

6. Ступінь відповідності очікуванням користувача. Виконання даного критерію значною мірою впливає на якість управлінських рішень, зокрема дає можливість оцінити діяльність підприємств як з позицій власників, так і суспільства.

Висновки

Таким чином, розглянуто сутність, та властивості інформаційного простору підприємства. Запропоновано визначення інформаційного простору як структурованої сукупності інформаційних об'єктів та способів їх організації. Показано, що рівень структурованості інформаційного простору значною мірою впливає на прийняття ефективних управлінських рішень

1. Концепція державної політики у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг). Затверджена розпорядженням КМУ № 447 від 17.08.2002 р. – Київ.
2. *Гець В.М.* Інноваційні перспективи України /В.М. Гець, В.П. Семиноженко. – Харків: Константа, 2006. – 272 с.
3. *Ульянов М.В.* Повышение конкурентоспособности предприятия с помощью СМК // Стандарты и качество. – 2006. – № 12. – С. 48–53.
4. *Орлов П.А.* Упровадження систем управління якістю відповідно до стандартів ISO серії 9000 як фактор підвищення ефективності діяльності організацій // Управління розвитком: Зб. наук. пр. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2006. – № 4 (спецвипуск). – С. 6–10.
5. *Ретин В.В.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Ретин, В.Г. Елиферов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.
6. *Елиферов В.Г.* Бизнес-процессы: Регламентация и управление / В.Г. Елиферов, В.В. Ретин. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 319 с.
7. *Криворучко О.М.* Менеджмент якості на підприємствах автомобільного транспорту: теорія, методологія і практика: Монографія. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 404 с.

Поступила 8.09.2010р.

УДК 004.9

А.М.Тимошик, к.т.н.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДИНАМІКИ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ

В роботі розглядаються концептуально-прикладні основи інтелектуалізації масиву кількісної і якісної експлуатаційної та ремонтної інформації з метою структуризації множин факторів які впливають на технічний стан турбогенераторів з урахуванням змінних графіків навантаження енергосистем. На конкретних прикладах приводяться основні принципи формалізації нечітких та вербальних знань про важко контрольовані явища та процеси, які ініціюють

пошкодження турбогенераторів при тривалій експлуатації, і програмування на цій основі нейро-нечітких контролерів індивідуальної надійності.

Для обробки і аналізу множин кількісної та якісної інформації застосовано програмну систему Matlab Version 6.0.88 Release 12 з пакетом прикладних програм реалізації нейро-нечітких контролерів, Fuzzy Logic Toolbox.

Conceptually applicable bases for intellectualizing the array of quantitative and qualitative exploitation and repairs information was studied with the purpose of structuring the parameters of the turbine generator's technical condition taking into account the loading graphs influence on the individual stability. Presented are the examples of the basic principles formalizing the fuzzy and verbal knowledge of the phenomena and processes which cause damages in TG in the long exploitation.

In the paper the author presents examples in programming the neuro fuzzy controllers of individual TG's stability, the method being based on intellectualizing the cause and result processes.

Programming system Matlab Version 6.0.88 Release 12 with built in Fuzzy Logic Toolbox programs was used as a device for handling and analysing the quantitative and qualitative information.

Практика повсякчасно ставить перед експлуатуючим персоналом ТЕС і АЕС задачу по можливості максимально об'єктивно визначати технічний стан кожного конкретного енергоблоку як елемента енергосистеми з урахуванням режимів і навантажень. Як показує досвід, навіть в працездатних турбогенераторах (ТГ) ряд нормативних параметрів [1], які характеризують технічний стан певних елементів та вузлів, перевищують допустимі межі (температуру, опір обмотки, питомі втрати в сталі статора, струм обмотки збудження та інші) [2]. В Україні 85% енергоблоків працюють понад гарантійний ресурс, що потребує більш об'єктивно оцінювати і контролювати їх технічний стан, щоб точніше планувати час виведення в ремонт, передбачати необхідні заміни зношених деталей, елементів і вузлів. Для реалізації цього потрібно розробити науково-прикладні основи переходу від планово-попереджувальної системи ремонтів (за відпрацьованим ресурсом) до ремонтів «за станом», що дозволить більш об'єктивно визначати індивідуальну надійність енергоблоків. Проблема полягає у тому, що наявної нормативної інформації та існуючого методичного забезпечення недостатньо для вирішення цих проблем. Функціональна залежність яка справедлива з точки зору фізики процесу в однорідних ізольованих умовах, не може служити основою інженерного розрахунку індивідуальної надійності в процесі тривалої роботи, оскільки ТГ складається з великої кількості різномірних елементів, які різняться за якістю виготовлення, неоднорідністю умов роботи та режимів експлуатації. Технічні проблеми вимірювання напружень та деформацій і забезпечення контролю цих процесів, з урахуванням вербально-дедуктивних та слабо структурованих знань про зміни показників індивідуальної надійності при роботі, вимагають застосування інтелектуальних засобів інформаційної підтримки рішень.

