

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ВІРОГІДНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ІУТК АСУ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

Для зменшення імовірності перекручування інформації в сучасних системах телемеханіки АСУ тягового електропостачання необхідно розглядати основні параметри – надійність, перешкодозахищеність, швидкість і вірогідність у їхньому взаємозв'язку. Запропоновано системне рішення організації обміну інформацією між ПУ і КП ІУТК для підвищення швидкодії передачі і вірогідності.

Для уменьшения вероятности искажения информации в современных системах телемеханики АСУ тягового электроснабжения необходимо рассматривать основные параметры – надежность, помехозащищенность, быстрдействие и достоверность в их взаимосвязи. Предложено системное решение организации обмена информацией между ПУ и КП ИУТК для повышения быстрдействия передачи и достоверности.

For reduction of probability of distortion of the information in modern systems of telemechanics of the MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM of traction electrosupply it is necessary to consider(examine) key parameters - reliability, noise immunity, speed and reliability in their interrelation. The system decision of the organization of information interchange between item(point) of management and controllable item(point) of a complex, for increase of speed of transfer and reliability is offered.

При побудові сучасної системи телемеханіки АСУ тягового електропостачання за основу оцінки якості компонентів і пристроїв приймають критерій досягнення максимальної «інтегральної» вірогідності каналів уведення, обробки, передачі, відображення даних [1...4].

Поняття інтегральної вірогідності вводиться для визначення імовірності виводу інформації з невиявленими перекручуваннями не тільки через дію перешкод у каналах зв'язку, але і через перешкоди, відмовлень і несправностей по всій трасі доставки інформації від джерела до приймача - ланцюга зв'язку з датчиками (лічильниками) і виконавчими механізмами, модулі введення – виводу обробки інформації, канали зв'язку, модулі прийому і відображення інформації, програми введення, обробки, відображення даних. Якщо не вести контроль за передачею інформації з усієї траси доставки то джерела перешкод, що діють у «просторі» від датчиків до модуля, залишаються поза контролем і не можуть бути виявлені. У таких умовах реальна вірогідність підсистеми, обумовлена по імовірності перекручування, що не виявляється, не краще 10^{-7} [3; 7].

На рис. 1 наведена траса сигналів стану устаткування від датчиків до приймача – елемента або приладу відображення прийнятого сигналу.

Вірогідність спотворення дискретних сигналів $P_{сп,дс}$, що не виявляється, з урахуванням па-

раметрів всієї приведеної на малюнку траси введення – виводу, вважаючи незалежними подіями кожен з складових сумарної вірогідності, дорівнює

$$P_{сп,дс} = P_{введ} + P_{кз} + P_{кодер} + P_{декодер},$$

де $P_{введ}$ – вірогідність спотворення дискретних сигналів, що не виявляється, при введенні інформації від датчиків, $P_{кз}$ – вірогідність спотворення коду, що не виявляється, із-за перешкод в каналі зв'язку, $P_{кодер}$ ($P_{декодер}$) – вірогідність спотворення коду, що не виявляється, в кодері (декодері).

Підсумовуючи всю вірогідність спотворення дискретних сигналів, що не виявляється, що становить, отримаємо (виведення кінцевої формули опущене) [5]:

$$P_{сп,дс} = nP_1P_{0/1} \left(\frac{T_{стр}}{T_{ц,опр}} \right)^2 + nP_1^6 P_{0/1} \left(\frac{T_{стр}}{T_{ц,опр}} \right)^2 C_{2n+32}^4.$$

Розрахунки показують, що при числі сигналів в одному модулі $n = 32$ $P_{сп,дс} \gg 10^{-13}$, тобто параметри каналу задовольняють найжорсткішим вимогам стандартів.

