

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛИГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КРИЗИСНЫМИ СИТУАЦИЯМИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Galina Cherneva¹⁾, Emiliya Dimitrova²⁾

ABSTRACT:

In this article we deal with the problem of providing with high operating safety of energetic systems in crises situations, also we notice that complete performance of operational tasks by purpose is defined by getting of reliable information both about operation effectiveness and technical condition of system's .

Key words:

Effectiveness, optimal decisions, functional and parametric analysis, information support.

РЕЗЮММЕ:

В работе рассматривается вопрос обеспечения высокой эксплуатационной безопасности энергетической системы. Отмечается, что безусловное выполнение оперативных задач по назначению определяется в том числе путем получения достоверной информации об эффективности работы и состоянии технических средств системы.

Ключевые слова:

эффективность, оптимальные решения, персонал, функционально-параметрический анализ, информационная поддержка

¹⁾ Galina Petkova Cherneva, Assoc. Prof., Eng., PhD, Todor Kableshkov University of Transport - Sofia, Bulgaria, Sofia, 158 Geo Milev Str., E-mail: galja_cherneva@abv.bg, Phone: (+359-2)9709-265

²⁾ Emiliya Andonova Dimitrova, MSc, Senior Lecturer, Eng., Todor Kableshkov University of Transport - Sofia, Bulgaria, Sofia, 158 Geo Milev Str., E-mail: edimitrova@bitex.bg, Phone: (+359-2)9709-297, Fax: (+359 2) 9709-242; (+359 2) 9709-407

1 ВВЕДЕНИЕ

Современные электроэнергетические системы (ЭС) являются сложными многоуровневыми многосвязными распределенными человеко-машинными комплексами, занимающими обширные территории и оказывающими влияние на все сферы деятельности на этой территории. ЭС представляют собой ключевые системы инфраструктуры [2], т.е. системы, которые осуществляют обеспечение управления критически важным объектом (процессом). В результате деструктивных воздействий на эту систему может сложиться чрезвычайная ситуация или будут нарушены выполняемые системой функции со значительными негативными последствиями. Термин «ключевые системы инфраструктуры» неразрывно связан с другим термином - «критически важный объект». ЭС представляют собой критически важные объекты, так как прекращение или нарушение их функционирования приводит к чрезвычайной ситуации или значительным негативным последствиям для инфраструктуры страны, либо для жизнедеятельности населения. Технологические процессы в энергетике являются потенциально опасными и при возникновении аварий приводят к человеческим жертвам, а также к значительному материальному и экологическому ущербу. Поэтому с развитием ЭС наряду с вопросами технологии преобретают все большее значение вопросы их рациональной организации и управления как в обычной обстановке, так и в чрезвычайных ситуациях.

Управления технологическими процессами в энергетике характеризуется внедрением информационных технологии и диспетчерского управления на основе использования автоматических информационных систем сбора данных и современных вычислительных комплексов [1,3]. Это современные автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП), или SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системы [1,3], которые представляет собой многоуровневые человеко-машинные системы сбора данных и диспетчерского управления.

В работе рассматривается вопрос обеспечения высокой эксплуатационной безопасности энергетической системы путем применения автоматизированных систем сбора данных о технологических нарушениях и выработки управляющих решений.

2 ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ ЭНЕРГИЙНОЙ СИСТЕМЫ

В проблеме безопасности ЭС можно выделить три направления.

Первое из них относится к нормальной повседневной эксплуатации системы. Неизбежные техногенные воздействия на человека и природную среду, а также отходы производства выдвигают ряд практических задач по

управлению кризисными ситуациями в энергетике. Их решение связано с аварийностью ЭС как характеристика работы системы, определяемая числом технологических нарушений и их последствиями за определенное время эксплуатации. Чтобы применять анализ аварийности как средство улучшения эффективности работы ЭС, то можно использовать распределение числа технологических нарушений на заданном периоде эксплуатации системы при оценке риска возникновения аварий в ЭС.

Если m число технологических нарушений в ЭС, возникающих на интервале времени $(t, t + \tau)$, то из теорий случайных процессов и вследствие статистических данных, можно принять, что вероятность распределения числа технологических нарушений изменяется по закону Пуассона в виду:

$$P_m(t, \tau) = \frac{a(t, \tau)^m}{m!} e^{-a(t, \tau)}, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где

$$a(t, \tau) = \int_t^{t+\tau} \lambda(t) dt, \quad (2)$$

а $\lambda(t)$ - интенсивность потока нарушений, приходящееся на единицу времени.

Второе, не менее важное направление, связано с аварийностью в системе – это промышленная безопасность. Здесь надо понимать способность ЭС обеспечить защиту человека, природной среды и собственности от опасных воздействий, возникающих при авариях на энергетических объектах. При исследовании промышленной безопасности основное внимание уделяется выявлению причинно-следственных связей возникновения аварий и других нарушений с всесторонним анализом последствий (социальных, экологических, экономических) этих нарушений.

В последнее время стала очень актуальной проблема террористической уязвимости энергетических объектов и соответственно, принятия мер для обеспечения их антитеррористической безопасности, живучести и недостижимости. В связи с этим приходится оценивать живучесть ЭС. Это свойство системы, характеризуемое способностью выполнять установленный объем функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах, а при нарушении работоспособного состояния-восстанавливать его за допустимый период времени [4]. Живучесть ЭС приходится оценивать в задачах управления ЭС при экстремальных условиях, вызванных большими множественными воздействиями (природного или искусственного происхождения) на элементы системы. Понятие „живучести” фигурирует так же в задачах гражданской обороны или, как было сказано выше, при разработке мер от возможной угрозы террористических актов против объектов электроэнергетики.