Розглянемо ті фрагменти нечіткої інформації, які важливо враховувати при визначенні індивідуальної надійності ТГ.

Формально складні нелінійні процеси в багатопараметричній системі можна представити у вигляді якісної моделі, яка узагальнює тривалий процес накопичення негативної дії параметрів змінних режимів як суму попередніх і прямих результатуючих впливів сукупності процесів [8]

$$P_j^t = P_j^{t-1} \oplus \sum_{i \neq j} F + (d_{Tij}, F_L(d_{Lij}, F_C(d_{Cij}, P_i^t - P_j^{t-1}))) \quad (1)$$

F_t – функція часового аспекту впливів; F_L – функція затримки впливів;

F_C – функція впливів амплітуди режимних коливань.

Недоліком моделі (1) є відсутність причинно-наслідкових механізмів виникнення несправностей і пошкоджень, що виключає можливість її використання для розробки інтелектуальних контролерів технічного стану ТГ.

Змінні графіки навантажень ТГ характеризуються просторовими (амплітуда) і часовими (тривалість і частота) впливами електричних параметрів активного [P(Ict)] і реактивного [Q(ip, Uct)] навантаження за добу в межах, допустимих P – Q діаграмою [4].

Проблема оцінки інтенсивності впливу змінних режимів на індивідуальну надійність потужних ТГ в прикладному аспекті ще не вирішена у зв'язку зі складністю забезпечувати контроль множини кількісних параметрів різнорідних матеріалів, а також напружень, які виникають у цих матеріалах в змінних режимах експлуатації [3].

При змінах навантажень тривалість термоциклів «нагрівання – охолодження – нагрівання» струмопровідних частин (2 – 3хв.) на порядок менша від тривалості термоциклів масиву магнітопроводу (2 – 3 год.). Відмінність в швидкості нагрівання-охолодження активних частин обмотки, ізоляції стрижнів, клинів та інших частин відносно магнітопроводу обумовлена різною тепловою інерцією їх мас, відмінністю температурних коефіцієнтів міді, сталі, ізоляційних матеріалів та різною інтенсивністю впливу на них агресивного і охолоджуючого середовища (електромагнітного поля, підвищеної температури і тиску охолоджуючих агентів, інтенсивністю охолодження та ін.). Внаслідок температурних зміщень між спряженими елементами (мідь – пазова і стрижнева ізоляція – клини, листове лакове покриття – активна сталь) виникають змінні термодинамічні напруження у відповідних матеріалах (F_v) [5], які негативно впливають на протяжі тривалого часу роботи. Крім цього, зі зміною реактивної складової потужності ЛЕП, для обов'язкового забезпечення вимоги $U_{nom.st} = Const$, відповідно змінюється струм обмотки ротора, поле якого, відповідно, зі змінним зусиллям «притягає – відштовхує» статор з основною частотою 100Гц ($F_{100} = var$). При змінних навантаженнях параметри F_v і F_{100} міняються у відповідності з амплітудно-частотними характеристиками добового графіку, створюючи модульовані напруження в активних, ізоляційних та конструктивних матеріалах ТГ. За тривалий період роботи ці фактори

поступово змінюють його механічний стан [6]. Однак на практиці моніторинг динаміки амплітудно-частотної (механічної) характеристики осердя статора, як одного з показників деградації статора, при роботі в умовах електростанції, практично не проводиться. Динаміка деградаційної залежності між механічним і тепловим станом статора за тривалий період роботи (200 тисяч годин і більше) також залишається невідомою. Для оцінки зношення міжлистової ізоляції всієї маси осердя статора використовується регламентований кількісний параметр “питомі втрати”, значення якого, в кожному окремо взятому генераторі, безсистемно міняється з часом (рис.1).

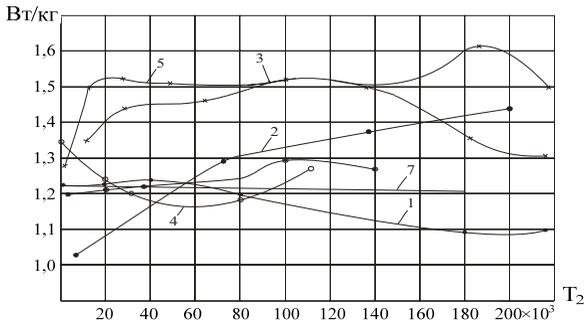


Рис. 1. Зміна питомих втрат в осерді статора

При ремонтах стан ізоляції стрижнів обмоток оцінюється за результатами високовольтних випробувань, з яких отримується не кількісна, а якісна інформація (витримала чи не витримала ізоляція випробувальну напругу) [1].