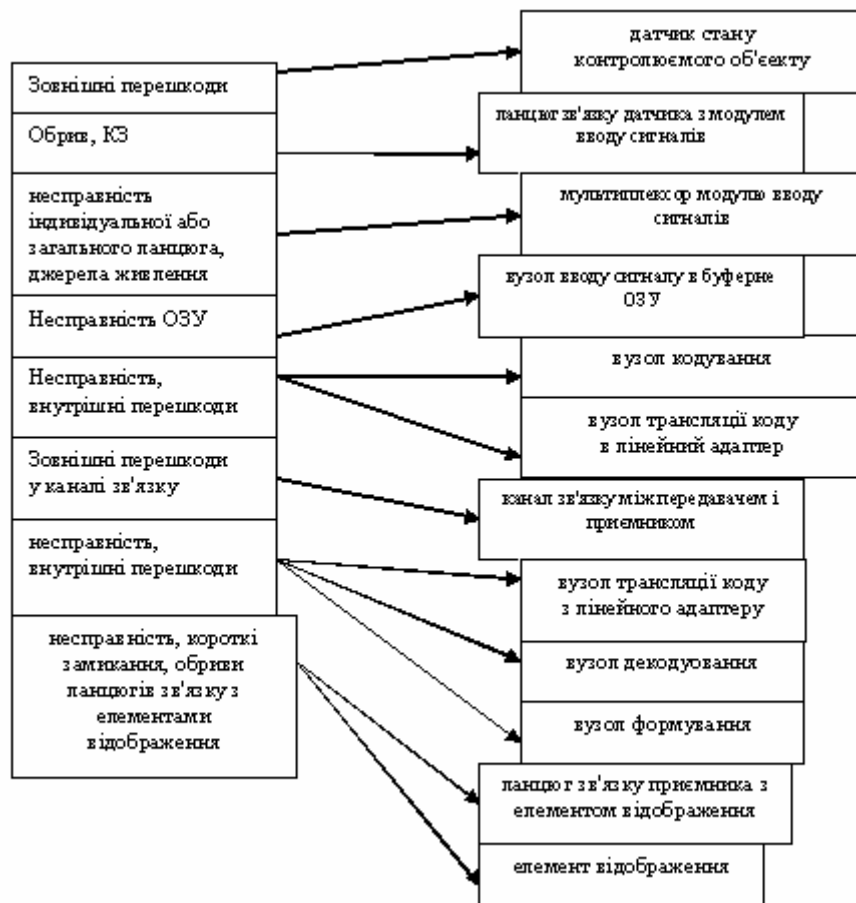


Рис. 1. Траса сигналів стану устаткування від датчиків до приймача

Для одержання високого рівня захищеності повідомлень від перекручувань інформаційний код повинний синтезуватися з декількох компонентів, причому структура коду окремих компонентів може не збігатися. Приміром, у ІУТК «Граніт-Мікро» формується умовно кореляційний біімпульсний код, обрваний циклічним кодом, причому при двуетапному кодуванні використовуються ті самі вузли модулів, тобто виконується умова перевірки працездатності елементів «у динаміці», і мінімізується імовірність невиявленого перекручування коду через несправність будь-якого елемента, розміщеного в трасі доставки сигналу від датчика приймачеві.

Захистити інформацію від перекручувань перешкодами в каналі зв'язку і підвищити інтегральну вірогідність можна, включивши в ланцюг динамічного контролю практично усі вузли, починаючи від ланцюга зв'язку модуля з датчиком і закінчуючи вузлами приймача (декодера). Однак використання нового підходу до побудови системи одночасно приводить до збільшення вдвічі часу знімання інформації від датчиків і довжини інформаційного повідомлення. Тому методологія досягнення високої вірогідності повинна сполучитися з методами

скорочення часу на підготовку і передачу інформаційних повідомлень.

Уведений єдиний показник інтегральної вірогідності характеризує такі найважливіші властивості ІУТК – **надійність, перешкодозахищеність, швидкодія, вірогідність (цілісність, точність)** прийому інформації, що звичайно представляються окремими параметрами.

Експлуатовані в даний час на залізницях України системи телемеханіки мають достатній ступінь надійності. Однак аналізу стану систем телемеханіки приділяється недостатня уважність. На дійсний час не розроблена система оцінки відмовлень телемеханічних пристроїв і в результаті цього утруднене визначення ступеня впливу відмовлень телемеханіки на надійність і безвідмовність роботи пристроїв електропостачання.

