

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ ГОКА, ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕЕ НАДЕЖНОСТИ

Розглянута імітаційна модель відмов комутаційного обладнання корпоративної інформаційної мережі, розташованої на гірничозбагачувальному комбінаті. Така модель дозволить, вже на етапі проектування, оцінити вплив показників надійності функціонування розподіленої інформаційної мережі на технологічні показники роботи комбінату. Наведено алгоритм, який реалізує дану імітаційну модель.

Рассматривается вопрос, связанный с проблемой построения корпоративной информационной сети (ИС) применительно к условиям горнообогатительных комбинатов (ГОКов).

В работах [1, 2] была показана высокая актуальность и экономическая эффективность создания подобных сетей на предприятиях горнорудной промышленности. По прогнозам специалистов [3], комплексное внедрение современных информационных технологий, основанных на компьютерной технике, распределенных системах первичной сборки и обработки информации, позволит повысить качество конечной продукции на 1%. При этом ее себестоимость должна снизиться на 1-3%. Это позволит повысить рентабельность работы ГОКов и приблизить качество их продукции к мировому уровню.

В работе [1] была выдвинута общенаучная концепция построения ИС в условиях ГОКа, обоснованы критерии создания сетей подобного типа, обозначены некоторые направления и методология решения возникших задач. В частности, для оценки надежности проектируемой ИС был предложен локальный критерий устойчивости, характеризующий степень устойчивости системы к сбоям, отказам (в том числе из-за человеческого фактора, например, по причине несанкционированного доступа с умышленным или неумышленным нарушением работоспособности ИС), перегрузкам, авариям, коллизиям и т.д.

В стоимостной форме данный критерий (1) может быть выражен через сумму убытков, которые может понести комбинат в результате возможного отказа отдельного сегмента (сегментов) ИС или всей корпоративной сети ГОКа в целом.

$$S_y = (1 - K_1)A \cdot K_{ГК} (1 - K_2)Q_K \cdot T \Rightarrow \min, \quad (1)$$

где K_1, K_2 - коэффициенты, характеризующие доли издержек за счет снижения качества выпускаемой продукции и ее количества соответственно (по причине отказов или сбоев в ИС); $K_{ГК}$ - коэффициент готовности функционирования ГОКа; A - стоимость единицы продукции (грн./т); Q_K - плановая производительность ГОКа(т/час); T - время работы комбината за год (в часах).

Необходимо отметить, что точное вычисление коэффициентов K_1, K_2 - довольно затруднено, ввиду многофакторности последних. Поэтому, нами исследовались возможности для приближенного вычисления указанных величин, путем прогнозирования вероятности отказов сетевого оборудования, а также их возможных последствий с помощью методов имитационного и статистического моделирования.

Для этого, применительно к конкретной схеме построения корпоративной ИС ГОКа, вначале строится ее структурная модель, представляющая собой - совокупность конечного числа N обслуживающих приборов или узлов коммутации. Т.е. любое техническое устройство, входящее в состав ИС (например, сервер, рабочая станция, маршрутизатор, мост, коммутатор, модем и т.д.) - является, в свою очередь, прибором для обслуживания в системе. Структурная модель такой сети представлена на рис.1. Здесь обозначения П1, П2, П3,..., ПN соответствуют номерам приборов для обслуживания.

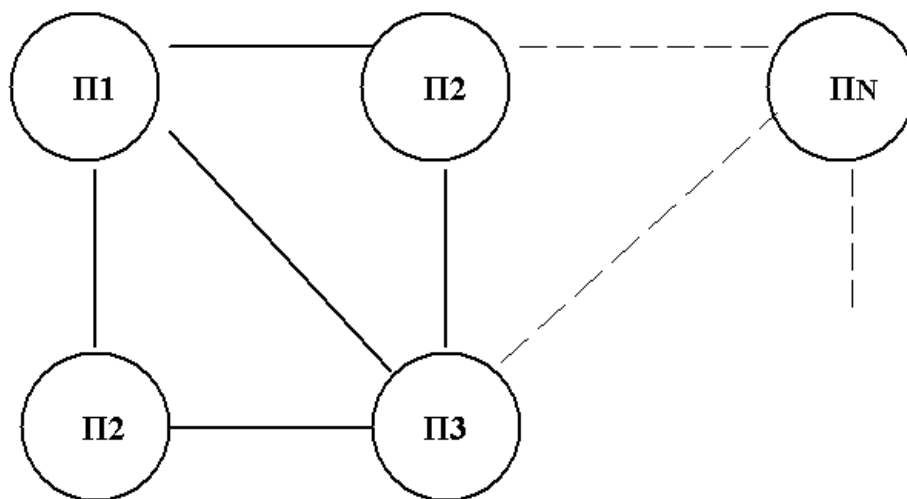


Рис.1

Пример сруктурной модели ИС ГОКа

Необходимо отметить, что в данную схему могут не включаться абсолютно все технические компоненты проектируемой ИС. Достаточно ввести только самые важные (ключевые) приборы, отказ которых может непосредственно повлиять на работу основных подразделений ГОКа.