Оскільки проводити активні експерименти [9] (регресивний аналіз) з визначенням коефіцієнтів вагомості негативного впливу факторів на надійність реальних потужних ТГ, які працюють в енергосистемі, практично неможливо, то джерелом здобуття знань про зміну індивідуальної надійності є пасивні експерименти, набуті теоретичні знання, візуальні оцінки стану елементів та вузлів, а також виявлені поступові пошкодження і дефекти [2]. Тобто, на сучасному етапі слабо структурованих знань можна припустити, що ТГ, як елемент енергосистеми, представляє собою складну нелінійну динамічну підсистему, стан якої в даний час оцінюється в значній мірі суб'єктивно на основі аналізу недостатньої множини кількісних даних (типові та спеціальні випробування), одержаних при роботі, і якісних (ремонтних) показників [1–6]. Оскільки в умовах електростанції поступові дефекти і пошкодження в більшості випадків не можуть бути своєчасно виявлені і усунені, то за тривалий період напрацювання відбуваються кількісні і якісні зміни параметрів стану ТГ від “справного” до “працездатного” і, надалі, “не працездатного”. Зміна ефективності експлуатації залежить від інтенсивності фізико-хімічних процесів, які відбуваються в ізоляційних матеріалах магнітопроводу та обмоток статора і ротора на молекулярному, атомному і електронному рівнях

під час тривалої експлуатації в агресивному середовищі (електромагнітні поля, вологість, водень при підвищеній температурі і тиску, магнітний та немагнітний пил).

До числа домінуючих факторів, які ініціюють пошкодження і відмови відносяться, відповідно: технологічні дефекти при виготовленні, зборці і ремонтах (неточності технологічних операцій, не врахування впливу висхідних матеріалів, якість ремонтів) (D), агресивне середовище (вологість, магнітний пил, підвищена температура, електромагнітні поля, пари олії) (F_s). На них “накладаються”, при змінних графіках навантаження, змінні термомеханічні напруження (F_v) в спряжених різномірних матеріалах та циклічні електродинамічні напруження при вібрації (F_{100}). З урахуванням цього інтегральний показник індивідуальної надійності (M_Σ) складної нелінійної системи (ТГ) представимо в загальному вигляді

$$M_\Sigma = f(D, F_s, F_{100}, F_v) A \exp(-\alpha \sigma). \quad (2)$$

Приймаємо, що за тривалий час (періоди “припрацювання” і “нормальної роботи”) заводські дефекти повністю усуваються при ремонтах, тому в турбогенераторах з вичерпаним ресурсом впливом множини параметрів D нехтуємо. При кожному наборі потужності зростає температура осердя статора, що викликає відповідні зростання початкового (базового, заводського) стискаючого сегменти зусилля P_0 на величину $\Delta F_{np.cm}$

$$\Delta F_{np.cm} = k \cdot S_{c.cm} \cdot L_{ef} \cdot \Delta v_{cp}, \quad (3)$$

де $S_{c.cm}$ – площа поперечного перерізу осердя статора;

L_{ef} – ефективна довжина осердя статора;

k – коефіцієнт лінійного розширення електротехнічної сталі;

Δv_{cp} – середній діапазон коливань температури осердя статора.

За один цикл пуску і набору номінального навантаження рівень заводського запресування осердя по мірі нагрівання зростає від P_0 до $P_0 + \Delta F_{np.cm,max}$. Якщо представити осердя статора еквівалентним однорідним тілом з постійною часу нагрівання $T_{n.cm}$ і охолодження $T_{o.cm}$, тоді зміну термомеханічних зусиль в функції часу при добових нагріваннях можна виразити залежністю [5]

$$\Delta F_{np.cm} = kES_{cm} \cdot v_{y.cm.cm} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_{n.cm}}} \right), \quad (4)$$

а при охолодженнях

$$\Delta F_{np.cm} = kES_{cm} \cdot v_{y.cm.cm} \cdot e^{-\frac{t}{T_{o.cm}}}, \quad (5)$$

де $v_{y.cm.cm}$ – усталене значення середньої температури,

E – модуль пружності статора.

Інтенсивність впливу факторів F_{100} і F_v при експлуатації змінюється в залежності від амплітуди, тривалості і частоти (циклічності K) зміни реактивної $Q(ip)$ та активної $P(Iст)$ потужностей, (які апіорі задаються

диспетчерським графіком), створюючи модульовані просторово-часові циклічні напруження в активних, ізоляційних та конструктивних матеріалах [рис.2]. З урахуванням (3-5) амплітудні значення F_{100} і F_v в процесі набору навантаження (і нагрівання) ТГ будуть

$$F_v = f(P_0 + \Delta F_{np}); F_{100} = f[U_{cm}(i_p), F_v]$$

$$F_{рез} = \Psi[U_{cm}(i_p), P_0 + \Delta F_{np}] = \Psi[U_{cm}(i_p), P_0 + kES_{cm}v_{y.cm.cm.} \left(1 - e^{-\frac{t}{Tn.cm.}}\right)] \quad (6)$$

Після тривалого часу роботи початкове (заводське) значення стискаючого сегменти зусилля (P_0) дещо зменшується внаслідок «припрацювання» листів активної сталі і залишкової деформації стискаючих осердя конструктивних елементів, погіршуючи механічні властивості статора [2].