З аналізу великого обсягу публікацій предметну область підвищення **надійності і захисту інформації** ІУТК можна розглядати на основі різних підходів. Найбільш розповсюдженими є системи і мережі масового обслуговування (СМО). Останнім часом видний ріст інтересу до таких моделей і методів, як стохастичні автомати, мережі Мерліна, стохастичні мережі Петри, семантичні схеми. Семантичні схеми дуже на-

очні і дозволяють розгляд підвищення надійності і захисту інформації ІУТК із позицій структурної ієрархії, функціональної ієрархії, причинно – слідчої ієрархії. За допомогою побудови таких схем можна розглядати проблеми підвищення надійності апаратури і захисту інформації з урахуванням порівняльної оцінки відмовлень у роботі апаратури телемеханіки пристроїв електропостачання, виявлення найбільш уразливих вузлів апаратури, визначення ступеня впливу каналів зв'язку на роботу телемеханічних пристроїв і виявлення основних напрямків удосконалювання телемеханічних систем. Розроблені семантичні схеми й алгоритм проведення заходів щодо підвищення надійності апаратури і захисту інформації ІУТК від внутрішніх і зовнішніх впливів представлені автором у статті [6].

Перешкодозахищеність по «стандартній» методології визначається імовірністю виявлення перекручувань прийнятої інформації перешкодами, що діють у каналі зв'язку між КП і ЦППС. По «стандарті» для підвищення перешкодозахищеності ІУТК досить використовувати для передачі більш могутні перешкодозахисні коди. Однак дія перешкод, що заважає, відчувається не тільки в каналі зв'язку КП–ЦППС, але й в інших компонентах траси датчик-приймач інформації. У перспективних мікропроцесорних системах залізничної автоматики і телемеханіки для виявлення несправностей в окремих платах і вузлах використовується так називаний сигнатурний аналіз [7], заснований на принципі декодування циклічних кодів і полягає в тім, що тестова послідовність, що надходить з виходу контрольованої плати або вузла, поділяється в схемі розподілу на деякий виробляючий багаточлен $g(x)$. Залишок від розподілу є ознакою несправності. У застосовуваних на залізничному транспорті цифрових системах зв'язку і передачі даних найбільше поширення одержали циклічні коди для виявлення помилок різної кратності, називані кодами циклічної перевірки надмірності (CRC — Cyclic Redundancy Check). Ефективність CRC для виявлення помилок на багато порядків вище простого контролю парності. В даний час стандартизовано кілька типів утворюючих поліномів. Розрахунок показує, що використовуваний циклічний код для повідомлення максимальної довжини в 256 байт забезпечує $d \geq 4$. Уведення перешкодозахисних кодів дозволяє одержати рівень імовірності не виявленого перекручування, рівний $10^{-14} \dots 10^{-16}$.

Фірма MOTOROLA застосовує в ІУК MOSCAD (відповідно до протоколу MDLC) 32-х розрядний контрольний циклічний код (за-

мість стандартного 16-ти розрядного), на їхню думку це істотно збільшує перешкодозахищеність ІУК. Однак в інформаційних матеріалах фірми не обмовляються заходи для підвищення компонентів, включених у трасу доставки інформації від датчика приймачеві, і не приводяться цифрові характеристики перешкодозахищеності інших трас доставки сигналів приймачеві. Очевидно, що міри, прийняті для підвищення перешкодозахищеності – велике збільшення «потужності» кодів, введення загороджувальних фільтрів і т.п., можуть збільшити імовірність затримки прийому даних до величини, що перевищує встановлений поріг, тобто переводять прийняті дані в розряд недостовірних – реальні процеси, що спотворюють, (особливо аварійні) на об'єкті. Тому показники перешкодозахищеності необхідно розглядати в контексті реальної вірогідності.

Як уже вказувався, «стандартний» показник швидкодії являє собою добуток номінальної швидкості комутації сигналів у каналі зв'язку (у бітах у секунду) на довжину (у бітах) переданого інформаційного повідомлення.

У дійсності отриманий показник не враховує реальну швидкодію, що є вірогідною характеристикою і як правило визначається: часом передачі інформаційного повідомлення по прямому каналу зв'язку КП–ЦППС, імовірністю неспотвореного прийому переданого повідомлення приймачем, часом реакції приймача на отримане повідомлення, часом передачі від приймача (ЦППС) повідомлення про виявлені (невиявлені) перекручуванні, затримкою початку повторної передачі інформаційного повідомлення при виявленні перекручування, часом повторної передачі повідомлення й інш.