Важной особенностью данной структурной модели является то, что она привязана к конкретной топологии проектируемой сети. Поэтому она отображает наиболее важные логические и физические связи ИС ГОКа.

В качестве основных показателей, характеризующих надежность того или иного прибора, будем использовать время наработки на отказ \bar{t} (\bar{t} - математическое ожидание времени между соседними отказами восстанавливаемой системы) и среднее время восстановления работоспособности прибора после отказа (t_B). Данные характеристики обычно определяются путем статистических испытаний и должны указываться производителем оборудования в паспорте конкретного оборудования.

Таким образом, для заданной структурной схемы проектируемой ИС имеем два вектора в виде:

$$\left. \begin{aligned} \|T\| &= [\bar{t}_1, \bar{t}_2, \bar{t}_3, \dots, \bar{t}_N] \\ \|T_B\| &= [t_{B1}, t_{B2}, t_{B3}, \dots, t_{BN}] \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где $\bar{t}_1, \bar{t}_2, \bar{t}_3, \dots, \bar{t}_N$ - значения величины наработки на отказ для соответствующих приборов на схеме рис.1; $t_{B1}, t_{B2}, t_{B3}, \dots, t_{BN}$ - среднее время восстановления работоспособности для каждого из приборов.

Далее строится имитационная модель, в которой последовательно воспроизводятся (имитируются) отказы обслуживающих приборов и прогнозируются их возможные последствия. Блок-схема алгоритма, реализующая такую модель, приведена на рис.2.

В блоках № 1,2 производится ввод и инициализация исходных данных. Значение системного времени $T_{СИСТ.}$ в начале экспериментов обнуляется. К задаваемым переменным относятся:

- время моделирования, отведенное на весь эксперимент $T_{МОД.}$;

- элементы векторов (2);

- ограничения $\Delta A, \Delta Q_k$ на предельные отклонения соответственно для стоимости единицы продукции и плановой производительности ГОКа при отказах в ИС.

В блоке № 3 генерируется (разыгрывается) время отказа каждого узла. Розыгрыш производится, исходя из предположения, что функция плотности распределения времени безотказной работы каждого прибора описывается экспоненциальным законом вида

$$f(t) = \begin{cases} \lambda_i e^{-\lambda_i t}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}, \quad (3)$$

где $\lambda_i = 1/\bar{t}_i$ - интенсивность отказов i -го прибора. В работе [6] приводятся экспериментальные данные, подтверждающие корректность такого

допущения. В таком случае, согласно методу обратной функции, описанному в [4, 5], для получения временных интервалов может быть использована зависимость

$$T_i^{омк.} = -\frac{1}{\lambda_i} \ln \alpha,$$

где α - параметр, генерируемый с помощью процедуры получения последовательности независимых псевдослучайных чисел, равномерно распределенных на отрезке [0; 1].

Далее (блок № 4), применяем принцип особых состояний, описанный в [4, 5]. Для последующего анализа выбирается узел с минимальным (т.е. ближайшим) временем отказа $\theta = \min_{i=1,N} [T_i^{омк.}]$.

В последующем блоке № 5 проводится оценка возможных издержек, вызванных отказом рассматриваемого устройства за счет снижения качества и количества выпускаемой ГОКом продукции. Для этого генерируется отклонения по качеству и количеству выпускаемой ГОКом продукции (например, концентрата). Здесь используется нормальное распределение со следующими параметрами.

1. Математическое ожидание:

- по качеству продукции $m_A = 0$;
- по количеству продукции $m_{Q_k} = 0$.

2. Среднеквадратическое отклонение:

- по качеству $\sigma_A^2 = \Delta A$;
- по количеству $\sigma_{Q_k}^2 = \Delta Q_k$.

Расчет издержек ведется на основании критерия (2), где учитываются полученные отклонения по качеству и количеству продукции, а вместо параметра T берется промежуток равный времени восстановления отказавшего прибора.

В блоке № 6 происходит накопление полученной статистики для последующего использования.

Значение текущего системного времени $T_{сист.}$ наращивается (оператор № 7) на величину θ и сравнивается (блок № 8) со значением заданного времени моделирования $T_{мод.}$. Если величина $T_{сист.} < T_{мод.}$, снова определяется прибор с минимальным периодом отказа и производится аналогичный расчет показателей качества и т.д. Весь процесс повторяется, пока не достигнуто заданное время моделирования.

Конечной целью работы всего алгоритма - является построение статистических зависимостей (гистограмм) для коэффициентов K_1, K_2 на всем интервале времени моделирования. Далее, применив методы статистического анализа, необходимо получить граничные (критические)

значения коэффициентов K_1, K_2 , а также предельный интервал их изменения, что позволит использовать полученные данные для оценочных практических расчетов на этапе проектирования.