Нелінійність параметрів, змінні навантаження та проблеми з повторенням ідентичних електричних навантажень при випробуваннях (з метою отримання статистично значущих коефіцієнтів вагомості при змінних) свідчать, що на даному рівні знань, контролювати зміну індивідуальної надійності магнітопроводу доцільно за сукупним (результуючим) впливом множини тих факторів експлуатації, інтенсивність дії яких міняється в залежності від часу напрацювання, умов і режимів експлуатації та якості ремонтів. Цей показник повинен бути чутливим до найбільш вагомих факторів, які ініціюють деградацію магнітопроводу і реагувати на поступове зростання інтенсивності сукупного впливу цих факторів по мірі зношення ТГ.

З урахуванням (6) позначимо його $M_{\Sigma} = f(F_{рез})$.

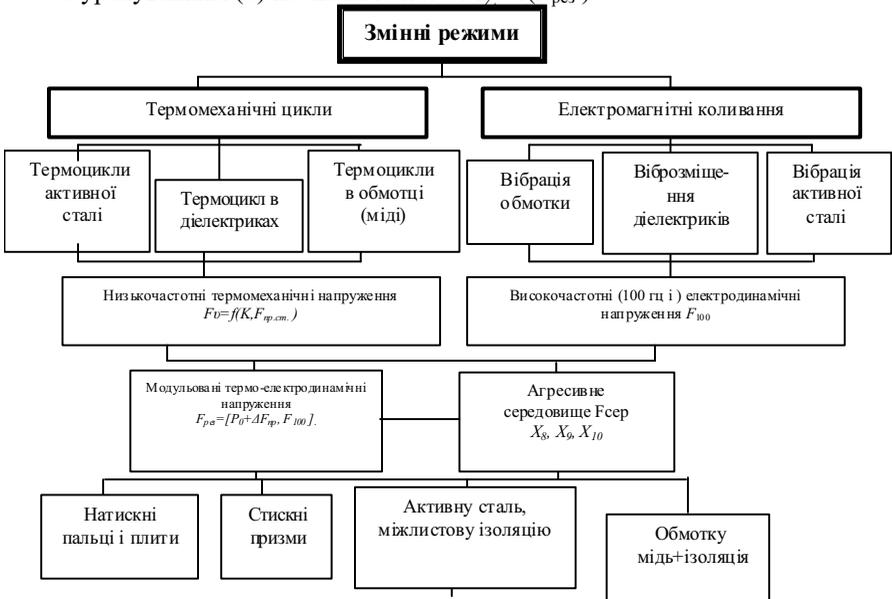


Рис.2. Причинно-наслідкові фактори впливу на надійність ТГ

На етапі слабо структурованих знань (6) в якості інтегрального критерія динаміки множини параметрів індивідуальної надійності магнітопроводу (деградації) доцільно прийняти результати моніторингу динаміки (за тривалі періоди роботи) струму обмотки збудження (di/dt) в контрольному режимі, фізична суть якого представлена в [2,9].

Для забезпечення строго регламентованої номінальної напруги обмотки статора [4], реактивна складова потужності генератора на електростанції регулюється зміною струму в обмотці збудження (ротора). Причиною поступового зростання струму обмотки збудження (що виявляється при періодичних замірах множини значень i_r в контрольному режимі) [11,12] є необхідність забезпечення максимальної стабільності строго регламентованого показника якості електроенергії Уст навіть при виникненні значної кількості пошкоджень і несправностей в магнітопроводі (рис.1,2) в результаті тривалої дії Фрез (рис.1, 2). Струм обмотки збудження на протязі всього періоду роботи не повинен перевищувати +10% початкового (заводського) значення [1]. Однак на практиці періодичні заміри динаміки струму обмотки збудження (di/dt) в контрольному режимі практично не проводяться через проблему забезпечення ідентичності умов контролю і точності вимірювань при експлуатації ТГ.

Керуючись різнорідними (в тому числі теоретичними і емпіричними) масивами даних в динаміці, враховуючи їх нелінійність і неповноту, вирішувати задачу контролю і управління індивідуальною надійністю потужних ТГ в умовах ТЕС і АЕС існуючими, класичними методами і засобами складно. У випадках, коли відсутня адекватна математична модель теплової деградації статора, а експертні знання що до процесів і параметрів можна охарактеризувати нечіткими (неоднозначними) кількісними і якісними оцінками, доцільно застосовувати методи нечіткої логіки, з проектуванням інтелектуальної моделі за допомогою нейронних мереж. Основу нечіткої інтелектуальної моделі складають формалізовані за допомогою теорії нечітких множин лінгвістичні висновки, які базуються на існуючій нормативно-технічній документації, аналізі фізичної суті процесів та наявних результатах експериментальних і теоретичних досліджень.