Очевидно, що реальну швидкодію необхідно визначати по тимчасовому зрушенню між моментом появи «події для передачі» до неспотвореного представлення одержувачеві інформації при заданій величині імовірності представленого параметра.

Велика частина ІУК–S.P.I.D.E.R RTU, SMART I \ O, Micro PLC and Real-Time Computer, Micro PC, DATAGYR C2000, Telecom SCADA systems TTC – OM, PLC \ Loop controller, Teleperm, Merlin Gerin, Telemecanique, Square D, Modicon, SMART- RTU, МТК-20, ТК-113, ТК-125, ІУК «DECONT», АУРА, АСДУ MicroSCADA, ІУК «Спрут», МСКУ, структурно орієнтований на використання тільки радіальних ліній зв'язку (РЛЗ), що створюються виділенням пари проводів або робочої смуги частот в ущільненому каналі зв'язку.

РЛЗ добре адаптуються для застосування в АСУ для об'єктів електроенергетики і промислових підприємств. Забезпечуючи найбільшу «живучість» і пропускну здатність, вони вимагають максимальних витрат на їхню організацію. Природно, що структура ІУК для РЛЗ спрощується, тому що відпадає необхідність передачі по ЛЗ кодів адрес джерела і приймача інформації, створюються умови для циклічної (періодичної) передачі повідомлень, що по перешкодозахищеності (захисту від впливу перешкоди ЛЗ) еквівалентна використанню перешкодозахисних кодів з багаторазовим повторенням інформаційних повідомлень. Блоки кодування і декодування ІУК з циклічною передачею повідомлень спрощуються. Можна констатувати, що в ІУК, орієнтованих на використання тільки

РЛЗ, досягається максимальна швидкодія, ефективність передачі даних і надійність роботи. Але, у ІУК для АСУ тягового електропостачання виникає необхідність доповнення РЛЗ магистральними і транзитними ЛЗ. Очевидно, що ІУК яки орієнтовані тільки на РЛЗ, при всіх їхніх позитивних властивостях не можуть застосовуватися для АСУ тягового електропостачання.

З огляду на зазначені достоїнства РЛЗ і технічні можливості сучасних ІУТК, автор пропонує наступне системне рішення організації обміну інформацією між ПУ і КП ІУТК, що дозволить максимально використовувати реальну пропускну здатність лінії зв'язку і підвищити «реальну швидкодюю». Функціональна схема пропонованого рішення, на основі ФМ ІУТК «Граніт-Мікро», відображена на рис. 2.