В заключение, необходимо отметить, что в приведенной здесь имитационной модели, были использованы ряд допущений, среди которых:

1) время безотказной работы приборов описывается экспоненциальным законом (3);

2) возможные отклонения по качеству и количеству конечной продукции ГОКа, вызванные сбоями в ИС, подчиняются нормальному закону распределения.

Эти допущения, в свою очередь, накладывают определенные ограничения на область применения такой модели, а также на точность и адекватность полученных результатов. Существуют способы для повышения точности и адекватности данной имитационной модели. Для этого необходимо использование реальных функций распределения случайных величин, полученных на основе собранных за длительный период времени статистических данных о работе существующих прототипов ИС на предприятиях горнорудной отрасли.

Таким образом, применение методов имитационного моделирования для оценки влияния показателей надежности проектируемой ИС на качественные и количественные характеристики конечной продукции, актуально в условиях ГОКа, а приведенная здесь методика может быть использована на практике после некоторого уточнения и апробации в реальных условиях.

Литературные источники: 1. Назаренко В.М., Елисеев А.К., Назаренко М.В., Купин А.И. Некоторые аспекты формирования корпоративных информационных сетей в условиях горно-обогатительного производства // Академический вестник. 1998.- №1.- с.18-23. 2. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Купин А.И. Особенности структурного синтеза распределенных информационных сетей горнообогатительных предприятий // Академический вестник. 1998.- №2.- с.10-16. 3. Тарасов В.А., Назаренко В.М. Основные вопросы компьютеризации предприятий горно-металлургического региона // Академический вестник. 1998.- №1.- с.5-10. 4. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем.- К.: Выща школа, 1988.- 359с. 5. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления.- Л.: Энергоиздат. Ленингр. отделение, 1982.- 287с. 6. Вычислительные сети (адаптивность, помехоустойчивость, надежность) / Самойленко С.М., Давыдов А.А., Золотарев В.В., Третьякова Е.И / Под ред. Ю.Г. Дадаева.- М.: Наука, 1981, 277с.

Поступила в редколлегию 10.05.99

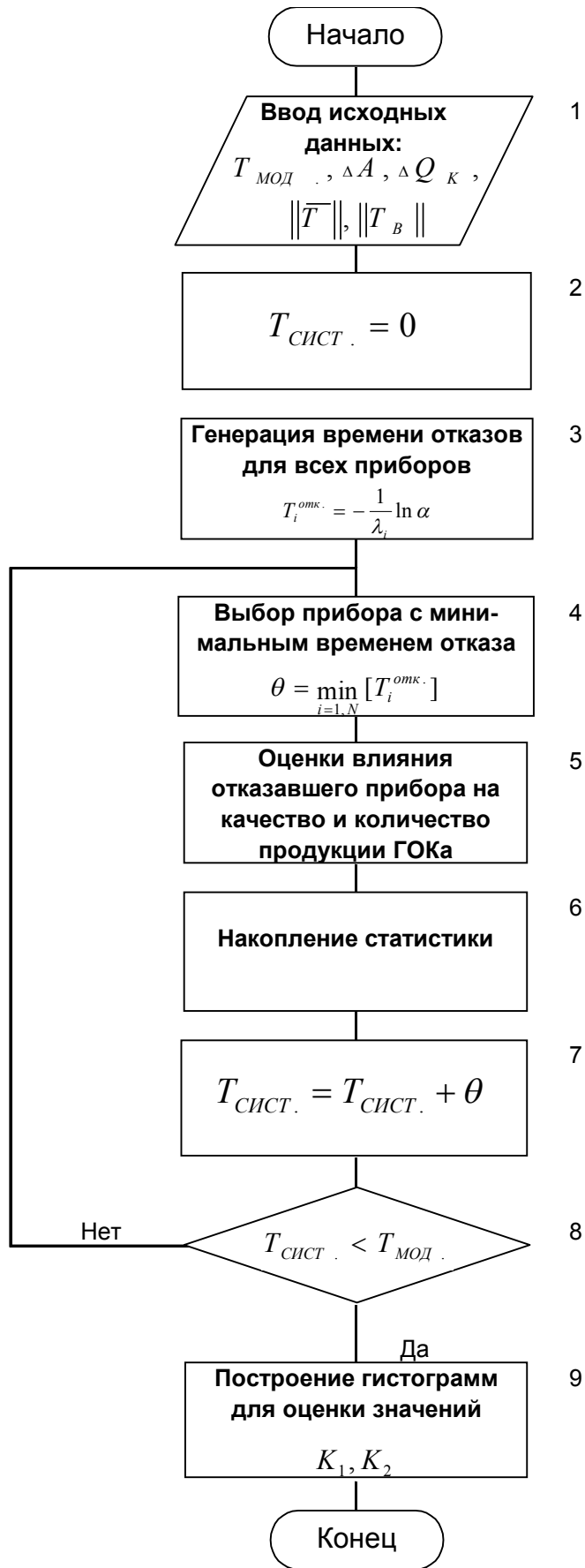


Рис.2

Общий алгоритм имитационной модели отказов ИС ГОКа