Практична реалізація таких проблем представлена в роботах [13,14, 16].

На основі рис.1 і 2 формується дерево логічного виведення (рис.3) шляхом послідовного виконання операції додавання або віднімання вхідних (причини) і вихідних (наслідки) змінних. При додаванні вхідних змінних надається інформація про допустимий діапазон їх зміни, а для вихідних – терміни «високий», «середній», «низький».

Розглянемо ТГ з одним дискретним виходом M_{Σ} ($F_{рез}$), який контролює стан ТГ і n входами типу $Y_n = f(X_1, \dots, X_n)$. Класифікуємо вхідні змінні і формуємо дерево виведення M_{Σ} .

З приведених вище результатів [2-4] структуруємо лінгвістичні знання у вигляді графу причинно-наслідкових зв'язків, які мають відношення до інформації про фактори впливу на технічний стан ТГ в процесі роботи

(рис.4). Для спрощення при побудові нечіткої бази знань про невідому залежність (6) доцільно класифікувати вхідні змінні і побудувати систему вкладення одну в одну нечітких баз знань. Вершина графа – вихідний прогнозований показник M_{Σ} , термінальні вершини – нечіткі фактори впливу Y_1, Y_2, Y_3 , не термінальні вершини – класи факторів (табл.1). На блок-схемі рис. 4 представлена наступна множина вхідних змінних, які впливають на індивідуальну надійність: Y_1 – термомеханічні напруження (F_v) в пазах обмотки статора; Y_2 – електродинамічні процеси (F_{100}); Y_3 – агресивність середовища; X_1 – температура обмотки збудження; X_7 – добовий графік активного і реактивного навантаження (P_{MBm}, Q_{MBap}); X_8 – температура охолоджуючого агента після процесу охолодження; X_9 – вологість охолоджуючого водню; X_{10} – тиск охолоджуючого водню. Співвідношення елементів блок-схеми на рис. 3 запишемо у формі:

$$M_{\Sigma} = M_4(Y_1, Y_2, Y_3, X_1),$$

$$\text{де } Y_1 = M_5(X_2, X_3, X_4); Y_2 = M_2(X_5, X_6, X_7); Y_3 = M_3(X_8, X_9, X_{10});$$

$$Y_3 = M_3(X_8, X_9, X_{10}); X_1 = M_1(X_6, X_8, X_{10}).$$

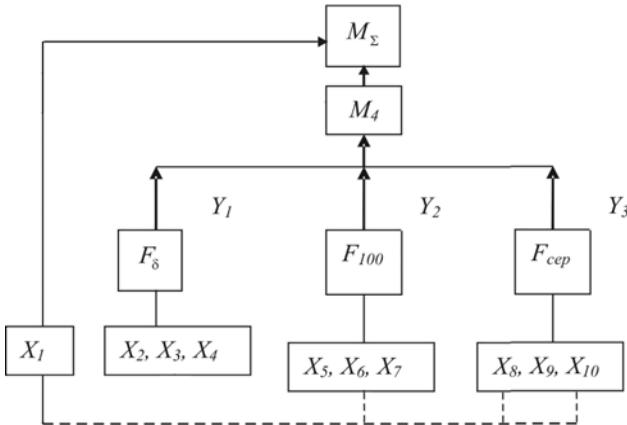


Рис.3 Граф експлуатаційних факторів, які впливають на ресурс ТГ

Представимо суть причинно-наслідкових змінних в таблиці 1.

При відсутності кількісних (експериментальних) даних, вводимо умови які відповідають логічній і фізичній суті лінгвістичних змінних: Якщо $(Y_1) \subset (H, C, B)$, і $(Y_2) \subset (H, C, B)$, і $(Y_3) \subset (H, C, B)$ то $M_{\Sigma} \subset (H, C, B)$ (табл.2).

де M_{Σ} – вихідна лінгвістична змінна, яка "контролює" технічний стан ТГ в термінах: Високий, Середній, Низький – рівень індивідуальної надійності.

Y_1, Y_2, Y_3 – нечіткі вхідні змінні, $X_1, X_2 - X_{10}$ – параметри-причини нечітких вхідних змінних.

