

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Розроблено методику проведення експертизи оцінки надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання електричного транспорту з метою організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів. Дана методика дає можливість ухвалювати рішення про планування і проведення експертизи та формування експертної групи, проводити аналіз отриманих результатів та підготовку висновків для осіб, які приймають рішення з підвищення надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання.

Разработана методика проведения экспертизы оценки надежности функционирования системы автоматизированного управления тягового электроснабжения электрического транспорта с целью организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Данная методика дает возможность принимать решение о планировании и проведении экспертизы и формировании экспертной группы, проводить анализ полученных результатов и подготовку выводов для лиц, которые принимают решение по повышению надежности функционирования системы автоматизированного управления тягового электроснабжения.

The author proposed the examination method for estimating the reliability of functioning a system of automated control of traction electric supply systems for electric transport in order to organize the work with specialists-experts and to treat with experts' opinions. This method enables us to make a decision about planning and taking the examination and forming the group of experts to conduct the results analysis and prepare the conclusions for people who make the decision on improving the reliability of a system of automated control of traction electric supply systems.

Методи експертних оцінок надійності систем автоматизованого керування тягового електропостачання – це методи організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів. Результати експертних оцінок виражаються в кількісній і/або якісній формі з метою підготовки інформації для ухвалення рішень. Для проведення експертизи створюють експертну групу, яка і організує за дорученням керівництва дистанцій електропостачання діяльність експертів з оцінок надійності систем автоматизованого керування тягового електропостачання.

Організація опиту колективу експертів – це одна з найважливіших проблем пов'язаних з проведенням експертних оцінок. Недооцінка цієї проблеми при проведенні експертизи ставить під сумнів цінність її результатів і виражається в поспішному, непродуманому опиті експертів. Низька якість зібраних таким чином думок не може компенсуватися застосуванням сучасних математичних методів, необхідних для обробки результатів експертизи [1].

З досвіду проведення експертних оцінок на Луганській дистанції електропостачання та Київському метрополітені з питань підвищення надійності комплексу керування системою тягового електропостачання електричного транспорту можна виділити два основні типи процедур експертного опиту [2]:

– процедура з особистими контактами між експертами;

– багатотурові процедури без особистих контактів із контрольованим зворотним зв'язком.

До першого типу відноситься традиційна «дискусія», звана також методом комісій. В ході дискусії експерт має можливість неодноразово висловлювати думки, враховуючи точки зору інших учасників опиту. У традиційній дискусії фактично діє перманентний і неконтрольований зворотний зв'язок, по якому експерт отримує думку інших експертів, а також їх більш загальну реакцію. Дискусія може проводитися і в декілька чітко виражених турів. Переваги і недоліки методу дискусії вказані в [3]. Проте непорушно залишається основоположна межа всіх цих процедур – прямі контакти експертів, що призводить до достатньо сильних проявів конформізму з боку експертів, що приєднують свої думки до думки компетентніших і авторитетніших експертів навіть за наявності протилежної власної точки зору [1].

Процедури другого типу ґрунтуються на одній з найбільш розроблених і поширених в практиці експертних оцінок – методі «Делфі» [1]. Тут експерти ізольовані один від одного, а процедура реалізується за декілька розділених у часі турів. На кожному турі експерт отримує по зворотному зв'язку інформацію про

думки інших членів групи і переглядає свої думки.

Згідно цьому методу виділяють наступні етапи проведення експертизи:

- формування експертної групи;
- планування і проведення експертизи;
- аналіз і інтерпретація отриманих результатів та підготовка висновку для осіб, які приймають рішення.

Розглянемо детальніше перший етап експертизи – формування експертної групи, оскільки він є найбільш загальним для різних видів експертиз і, як правило, не залежить від методів збору експертної інформації. Він складається з:

- визначення чисельного складу експертної групи;
- визначення коефіцієнтів авторитету експертів;
- підбору експертів відповідно до їх компетентності.

Визначити необхідний чисельний склад експертної групи дуже важливо. При недостатній кількості експертів результати експертизи не будуть надійними.

