

Если $\beta_{lk} = \int_0^{\infty} x dBx(x)$, $\lim_{t \rightarrow \infty} \alpha_k(t) = \alpha_k$, $\lim_{t \rightarrow \infty} \rho_k = \rho_k$, то пределы распределений при $\sum_{i=1}^k \alpha_i \sum_{j=1}^{\rho} \beta_{ij} < 0$ существуют и независимо от первоначальных распределений $W_{k0}(x)$ для каждого k однозначно определяются равенствами $W_{k0}(x) = 1 - \sum_{i=1}^k \alpha_i \sum_{j=1}^{\rho} \beta_{ij}$.

Если $\sum_{i=1}^k \alpha_i \sum_{j=1}^{\rho} \beta_{ij} \geq 1$, то пределы распределений $\lim_{t \rightarrow \infty} W_k(t, x) = 0$.

Характеристическая функция $\Phi_k(s)$ распределения $W_k(x)$ определится:

$$\Phi_k(s) = \frac{1 - \sum_{i=1}^k \alpha_i \sum_{j=1}^{\rho} \beta_{ij}}{1 - \sum_{i=1}^k \frac{\alpha_i}{s} [1 - \prod_{j=1}^{\rho} \beta_i(s)]}. \quad (13)$$

Математические модели для определения времени задержки при обработке сообщений (команд, сигналов) на энергообъектах практически полезны, т.к. обработка статистического материала по потокам сообщений на энергетических предприятиях позволяет сделать вывод о загрузке энергетического оборудования и оптимальном распределении потоков энергии на объектах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гнеденко Б.В и др. Приоритетные системы обслуживания. -М.: Изд-во МГУ, 1973.
2. Финаев В.И., Зяблов Р.П. Оценка алгоритмов функционирования систем управления по времени задержки сообщений//Сб. "Синтез алгоритмов сложных систем". Вып. -Таганрог: ТРТУ, 1974

Е.Ю. Косенко, А.В. Пушнин, С.В. Тицкий

МОДЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Одним из главных требований наряду с другими, предъявляемыми к автоматизированным системам управления (АСУ) энергетическими объектами, является ее надежность. Возможность высоких материальных потерь в результате отказов АСУ энергетическими объектами заставляют всячески стремиться к повышению надежности [1,2,3].

На начальном этапе проектирования в графической форме формируется структурная схема разрабатываемой АСУ энергетическими объектами, в виде

специальной схемы функциональной целостности (СФЦ) [4]. СФЦ обеспечивает представление основных элементов системы в виде простых случайных событий X_i и логических связей между отдельными элементами, которые показывают условия реализации запрокированных функций АСУ энергетическими объектами. Выделение критериев функционирования АСУ энергетическими объектами приводит к формированию математической модели эффективности и надежности функционирования АСУ энергетическими объектами. При проектировании АСУ энергетическими объектами, проектировщиком осуществляется разработка некоторого множества S различных технических вариантов реализации, каждый из которых характеризуется своей стоимостью G и надежностью P .

Надежность системы изначально определяется заказчиком в техническом задании на проектирование, либо требуется построить систему с максимально возможной надежностью при заданных ограничениях на стоимость. Поэтому задача моделирования сводится к поиску варианта построения организационной структуры АСУ, характеризуемой минимумом суммарных затрат, состоящих из стоимости проектирования системы, суммарной стоимости ее элементов (аппаратных и программных), стоимости обслуживания и эксплуатации, риска отказов отдельных элементов и системы в целом (в стоимостном выражении), при обеспечении требуемой надежности функций АСУ энергетическими объектами.

Вероятность безотказной работы элемента АСУ A_i , определяется из выражения: $P_i(t) = \exp(-t/T_i)$, а его стоимость из выражения

$$S_i(x_i) = C_i T_i^{1/x_i}, \quad (1)$$

где t - требуемое время работы изделия по техническому заданию; T_i - среднее время наработки до отказа; C_i , x_i - стоимостной и интегрированный показатели технологичности конструкции элемента A_i соответственно. Тогда:

$$P_i(t) = \exp \left(- \left(\frac{S}{C} \right)_i^{-x_i} t \right). \quad (2)$$

Перед проектировщиком стоит проблема выбора конструктивной (аппаратной и программной) реализации элемента (подсистемы или компонента) АСУ энергетическими объектами из некоторого множества элементов, способных реализовать в АСУ одну и ту же функцию, но обладающих различными надежностью и стоимостью. Данное множество представим набором точек в координатах $(P; S)$, которое аппроксимируют по методу наименьших квадратов функцией вида (2).

Множество элементов, реализующих одну и ту же функцию в АСУ энергетическими объектами, будем называть элементами, принадлежащими к одному и тому же типу элементов. В результате аппроксимации получим стоимостной и интегрированный показатели технологичности C_i , x_i для данного класса конструктивных решений, способных реализовать одинаковую функцию в АСУ энергетическими объектами. Получим функцию $f = P(S)$, отражающую связь стоимости элемента данного типа с его надежностью. Определив экономическую целесообразность затрат на увеличение надежности через отношение изменения надежности к изменению стоимости $E = df/dS = dP(S)/dS$, определим экстремум

(максимум) этой функции из условия $dE/dS=0$, который даст нам значение, оптимальное с экономической точки зрения надежности, а также значение оптимальных затрат на данный элемент АСУ энергетическими объектами.