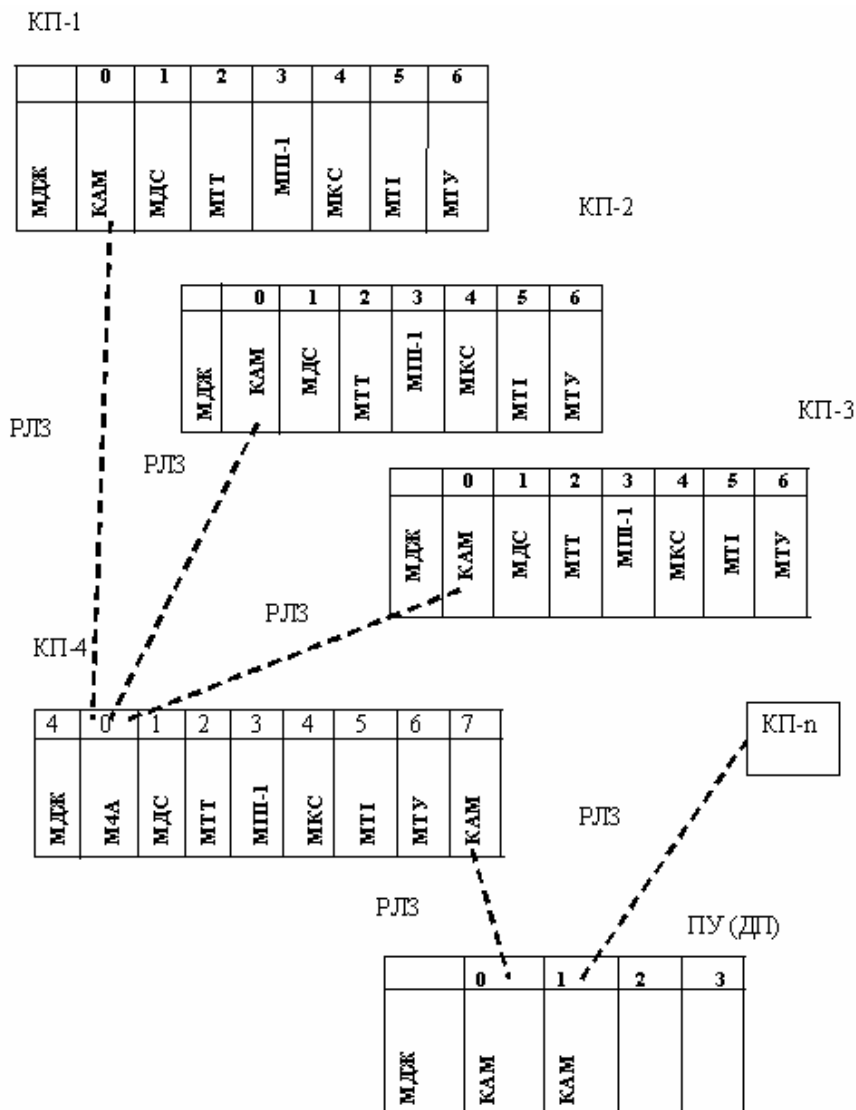


Рис. 2. Функціональна схема передачі інформації через опорний КП-4

У даній структурі оперативна інформація передається по РЛЗ із КП-1, КП-2, КП-3, КП-4 на М4А (модифікація КАМ) опорного КП-4. В міру зміни стану контрольованих об'єктів КП-1...4, інформація передається на ПУ через КАМ (контроллер-адаптер-модем) КП-4 по РЛЗ. Аналогічно можна організувати інформаційний обмін між ПУ й іншими опорними КП-п. У зв'язку з цим проведемо аналіз передачі даних по магістральних лініях зв'язку (МЛЗ) і РКЗ. Функція «ведучого» у ІУТК може бути передана як пристроєві ПУ, так і пристроєві КП. У традиційних пристроях телемеханіки обсяг інформації, переданої від КП у ПУ, значно перевищує обсяг інформації, переданої від ПУ в КП. Тому найчастіше функція «ведучого» передається пристроєві КП. У такому варіанті дані від КП будуть передаватися навіть при відсутності або непрацездатності ТЛЗ у напрямку від ПУ до КП. Принцип передачі інформації в режимі «Ведучий»–«Відомий» між КП і ПУ ІУТК показано нижче на рис. 3.

«Ведучий»

Меандр	пауза	інформація	меандр	$T_{\text{пв}} + T_{\text{пауза}}$	$T_{\text{п}} =$	меандр	пауза
Пауза	меандр	пауза	пауза	інформація	$= 20 \cdot 0,8 + 20 \cdot 0,2 + 40 \cdot 0,2 = 28 \text{ с.}$	пауза	меандр

«Відомий»

Рис. 3

Меандр призначений для синхронізації генераторів тактових імпульсів ПУ і КП. Пауза забезпечує напівдуплексний режим обміну інформацією. «Ведучий» пристрій передає меандри з заданим числом сигналів «1» і «0» циклічно, причому після завершення одного циклу встановлюється пауза, тривалість якої дорівнює часу передачі меандру. Під час паузи «ведучого» пристрою, «відоме» формує і передає меандр у ТЛЗ. Таким чином, «ведучий» пристрій передає меандр незалежно від передачі меандру від «відомого», а передача меандру «відомим» пристроєм ставиться в залежність від прийому меандру від «ведучого». Передача меандру автоматично замінюється передачею інформаційного повідомлення, якщо до моменту початку чергового циклу передачі меандру в пристрої (ПУ або КП) зафіксований запит на передачу повідомлення. Передача інформаційного повідомлення починається в момент, коли пристроєві дозволено передача меандру. Якщо запит на передачу інформації зафіксований з будь-яким тимчасовим зрушенням щодо моменту початку передачі меандру цим пристроєм, передача інформації затримується до початку чергового циклу передачі меандру даним пристроєм. У ПУ ІУТК автоматично контролюється надходження від КП нового інформаційного повід-

омлення в межах встановленого часу. Якщо автоматичне відновлення даних не зафіксовано, від ПУ в КП подається команда примусового виклику відповідного виду інформації.