Таблиця 1

Множина змінних, які впливають на індивідуальну надійність

Назва змінної	Опис змінних факторів і їх характеристика
Y_1 – термомеханічні напруження (F_v) в пазах обмотки	Обумовлені термозмінами різномісних матеріалів (міди, ізоляції, активної сталі, клинів та ін.) при нестационарних режимах навантаження.
Y_2 – електродинамічні напруження (F_{100})	Сили магнітного притягання статора до ротора; процеси втоми конструктивних елементів
Y_3 – агресивність середовища	На ізоляційні матеріали і метали негативно впливає підвищена вологість, температура, тиск водню, електромагнітні поля.
X_1 – температура обмотки збудження	Впливає на надійність ізоляції ротора і температуру охолоджуючого водню.
X_2 – температура обмотки статора	Характеризує ефективність охолодження стержнів обмотки статора.
X_3 – температура охолоджуючого агенту на виході з обмотки	Інтегральна характеристика прохідності каналів охолодження обмотки статора.
X_4 – температура сталі статора	Характеризує тепловий стан осердя статора
X_5 – ступінь запресування осердя статора	Характеризує жорсткість статора. Опосередковано контролюється шляхом заміру вібрації корпусу і опосередковано, на основі динаміки i_p в функції тривалості роботи.
X_6 – струм ротора	термодинамічні процеси в статорі і роторі.
X_7 – добовий графік активного (РМвт) і реактивного QМвар) навантаження	Модульовані термомеханічні та електродинамічні зусилля на елементи ТГ. Впливає на $X_1 \div X_6$ (для спрощення процедури логічного аналізу в даній роботі розглядається базовий графік).
X_8 – температура охолоджуючого агенту після процесу охолодження	Характеризує ефективність газоохолодників (і теплообмінників), та ступінь агресивності середовища. Контролюється засобами температурного контролю.
X_9 – вологість охолоджуючого водню	Характеризує вплив агресивного середовища на діелектричні властивості ізоляційних матеріалів, та механічні властивості металів.
X_{10} – тиск водню	Характеризує інтенсивність охолодження газом, та ступінь агресивності водню.

Процедура оцінювання індивідуальної надійності базується на спільному застосуванні множини локальних правил і знань, кожне з яких вирішує окрему задачу. Системна інтелектуальна база правил на основі нечіткої логіки та нейронних мереж виконує роль з'єднання окремих логічних рішень.

Всі системи з нечіткою логікою функціонують за одним принципом: різномірні покази вимірювальних приладів і якісних показників фаззифікуються (перетворюються в нечіткий формат), обробляються,

дефазифікуються (перетворення нечіткої інформації у чіткі форми) і у вигляді сигналів подаються на виконавчий орган. Задача прийняття рішення полягає в тому, щоб на основі кількісних і якісних множин вхідних режимних і технічних змінних визначити M_{Σ} за встановлені (допустимі) межі – $di/dt < 10\% \cdot I_0$ (критерій деградації магнітопроводу). Для моделювання зв'язків між множинами нелінійних вхідних і вихідних нечітких знань використовувалась стандартна функція належності *gaussmf*. На початковому етапі слабо структурованої інформації доцільно використовувати алгоритм Мамдані [10-12], оскільки ваги правил і функції належності задаються експертом апіорі і визначаються попарно за методом Сааті [15]. В подальшому, по мірі надходження експериментальних результатів вимірювань F_v та F_{100} відбувається більш тонке налагодження моделі шляхом її навчання (параметрична ідентифікація за алгоритмом Сугено), мінімізуючи різницю між експериментальною і модельною (теоретичною) оцінками стану ТГ, з застосуванням алгоритму оптимізації [11].

Таблиця 2

База знань для структурної ідентифікації впливу факторів на технічний стан статора і ротора

№ пра ви- ла	$M_{\Sigma}(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10})$												M_I			
	Y_1				Y_2				Y_3							
	$Y_1 = M_5(X_2, X_3, X_4)$				$Y_2 = M_2(X_5, X_6, X_7)$				$Y_3 = M_3(X_8, X_9, X_{10})$				$X_I(X_6, X_8, X_{10})$			
	X_2	X_3	X_4	Y_1	X_5	X_6	X_7	Y_2	X_8	X_9	X_{10}	Y_3	X_6	X_8	X_{10}	X_I
1	В	В	В	В	В	В	С	В	В	В	В	В	В	В	В	В
2	В	В	С	В	В	С	Н	В	В	В	С	В	С	В	С	С
3	В	С	В	В	В	В	Н	В	В	С	В	В	В	В	Н	В
4	С	В	В	В	С	В	С	В	В	С	С	В	В	В	С	В
5	С	В	С	В	Н	Н	В	Н	С	В	В	В	Н	С	В	Н
6	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
7	Н	Н	С	Н	Н	С	В	Н	Н	Н	С	Н	С	Н	С	С
8	Н	С	Н	Н	С	Н	С	Н	Н	С	Н	Н	С	С	В	С
9	С	Н	Н	Н	В	Н	С	С	Н	С	С	Н	Н	Н	С	Н
10	С	Н	С	Н	В	С	В	С	С	Н	Н	Н	С	С	Н	С
11	В	Н	С	С	Н	В	С	С	В	Н	С	С	В	В	С	В
12	В	С	Н	С	Н	С	Н	С	В	С	Н	С	С	В	Н	В
13	Н	В	С	С	С	В	В	С	Н	В	С	С	С	В	Н	С
14	Н	С	В	С	С	Н	Н	С	Н	С	В	С	Н	Н	В	Н
15	С	В	Н	С	С	С	С	С	С	В	Н	С	С	С	Н	С
16	С	Н	В	С	С	Н	В	Н	С	Н	В	С	Н	С	В	Н
17	С	С	С	С	С	В	Н	В	С	С	С	С	В	С	С	С