Згідно [4], чисельний склад експертної групи обчислюється за формулою:

$$k = [\beta t_{p,k-1} / a]^2, \quad (1)$$

де k – число експертів;

β – міра достовірності проведеної експертизи;

$t_{p,k-1}$ – коефіцієнт Стюдента;

a – відносна ширина довірчого інтервалу.

Міра достовірності проведеної експертизи визначається як

$$\beta = s / \bar{x}, \quad (2)$$

де s – середньоквадратичний розкид експертних оцінок; \bar{x} – середнє значення оцінки.

Відносна ширина довірчого інтервалу обчислюється із співвідношення:

$$a = \Delta x / \bar{x}, \quad (3)$$

де Δx – довірчий інтервал оцінок.

Як видно з (2), величина міри достовірності проведеної експертизи визначається за наслідками експертизи, але для цього у свою чергу необхідно знати необхідний склад експертної групи. Щоб подолати виниклу логічну складність, пропонується наступний підхід. Припустимо, що для статистичної обробки допускається лише такі експертні оцінки, відносна відмінність яких від середнього значення за абсолютною величиною не перевищує відносну ширину довірчого інтервалу $|\Delta x / \bar{x}|$. В межах інтервалу

$\pm \Delta x$ біля \bar{x} окремі оцінки можуть розташовуватися різним чином, від чого залежатиме величина міри достовірності проведеної експертизи β . Проте, при типовому характері розсіювання окремих оцінок і строгому дотриманні правила про залучення до експертизи тільки кваліфікованих фахівців зміна достовірності проведеної експертизи при зміні числа оцінок буде не дуже значною [4].

На підставі досвіду застосування методу експертних оцінок для вирішення різних завдань, що не формалізуються, встановлено, що результати експертизи можна вважати задовільними при $\beta \leq 0,3$ і добрими, якщо $\beta \leq 0,2$ [5]. Відходячи з цього, при визначенні чисельного складу експертної групи апріорне значення міри достовірності проведеної експертизи слід вибирати в межах $0,2 \dots 0,3$.

Коефіцієнт Стюдента $t_{p,k-1}$ визначається за таблицями. Вибравши довірчу вірогідність p для різних k , знаходимо відповідні значення $t_{p,k-1}$. Потім для кожної пари k і $t_{p,k-1}$ з рівняння (1) знаходимо β/a і для вибраної p буде отримана залежність $\beta/a = f(k)$, яку можна трактувати як $k = F(\beta/a)$ (рис. 1).

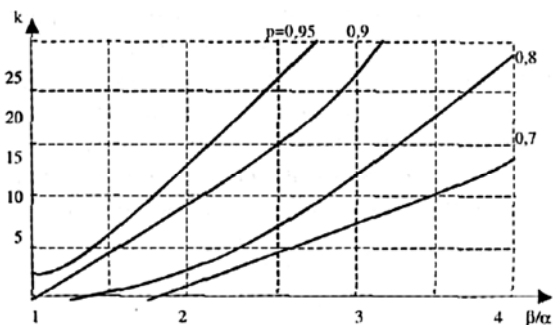


Рис. 1. Графіки функції $k = F(\beta/a)$

Таким чином, обчисливши співвідношення β/a і задавши довірчу вірогідність p з графіків (рис. 1), знаходимо чисельний склад експертної групи k .

На наступному кроці проведення експертизи обчислюються коефіцієнти авторитету (ступінь компетентності експерта) – це число, яке показує з якою вагою включаються в статистичну обробку оцінки даного експерта. Важливість правильного визначення його величини має велике значення, оскільки він прямо впливає на достовірність результатів експертизи, а також має важливе психологічне значення для експертів.