Проведемо розрахунок циклу передачі усїєї інформації ІУТК «Граніт-Мікро», до приклада від 10 КП які включені в один магістральний канал зв'язку, у кожному КП встановлений один модуль передачі дискретних телесигналів (ТС) і один модуль передачі телевимірювань поточних значень параметрів (ТТ). Прийемо швидкість передачі даних – 200 біт/с.

Повний цикл ($T_{\text{ц}}$) передачі усїєї інформації від 10 КП включає 20 циклів – по двох інформаційних циклів (ІЦ) для кожного КП (передача ТС і ТТ), 20 командних циклів (КЦ) передачі викликів (ПВ) і 40 пауз (П) між ПВ і КЦ.

При швидкості передачі даних 200 біт/с у ІУТК «Граніт-Мікро», тривалість: одного ПВ – 0,8 с, одного КЦ – 0,2 с, однієї П – 0,2 с.

Тоді повний цикл передачі усїєї інформації магістрального каналу зв'язку

З огляду на те, що в запропонованому системному рішенні, організація обміну інформацією між ПУ і КП – 1...n ІУТК здійснюється по РЛЗ через опорний КП-4, а інформація з КП у М4А мається постійно, то такий обмін приведе до значного зменшення кількості меандрів і пауз.

Отже, при відновленні інформації (у міру зміни стану контрольованих об'єктів) і передачі її на ПУ, $T_{\text{ц}}$ зменшиться на відповідну кількість меандрів і пауз у порівнянні з передачею інформації з магістральних каналів зв'язку. Отже, у нашому випадку $T_{\text{ц}}$ зменшиться на

$$T_{\text{п}} = 40 \cdot 0,2 \text{ с.}$$

і швидкодія передачі інформації збільшиться.

При роботі ІУТК у режимі АСКОЕ, для збільшення швидкості передачі інформації, повинне передбачатися здійснення **максимального стиску** виділеної оперативної складової інформації з загального потоку даних АСКОЕ. В одне повідомлення з «оперативною інформацією» АСКОЕ можна ввести дані від 8...32 лічильників, у той час як розмір кодового повідомлення від одного лічильника найчастіше перевищує гранично припустиму довжину повідомлення, переданого реальними наданими каналами зв'язку КП–ПУ. Завдяки відділенню оперативної складової інформації АСКОЕ від неоперативної

інформаційне навантаження на канал зв'язку КП–ПУ різко зменшується, стає можливим без деградації динамічних характеристик оперативного контуру передавати оперативну складової інформації АСКОЕ з циклічністю в одну...три хвилини при швидкості передачі інформації не вище 100...600 бод.

З метою підвищення **вірогідності (цілісності, точності)** передачі інформації в першу чергу, дуже важливо переглянути принципи телесигналізації і телекерування які використовувались у системах телемеханіки «ЭСТ-62», «ЛИСНА». Для підвищення надійності керування тягового електропостачання залізниць, виключення аварійних ситуацій, забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу автором запропоновані методи істотного підвищення безпомилковості телекерування і вірогідності телесигналізації сучасних систем телемеханіки які представлені в статті [8].

У системах телемеханіки «ЭСТ-62», «ЛИСНА» застосований принцип «темного щита сигналізації» з можливістю «квітування» сигналізації «об'єктів». Недоліком застосовуваного «темного щита» є те, що диспетчерові представляється «нормальним» положення об'єкта сигналізації й у тих випадках, коли це положення є результатом ряду можливих несправностей, наприклад, наслідком: виходу з ладу індикатора, обриву ланцюга живлення індикатора, несправності блоків живлення щита, відсутності цих блоків, обриву ланцюга датчика зворотного зв'язку і т. д. Це відбувається тому, що закладена в названих системах телесигналізація об'єкта при розімкнутому стані датчика зворотного зв'язку фактично з об'єктом не зв'язана. Автори [9] вважають, що ступінь вірогідності застосовуваної сигналізації, що задовольняла вимогам часу створення систем, навіряд чи сьогодні може бути визнана задовільною і необхідно використовувати кожне зі станів дат-

чика з застосуванням у залежності від включеного або відключеного станів апарата різного кольору підсвічування. При такій побудові сигналізації кожна з приведених вище несправностей буде замінена диспетчером.