Для дослідження чутливості M_{Σ} до змін вхідних множин параметрів, по черзі міняли один із термінальних факторів (Y_i), а інші фіксували відповідно на середньому і максимальному рівні (рис.4а,б) [16,17].

індивідуальною надійністю можна здійснювати шляхом визначення найбільших оптимальних співвідношень кожного з вихідних параметрів Y_1, Y_2, Y_3 змінюючи входні параметри впливу (X_1-X_{10}) в контрольному режимі. На основі формального аналізу множини параметрів – причин і параметрів – наслідків за весь попередній період експлуатації, система контролю дає можливість здійснювати формальний висновок про «високий», «середній» або «низький» стан кожного конкретного турбогенератора.

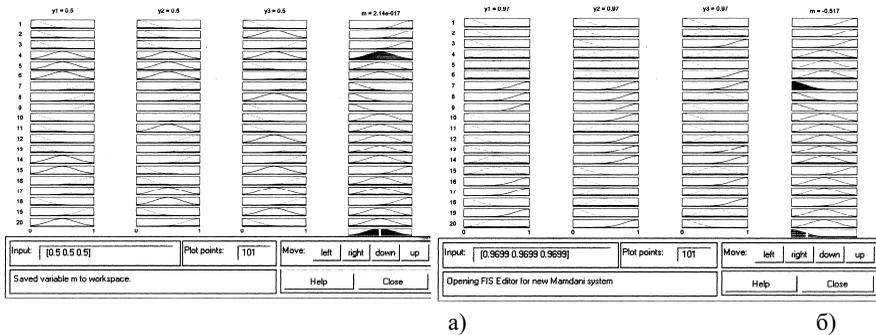


Рис.4. Візуалізація впливу кількісних значень входних змінних на оцінку технічного стану статора (а – для максимально допустимих значень входних параметрів, б – для середніх значень входних параметрів)

Одержані результати не суперечать фізичній суті процесів, експертним оцінкам і експериментальним даним, що свідчить про доцільність подальшої розробки і впровадження мікропроцесорної системи інтелектуального контролю технічного стану ТГ.

В склад середовища Matlab входить пакет програм Fuzzy Logic Toolbox з допомогою якого передбачається формування елементів мікропроцесорної схеми нейромережевого контролера [16,17].

Висновки

1. Розроблені науково-прикладні основи структурної ідентифікації динаміки масиву параметрів технічного стану, які характеризують індивідуальну надійність ТГ в умовах відсутності необхідного об'єму інформації, з використанням наявних теоретичних знань щодо фізики процесів деградації і явищ при генеруванні електроенергії на електростанціях енергосистем.

2. На основі експертного аналізу фізичної суті процесів, які відбуваються при змінних режимах роботи, уперше запропоновано оперувати нечіткими якісними знаннями «термомеханічних напружень» (F_v) і «електродинамічних напружень» (F_{100}). Через відсутність засобів вимірювань і методів кількісної оцінки суттєвості їх впливу на надійність, на даному рівні знань пропонується враховувати їх сумісну дію ($F_{рез}$) шляхом моніторингу інтегрального критерія технічного стану магнітопроводу di/dt_j .

3 Експертна система контролю може бути реалізована на комп'ютері для інтелектуальної підтримки в процесі прийняття рішень про індивідуальну надійність широкого класу типів і потужностей енергообладнання ТЕС і АЕС. Контролери технічного стану турбогенераторів особливо доцільно реалізувати на енергоблоках з вичерпаним ресурсом, що підвищить їх надійність за рахунок встановлення ошадних параметрів навантаження (оптимізації), знизить ступінь суб'єктивізму та зменшить ризики при прийнятті рішень.