Вышеописанным способом производится моделирование функциональных зависимостей надежности от стоимости для всех типов элементов, используемых в АСУ энергетическими объектами. Точность определения зависимости для каждого типа элементов, зависит только от количества реализаций (аппаратных, программных, конструктивных) данного элемента, характеризующий данный тип элементов.

Экономически целесообразно, в первую очередь, повышать надежность того элемента АСУ энергетическими объектами, у которого сумма его вероятности безотказной работы P_i и его значимости Z_i наиболее далека от 1, т.е. :

$$\max \sum_{-1}^N (P_i + Z_i - 1). \quad (3)$$

Величина значимости равна абсолютному изменению значения надежности РИС в целом, если значение собственного параметра надежности элемента изменить от 0 до 1 включительно при фиксированных значениях параметров всех других элементов АСУ энергетическими объектами. Диапазон значений значимости в общем случае составляет $[-1,1]$. Положительная величина значимости определяют то максимально возможное увеличение надежности АСУ энергетическими объектами, которое она может получить, если изменить надежность только одного элемента i от 0 до 1 включительно.

Таким образом, повышается надежность элементов, имеющих минимальную надежность в АСУ энергетическими объектами, а также тех элементов, увеличение надежности которых вызовет максимальное увеличение надежности всей АСУ энергетическими объектами. Исходя из экономической целесообразности, определяется последовательность увеличения надежности элементов. Надежность элемента увеличивается до тех пор, пока не достигнет оптимального значения для данного типа элементов, определенного с помощью функции f . Таким образом, критерий (3) даст последовательность увеличения надежности элементов, а оптимальное значение надежности, определенное с помощью функции f задает ограничение сверху.

Если АСУ энергетическими объектами реализует функции, важность которых отличается друг от друга, то дополнительным критерием распределения денежных средств может служить принцип пропорциональности стоимости реализации конкретной функции возможному ущербу от ее не реализации (риску от ее не реализации).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. Приложение 5. Методические указания по обоснованию значений (норм) задаваемых ПН. -М.:Изд-во стандартов, 1991.
2. Можяев А.С., Алексеев В.О., Громов В.Н. Автоматизированное логико-вероятностное моделирование технических систем (Руководство пользователя ПК АСМ версии 5.0) // ВИТУ. - СПб. 1999. - 64 с.
3. Сускин В.В. Построение высоконадежной электронной аппаратуры по показателю технологичности. - Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2002, №2 - с. 45-46.

4. Можжаев А.С., Громов В.Н. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем. // ВИТУ. - СПб., - 145 с.

С.М. Ковалев, А.И. Долгий

ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ГЕОРАДАРОВ В СЛАБО ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИКИ ПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ

Геофизические методы неразрушающего контроля являются основным инструментом решения многих задач, связанных с экологическим и техническим мониторингом почвенных покровов. В их основе лежат математические модели анализа и обработки информации, содержащейся в отраженных электромагнитных сигналах (ОЭС), излучаемых георадарами в исследуемые среды. Однако, на пути использования математических методов обработки такого рода информации возникает ряд проблем, связанных с наличием множества "не-факторов", как в описании самих объектов исследования, так и в описании моделей принятия решений.

С математической точки зрения ОЭС относится к классу так называемых слабо формализованных временных процессов (СВП), который получен в результате достаточно сложного взаимодействия во времени ряда внутренне скрытых случайных или нечетких подпроцессов, связанных с отражением электромагнитных излучений от объектов зондирования. Задачу анализа ОЭС в наиболее общем виде можно сформулировать как задачу идентификации классов объектов зондирования и определения их параметров на основе выявления в СВП внутренне скрытых подпроцессов, внешним проявлением которых является объективный отраженный сигнал. Или более точно – в определении для ОЭС такого множества физически измеряемых параметров $\bar{\mathcal{Z}}$ (вейвлет-параметры, ЛПК-параметры и др.), опираясь на которые можно было бы, во-первых, надежно идентифицировать классы зондируемых объектов $\bar{\mathcal{R}}$ (аномальных явлений и процессов) и, во-вторых, для выявленных моделей скрытых подпроцессов надежно идентифицировать вторичные параметры $\bar{\mu}$ (диэлектрическая проницаемость, коэфф. отражения и др.) с целью определения первичных параметров зондируемых объектов \bar{X} (размеры, расстояние до поверхности и др.). Возникающие здесь проблемы связаны с тем, что однозначного отображения множества первичных параметров ОЭС в множество вторичных параметров $\bar{\mathcal{Z}}$, равно как и однозначного отображения множества параметров $\bar{\mathcal{Z}}$ в множество идентифицируемых классов $\bar{\mathcal{R}}$ не существует.

Многочисленные исследования в области моделирования слабо формализованных объектов и процессов показали, что данная проблема не решается традиционными аналитическими методами. Недостаточная эффективность аналитических моделей и схем принятия решений отчасти объясняется известным принципом несовместимости, согласно которому сложность исследуемого объекта или процесса и точность, с которой его можно проанализировать традиционными методами, находятся в состоянии взаимного противоречия.