3 ПРОЦЕСС ВЫРАБАТЫВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИИ АСУТП ПРИ КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Применение АСУТП в разработке современных энергопроизводственных комплексов приводит к обеспечению безопасности и защиты ЭС с использованием крупномасштабных технологий. К таким технологиям относятся ситуационное моделирование угроз, кризисов и чрезвычайных ситуаций; поддержка принятия решений в режиме реального времени, автоматизация планирования и контроля исполнения, видеоинформационное взаимодействие с зонами чрезвычайных ситуаций; увеличение объемов информационного обмена. С целью реализации новых подходов создается единый многоуровневый управляющий комплекс нового поколения для решения задач координации, оперативного управления и экстренного реагирования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

АСУТП принимает решение на управляющее воздействие на основе комплексного анализа показателей безопасности. Одной из основных задач в этом процессе является задача формирования классов кризисных состояний энергосистемы, для которых необходимо вырабатывать управляющие решения.

Задачу выявления кризисных ситуаций ЭС можно формулировать следующим образом. Если

$$\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T \quad (3)$$

множество параметров, характеризующих состояние ЭС, то

$$\bar{k} = (k_1, k_2, \dots, k_n)^T \subset \bar{x} \quad (4)$$

множество параметров кризисных ситуаций, которое является подмножеством $\{\bar{x}\}$.

Пусть известна некоторая совокупность параметров $\bar{x}^* \subset \bar{x}$. Требуется установить к которым из классов $\bar{k} = (k_1, k_2, \dots, k_n)^T$ она принадлежит.

Эту общую задачу в системе можно рассматривать как совокупность двух задач:

Первая задача – это представление кризисной ситуаций. Она состоит в представлении множества параметров, характеризующих состояние ЭС и формированием АСУТП решающего правила, предназначенного для вычисления принадлежности всех возможных совокупностей параметров к каждому из классов $k_i \subset \bar{k}$. Эта задача решается еще при проектировании АСУТП или при ее адаптации к предметной области энергосистемы.

Вторая задача состоит в автоматическом определении принадлежности всех возможных совокупностей параметров, заданных на $\{\bar{x}\}$ к классам кризисных ситуаций с использованием решающего правила. Эта задача решается на этапе функционирования системы в автоматическом режиме.

Для решения этих задач при проектировании АСУТП необходимо:

- описать множество $\{\bar{x}\}$;
- на множестве $\{\bar{x}\}$ задать классы эквивалентности, соответствующие классам кризисных ситуаций;
- описать правила, позволяющие определить принадлежность некоторой совокупности параметров $\bar{x}^* \subset \bar{x}$ к классу \bar{k} .

Если обозначим через

$$P_m(\bar{x}_j \geq \bar{x}_j^*) \quad (5)$$

условную вероятность того, что в результате m технологических нарушений в ЭС на интервале времени τ суммарные последствия от нарушений \bar{x}_j будут равны или превысят кризисные значения \bar{x}_j^* , то риск по последствию \bar{x}_j будет определяться как полная вероятность:

$$R\tau(\bar{x}_j \geq \bar{x}_j^*) = \sum_{m=1}^{\infty} P_m(t, \tau) P_m(\bar{x}_j \geq \bar{x}_j^*) \quad (6)$$

где $P_m(t, \tau)$ определяется по формуле (1).

Условную вероятность (5) вычисляется по гистограмме распределения случайных величин, полученной из статистических данных по выборке тех или иных последствий технологических нарушений, зарегистрированных системой сбора данных за время наблюдения.

Из риска последствий (6) можно определить соответствующие уровни безопасности:

$$B\tau(\bar{x}_j < \bar{x}_j^*) = 1 - R\tau(\bar{x}_j \geq \bar{x}_j^*) \quad (7)$$

Надо отметить, что одна из причин возникновения технологических нарушений в энергосистеме с негативными последствиями для окружающей среды и производственной деятельности при наличии АСУТП – это старый традиционный подход к построению сложных систем управления, т.е. ориентация на применение новейших технических и технологических достижений и недооценка необходимости построения эффективного человеко-машинного интерфейса, ориентированного на человека (диспетчера). Таким образом, требование повышения надежности систем диспетчерского управления является одной из предпосылок появления нового подхода при разработке таких систем: ориентация на оператора/диспетчера и его задачи

4 ВЫВОДЫ

В данной работе показано, что при решении вопросов эксплуатации и управления энергосистемы как сложной ключевой инфраструктурной системы, вопросы безопасности и выработки управляющих решений АСУТП в

чрезвычайной ситуации определяется путем получения достоверной информации о состоянии технических средств системы и об эффективности работы обслуживающего систему персонала. В работе получены зависимости определения уровня безопасности, из которых при последовательном изменении кризисных значений параметров системы, можно построить статистические функции риска последствий и безопасности. Эти функции имеют практическое значение при решении ряда прикладных задач по обоснованию нормативов промышленной безопасности и мероприятий по снижению последствий от технологических нарушений в энергосистеме.

REFERENCES

- [1] FENG,L., W.M.WONHAM, P.S.THIAGARAJAN. Designing communicating transaction processes by supervisory control theory, Form Method Syst Des (2007), Springer Science + Business Media, LLC 2006, 30
- [2] ВАСИН В. П., СКОПИНЦЕВ В. А. Проблемы промышленной безопасности объектов энергетики. Энергетика.1994/5.
- [3] Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) SYSTEMS for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities.Technical Manual, Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 2006.
- [4] ГОСТ 34.003-90 Автоматизированные системы. Термины и определения..

Článok recenzoval:
doc. Ing. B. Leitner, PhD.