1. Норми випробування електрообладнання: ГКД 34.20.302:2002. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: Міністерство палива та енергетики України, 2002. – 216 с. – (Галузевий керівний документ Мінпаливенерго України. Положення).
2. Тимошик А.М. Дослідження впливу змінних навантажень на надійність експлуатації турбогенераторів / А.М.Тимошик. – Енергетика и электрификация. – 2005. – №2. – С.43–46.
3. Счастливый Г.Г. Оцінка техніко-економічного стану турбогенераторів, які відпрацювали встановлений ресурс / Г.Г. Счастливый, А.М. Тимошик // Енергетика и электрификация. – 2004. – №1.
4. Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия: ГОСТ 533–2 [Чинний від 21.01.2002]. – К.: Госстандарт Украины, 2002. – 25с. – (Національний стандарт України).
5. Счастливый Г.Г. Турбо- и гидрогенераторы при переменных графиках нагрузки / Счастливый Г.Г., Федоренко Г.М., Выговский В.И. – К.: Наукова думка, 1985. – 207 с.
6. Григорев А.В. О вибрационном контроле технического состояния статоров турбогенераторов ТГВ – 300 / А.В. Григорев, В.Н. Осотов, Д.А.Ямпольский // Электрические станции. – 1998. – №8. – С.27.
7. Федоренко Г. М. Термомеханическое состояние статора турбогенератора в условиях маневренности по реактивной мощности / Федоренко Г. М., Голоднова О. С., Фирсанов Е. П. – К.: ИЭД, 1990. – 26 с. – (Препринт №663).
8. Праховник А. В. Качественный подход к моделированию и управлению режимами системы электроснабжения / А.В. Праховник, Т.А. Таран, О.В. Разумовский // Изв. вузов. Энергетика. – 1991. – №12. – С. 81 – 86.
9. Хартман К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман; пер. с нем. Под ред. Е.К. Лецкого – М.: Мир, 1977. – 447 с.
10. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами Matlab / С.Д. Штовба. – Радио и связь, ISBN: 93517–359–X.: 2007. – 288с.
11. Ротштейн А.П., Извлечение нечётких баз знаний из экспериментальных данных с помощью генетических алгоритмов / А.П. Ротштейн, Ю.Н. Матюшкин // Кибернетика и системный анализ. – 2001. – №4. – С. 45–53.
12. Хявакко М.С. Інформаційна система «Нечіткий експерт», Львів, 2007. 317с.
13. Тимошик А.М. Оцінка теплового стану статора потужних турбогенераторів методом нейро–нечіткої ідентифікації / А.М.Тимошик, Р.П.Тимошик // Електроінформ. – 2008. – №1. – С 18 – 20.
14. Тимошик А.М. Моделювання і контроль динаміки теплового стану турбогенераторів методом нечіткої логіки / А.М. Тимошик, Р.П. Тимошик // Технічні вісті. – 2008. – №1(27) / 2(28) – С. 36 – 39.
15. Saaty T.L. Measurement the fuzzy sets and Systems. – 1978. – Vol. 1.
16. Тимошик А.М. Інтелектуальний контроль надійної й ефективної роботи турбогенераторів / А.М. Тимошик // Електроінформ, 2009. – №1. – С. 15 – 18.

17. Тимошик А.М. Моделивання енергоощадних режимів роботи енергообладнання / А.М. Тимошик // Вісник Національного Університету “Львівська політехніка” Електроенергетичні та електромеханічні системи” – № 654.– 2009. – С.233-237.

Поступила 15.09.2010р.

УДК 621.3

О.А. Лаврів, Б.А. Бугиль
НУ «Львівська політехніка», кафедра телекомунікацій

УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ QoS МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ З КОМУТАЦІЄЮ ВІРТУАЛЬНИХ КАНАЛІВ НА ОСНОВІ РОЗПОДІЛУ ЗАПАСУ РЕСУРСІВ

There is a problem of network resource management to ensure the required level of QoS due to the rapid development and implementation of multiservice networks on bases of virtual channel switching. A way to manage bandwidth and network delays based on the distribution of stocks is proposed.

Вступ

Питання забезпечення якості сервісу в мультисервісних мережах на сьогоднішній день постає дуже гостро. Абоненти вимагають надання широкосмугових послуг в реальному часі, що створює велике навантаження на мережу оператора. Кожна нова технологія націлена на задоволення цих потреб, однак не може задовольнити їх в повній мірі. Проблема полягає у забезпеченні QoS на всьому шляху проходження інформації, в умовах обмежених мережевих ресурсів. Запропонований у даній статті метод покликаний внести значні покращення щодо контролю та забезпечення якості сервісу. Він базується на використанні теорії запасів у телекомунікаційних цілях. Це дозволяє кожному вузлу бути поінформованим про якість сервісу, яку змогли надати попередні вузли, яку повинен надати він та запас по параметрах якості сервісу для наступних вузлів. Маючи інформацію такого типу, вузол може покращити управління QoS під час доставки повідомлень.

Метою авторів статті постали: розробка методики контролю параметрів якості сервісу на протязі всього маршруту передачі інформації та покращення ефективності роботи мережі шляхом раціонального використання доступних ресурсів.

Представлення параметрів мережі в термінах теорії запасів

Основою сучасних мереж зв'язку постає стек протоколів TCP/IP, який забезпечує передавання пакетизованої інформації через мережу. Однак, із