Існує ряд способів визначення коефіцієнтів авторитету як на основі статистики попередніх експертиз [4], так і безпосередньо за наслідками експертизи, для якої якраз і потрібне знання та-

ких коефіцієнтів [1]. Проте, в цих способах коефіцієнти авторитету визначаються безпосередньо, як деякі числа з інтервалу $[0, 1]$. Але оскільки людині простіше дати порівняльну оцінку двом якісним поняттям, чим приписати їм міру, тому раціональнішим способом визначення таких коефіцієнтів є їх обчислення за допомогою парного оцінювання ступеня компетентності експертів. Тут може виникнути питання про достовірність коефіцієнтів авторитету, отриманих таким чином. Проте якщо врахувати, що до експертизи, як правило, притягуються відомі фахівці у відповідній області експертизи, то взаємне порівняння їх компетентності дає об'єктивні результати. З досвіду експертиз, що проводяться, величина відношення узгодженості повинна бути не більше 10...15 % [4]. Якщо його величина виходить з цих меж, то експертам пропонується перевірити свої думки.

При проведенні складних експертиз іноді скрутно сформувати компетентну групу експертів силами одного структурного підрозділу. В цьому випадку звернення до експертів пов'язані з певними фінансовими витратами. Враховуючи цю обставину, при формуванні експертної групи можна використовувати наступну методику.

Для заданої довірчої вірогідності p з графіків (рис. 1) знаходиться чисельний склад можливих кандидатів експертної групи (E_1, E_2, \dots, E_n) і обчислюються їх вагові коефіцієнти $(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$. Далі, хай h_i – умовна вартість звернення до i -го експерта, а h_0 – гранична сумарна умовна вартість звернення до всіх експертів. Введемо змінні:

$$x_i = \begin{cases} 1, & i\text{-й експерт введений до складу експ. групи;} \\ 0, & \text{не введений.} \end{cases}$$

Тоді завдання формування експертної групи, яка володіє максимальною компетентністю, можна записати як завдання лінійного програмування:

$$\sum \mu_i \cdot x_i \rightarrow \max \quad (4)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^n h_i \cdot x_i \leq h_0, \quad x_i = \begin{cases} 1 \\ 0, \end{cases} \quad i \in \{1, \dots, n\}.$$

Для спрощення процедури збору і обробки результатів експертного опиту доцільно автоматизувати цей процес за допомогою діалогових засобів взаємодії «експерт – ЕОМ». У пам'яті ЕОМ містяться об'єкти оцінки, базові лін-

гвістичні категорії, а також лінгвістичні конструкції організації діалогу. Програма послідовно формує питання для експертів, пропонуючи базовий набір лінгвістичних оцінок. Експерт вводить в ЕОМ свої значення оцінок, які записуються в пам'ять. Введені оцінки обробляються і представляються керівникові експерименту. Ув'язкою організації діалогу і обробки інформації керує програмний диспетчер. В кінці експертного опиту оцінюється ступінь узгодженості думок експертів.

Висновки

У статті розроблена методика організації проведення експертизи з оцінки надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання електричного транспорту. З досвіду проведення експертних оцінок на дистанціях електропостачання залізниць та метрополітенів з підвищення надійності комплексів керування системою тягового електропостачання електричного транспорту визначені основні процедури експертного опиту. Дана методика дає можливість ухвалювати рішення про планування і проведення експертизи та формування експертної групи, проводити аналіз отриманих результатів та підготовку висновків для осіб, які приймають рішення з підвищення надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Литвак, Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа [Текст] / Б. Г. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982. – 184с.
2. Матусевич, О. О. Аналіз впливу показника рівня захисту від загроз на надійність комплексу керування пристроями тягового електропостачання [Текст] / О. О. Матусевич, В. Г. Кузнецов, В. Г. Сиченко // Заліз. трансп. України. – 2008. – № 2. – С. 32-36.
3. Панкова, Л. А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации [Текст] / Л. А. Панкова, А. М. Петровский, Н. В. Шнейдерман. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
4. Брахман, Т. Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике [Текст] / Т. Р. Брахман. – М.: Радио и связь, 1984. – 287 с.
5. Мулен, Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели [Текст] / Э. Мулен. – М.: Мир, 1991. – 463 с.

Надійшла до редколегії 16.09.2009.
Прийнята до друку 22.09.2009.