Подібна задача в даний час вирішена в сучасних ІУТК і в частоті «Граніт-Мікро» де застосовується диспетчерський щит відображення стану контрольованих об'єктів за схемою «напівсвітлого» і «світлого» щита [4; 10].

Що стосується телекерування, то з урахуванням відповідального призначення систем переключення високовольтної апаратури і спостереження за її станом, ні в якому разі не повинний пройти жоден помилковий сигнал телекерування як через можливі збої апаратури, так і через можливі помилки диспетчера, і не повинно бути помилкової індикації фактичного стану високовольтного апарата на щиті сигналізації диспетчерського пункту. Для рішення цієї проблеми автором запропоновано застосування дублювання формування команди телеуправління ТУ або «мажоритарний» принцип вибору «правильного» сигналу [8].

Автором статті запропонована модель створення системи інформаційної безпеки ІУТК електропостачання залізниць [11]. Дана модель має можливість оцінки ефективності прийнятих рішень і вибору раціонального варіанта технічної реалізації системи захисту інформації ІУТК. Складовою частиною цієї моделі є «Оцінка підвищення інтегральної вірогідності інформації ІУТК, яка дозволяє провести оцінку проведених організаційних, технічних заходів, програмного забезпечення у відповідності зі стандартами і нормами з метою підвищення надійності, перешкодозахисності, швидкодії, вірогідності прийому інформації. Дана частина моделі представлена в табл. 1 та рис. 4–6.

Таблица 1

№ етапа	Перечень показателей	Номер элемента матрицы	Профиль безопасности требемый	Профиль безопасности достигнути	Оценка выполнения	Степень выполнения требований	Степень выполнения требований всех этапов	Количественная оценка
1	1	111	1	0,8	0	0,79	0,78	0,18
	2	112	1	0,7	0			
	3	113	1	0,9	0			
	4	114	1	0,75	0			
2	5	211	1	0,75	0	0,80	0,78	0,18
	6	212	1	1	1			
	7	213	1	0,75	0			
	8	214	1	0,7	0			

№ етапа	Перечень показателей	Номер элемента матрицы	Профиль безопасности требуемый	Профиль безопасности достигнутой	Оценка выполнения	Степень выполнения требований	Степень выполнения требований всех этапов	Количественная оценка
3	9	311	1	1	1	0,76	0,78	0,18
	10	312	1	0,78	0			
	11	313	1	0,6	0			
4	12	314	1	0,65	0	0,86		
	13	411	1	1	1			
	14	412	1	0,85	0			
	15	413	1	0,8	0			
5	16	414	1	0,77	0	0,73		
	17	511	1	1	1			
	18	512	1	0,9	0			
	19	513	1	0,6	0			
6	20	514	1	0,4	0	0,71		
	21	611	1	0,9	0			
	22	612	1	0,8	0			
	23	613	1	0,65	0			
7	24	614	1	0,5	0	0,83		
	25	711	1	1	1			
	26	712	1	0,65	0			
	27	713	1	0,8	0			
	28	714	1	0,88	0			

Сравнение профилей ЗИ



Рис. 4

Оценка этапов

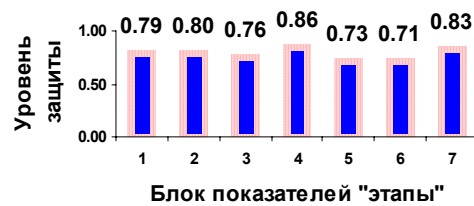


Рис. 6

Оценка полного выполнения требований ЗИ



Рис. 5

Висновки

Відповідно до критерію інтегральної вірогідності для зменшення імовірності перекручування інформації необхідно розглядати основні параметри – надійність, перешкодозахищеність, швидкість і вірогідність у їхньому взаємозв'язку.

Використання зазначеного критерію оцінки якості інтегрованих систем управління визначає структуру й алгоритми роботи модулів ІУТК, а також процедури проведення інформаційних обмінів як між модулями одного при-

строю і концентратором, так і по трасі доставки інформації від передавача приймачеві.

