В связи с этим представляется целесообразным произвести переподчинение энергодиспетчера ОАО «Кедровский угольный разрез» Беловскому

Система	A	$H(p)$	G	$D, \text{бит}/\text{с}$	$R, \text{бит}/\text{с}$
Существующая	0,696	6,3839	4,4432	8,73	38,87
Предполагаемая	0,691	6,3786	4,4043	9,5	41,83

энергоуправлению, что подтверждено расчетными данными, представленными в таблице: при объединении Беловского объединения с ОАО «Кедровский угольный разрез» информационный ресурс новой системы ОАО «Кедровский угольный разрез» увеличивается на 7%.

Авторами даны рекоменда-

ции по интенсификации процесса технического обслуживания высоковольтного электрооборудования и релейной защиты подстанций выездной специализированной бригадой. При этом снизится количество нарушений ПБ при эксплуатации электротехнического и энергетического оборудования, трудоемкими ремонтами и испытаниями бу-

дет заниматься специализированный персонал, в полном объеме будут проводиться планово-предупредительные ремонты, а для ОАО «Кедровский угольный разрез» снизятся материальные затраты на обслуживание и ремонт ЛЭП и оборудования подстанций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Матвеев В.Н. Информационная оценка системы // Вестн. КузГТУ. - 2001. - № 2. - С.63-68.*
2. *Матвеев В.Н., Микрюков А.М., Науменко С.Н., Романенко Т.Ю. Повышение безопасности функционирования диспетчерской службы энергопредприятия // Вестн. КузГТУ. - 2005. - № 2. - С.41-43.*
3. *Матвеев В.Н., Микрюков А.М., Романенко Т.Ю. Оценка безопасности и эффективности электроснабжения разреза «Кедровский» // Вестн. КузГТУ. 2005. № 2. С.43-46.*

Авторы статьи:

Матвеев
Виктор Николаевич
- докт. техн. наук, зав. каф. общей
электротехники,

Романенко
Татьяна Юрьевна
- асп. каф. общей электротехники