Для забезпечення інтегральної вірогідності інформації необхідно проводити наступні технічні заходи:

- безперервна діагностика працездатності ФМ ІУТК і підвищення її якості;

- обрамлення інформації режимів АСДУ, АСКОВЕ, РАІ, спеціальними кодами які забезпечують зниження імовірності перекручувань, що не виявляються, інформації до... 10^{-16} ;

- методологія досягнення високої вірогідності повинна сполучитися з методами скорочення часу на підготовку і передачу інформаційних повідомлень;

- виключення несанкціонованого впливу на кодове інформаційне повідомлення;

- забезпечення передачі інформації з каналів зв'язку, з вірогідністю відповідним установленим критеріям, у різних режимах роботи ІУТК. Тому для підвищення вірогідності переданих даних потрібно підвищувати ступінь перешкодозахищеності лінії, знижувати рівень перехресних наведень у кабелі, а також використовувати більш ліній зв'язку з широкою смугою;

- використання для побудови ІУТК стандартних (загальноприйнятих) операційних систем, драйверів введення-виведення інформації, структур баз даних;

- резервування каналів зв'язку і незалежність формування баз даних у кожній частині обробного центра ЦППС;

- застосування схем дублювання команди ТУ для підвищення безпомилковості телекерування;

- застосування диспетчерського щита відображення стану контрольованих об'єктів за схемою «напівсвітлого» і «світлого» щита з метою підвищення вірогідності ТС;

- при використанні для передачі даних у ЦППС найбільш незахищених каналів мобільного зв'язку в ланцюг формування інформаційного повідомлення необхідно вводити додатковий вузол шифрування переданих даних;

- забезпечення проведення тестового контролю справності пристроїв.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сапожников В. В. Надежность систем железнодорожной автоматики телемеханики и связи. / В. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников Вл. В., В. И. Шаманов. – М.: «Маршрут», 2003. – 261 с.
2. Локазюк В. М. Надійність, контроль, діагностика і модернізація ПК. / В. М. Локазюк, Ю. Г. Савченко - К.: Академія, 2004. – 375 с.
3. Портнов Е. М. Анализ состояния производства, принципов построения и тенденций развития информационно -управляющих комплексов для АСУ распределенных энергообъектов и производств. – М., МИЭТ, 2002. – 78 с.
4. Информационный материал по проектированию применению информационно- управляющего телемеханического комплекса «Гранит-микро» (товарный знак МИКРОГРАНИТ). Редакция 5, 2004 г. Научн. руковод. СНПП «Промэкс» Портнов М. Л. – 93 с.
5. Портнов Е. М. Системотехника интегрированных информационно – управляющих комплексов «Гранит-микро». / Е. М. Портнов, А.А. Кокеихин, В. З. Голько, А. С. Ищенко, Е. А. Остринский. – М., МИЭТ, 2002. – 7 с.
6. Матусевич А. А. Методы защиты аппаратуры автоматики и телемеханики железных дорог от внутренних и внешних воздействий. // Сборник научных трудов, выпуск 48 (131), УрГУПС, Екатеринбург, 2006.
7. Горелов Г. В. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте. / Г. В. Горелов., А. А. Фомин., А. А. Волков и др. – М., Транспорт, 2001. – 415 с.
8. Матусевич А. А. Некоторые подходы к развитию телемеханики. // Залізничний транспорт України. – 2007. № 2 – С. 77–80.
9. Портнов Е. М. Состояние производства, системотехника и тенденции развития информационно-управляющих комплексов для АСУ промышленности и непрмышленной сферы. – М., МИЭТ, 2001. – 24 с.
10. Васильев Ю. П. Предложения по построению систем телемеханики электроснабжения железных дорог / Ю. П. Васильев, Н. С. Ерлыков, П. Н. Ерлыков – СПб, ПГУПС, 2005. – 10 с.
11. Матусевич А. А. Модель системы защиты информации информационно-управляющих телемеханических комплексов электроснабжения железных дорог. Доклад, 66 Международная конференция ДНУЗТ, 11.05 – 12.05.2006.

Надійшла до редколегії 15.05.2007.