

---

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ 75-Ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

---

**НАПРЯМОК «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА, ЗВ'ЯЗОК»**

УДК 656.257:681.32

*О.Ю. Каменєв  
O. Kamenyev*

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ СЕРТИФІКАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ  
МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ МПЦ-С**

**METHODS AND FACILITIES OF CERTIFICATION TESTS  
OF MICROPROCESSOR SYSTEM MPC-S**

Сертифікаційні випробування на функційну безпечність (ФБ) та електромагнітну сумісність (ЕМС) системи мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів МПЦ-С проведені протягом січня 2012 р. – березня 2013 р. Мета випробувань – підтвердження відповідності системи вимогам ДСТУ 4178-2003, ДСТУ 4151-2003, ГОСТ 12.2.007.0-75, пам'ятці Організації співробітництва залізниць Р-844. Під час організації та проведення випробувань застосований ряд новітніх розробок, виконаних у межах НДР, спрямованих на дослідження ФБ та ЕМС даної системи:

- метод прямих сум, в основу якого закладене графоаналітичне представлення об'єктів керування і контролю, їх зв'язків та властивостей, – на етапі формування моделей для випробувань перед кожним їх циклом;

- метод імітаційних випробувань, в основу якого закладається відтворення роботи верхнього та середнього рівнів системи МПЦ-С реальними пристроями, а лише нижнього рівня імітаційною моделлю, – на етапі випробувань на ФБ на імітаційних моделях;

- методи комбінованих випробувань (відокремлених груп, об'єктів і каналів), в основу яких закладений синтез

імітаційного та фізичного моделювання пристроїв нижнього рівня, – на етапах стендових випробувань на ФБ та випробувань на ЕМС.

Технічна реалізація зазначених методів виконана на базі комбінованого випробувального комплексу мікропроцесорної централізації (згідно з патентом UA 77047 U, опубл. 25.01.2013, Бюл. №2), комп'ютерної програми синтезу експериментальної моделі мікропроцесорної централізації (згідно з свідоцтвом про реєстрацію авторського права № 47467 від 28.01.2013), спеціалізованої імітаційної моделі нижнього рівня МПЦ-С та програмного комплексу тестування (для автоматизації процесу випробувань).

Крім того, вплив електромагнітних завад при випробуваннях на ЕМС виконаний за методами, прописаними в ДСТУ 4151-2003 із застосуванням спеціалізованого обладнання. Методи комбінованих випробувань при цьому дозволили відтворити необхідний набір вихідних станів при дії завад.

Випробування проведені за участю фахівців ДВЦ «Електромаш», НДПКІ «Молнія», ДП «ХарОСЗТ», УкрДАЗТ та ТОВ «НВП «САТЕП». Результати підтвердили відповідність системи МПЦ-С зазначеним нормативним документам.

УДК 656.212.5:216.2

*М.В. Субботін*  
*M. Subbotin*

**ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДА ЗА РАХУНОК ІНФОРМАЦІЇ  
ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ**

**DETERMINING SPEED TRAIN DUE TO INFORMATION POINT TRACK GAUGES**

Практика показує, що значна кількість ДТП на переїздах виникла через неправильну оцінку ситуації і нехтування показань переїзної сигналізації водіями автотранспортних засобів. Переважно через великий час затримки автомобілів біля переїзду водії розцінюють роботу пристроїв сповіщення неадекватною і приймають рішення самотужки переконатися у наближенні поїзда до переїзду. У разі впливу таких факторів навколишнього середовища, як недостатня видимість або загородження зони видимості будівлями, відстань до поїзда, що наближається, може бути виміряна неправильно. Водії приймають рішення перетинання залізничних колій і не беруть до уваги швидкість локомотива та інерційність рухомого складу взагалі. Таким чином, більшість ДТП виникає при

порушенні правил дорожнього руху водіями автомобільного транспорту.

Також негативною рисою є те, що переїзд закривається для руху автотранспорту після проходження поїздом фіксованої точки, яка не залежить від параметрів руху поїзда і розраховується в залежності від максимальної допустимої швидкості руху по ділянці.

Визначення параметрів руху поїзда можна реалізувати за допомогою точкових датчиків, які забезпечать визначення як швидкості, так і прискорення. Виходячи з цього, доповнення схеми керування переїзду вищезазначеною системою забезпечить унеможливлення завчасного перекриття переїзду. Також є доцільним використання системи визначення параметрів руху на сортувальній гірці для автоматичного регулювання швидкості скочування відцепів.

УДК 656.216.2:004.4'474

*І.Г. Воліченко*  
*I. Volichenko*

**КОНТРОЛЬ ДОТРИМАННЯ ПРАВИЛ ПРОЇЗДУ ПЕРЕЇЗДІВ ВОДІЯМИ  
АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ ВІДЕОКОНТРОЛЮ**

**CONTROL OF RULES PASSAGE LEVEL CROSSINGS FOR MOTOR VEHICLE  
DRIVERS BY THE SYSTEMS VIDEO MONITORING**

У 2012 році на переїздах України сталося 89 випадків дорожньо-транспортних пригод (ДТП), що більше за показник 2011 року на дев'ять випадків. Збільшення кількості ДТП спостерігається

вперше за останні п'ять років, хоча кількість переїздів на мережі Укрзалізниці постійно зменшується. Основною причиною ДТП залишається порушення правил дорожнього руху (ПДР) водіями

автотранспортних засобів. Вберегтися від ДТП в такому випадку можливо лише при застосуванні пристроїв загородження переїзду (ПЗП), що унеможливають рух до небезпечної зони переїзду. Проте встановлення ПЗП є доволі затратним та не усуває причину порушень правил. Для підвищення відповідальності водіїв автотранспортних засобів доцільно використовувати системи відеоконтролю та відеофіксації порушення ПДР. Для оцінки рівня безпеки потрібні дані про швидкість автотранспорту, що наближається до переїзду. Перспективним є об'єднання функцій фіксації номерного знака автомобіля, факту проїзду

заборонного показання переїзного світлофора та перевищення швидкості в одному функціональному вузлі, що базується на оптичному датчику (відеокамері). На даний момент проходить метрологічні випробовування український програмно-апаратний комплекс «Оберіг», що може виконувати вищезазначені функції. Зацікавленість в подібних системах проявляє Державна автомобільна інспекція. Проте для підвищення ефективності заходів зі зниження аварійності на переїздах потрібна зацікавленість усіх причетних установ, у тому числі органів місцевого самоврядування та Укрзалізниці.

УДК 656.259

*С.О. Радковський, А.М. Трунаєв  
S.O. Radkovskiy, A.M. Trunaiev*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАМІНИ РЕЙКОВИХ КІЛ СИСТЕМАМИ РАХУНКУ ОСЕЙ**

### **PERSPECTIVES REPLACE TRACK CIRCUITS SYSTEMS ACCOUNT AXLES**

Системи залізничної автоматики, що використовуються на Укрзалізниці, визначають наявність рухомої одиниці на колії за допомогою рейкових кіл. Рейкові кола, порівняно з іншими пристроями, мають ряд переваг: системи на їх основі не потребують перезавантаження, вони являють собою один з основних засобів визначення зламу рейок. Серед недоліків рейкових кіл слід визначити: малий обсяг інформації, що передається, енергетична та економічна неефективність, високі експлуатаційні витрати.

Наведених вище недоліків позбавлені системи, засновані на використанні колійних датчиків та систем рахунку осей. Але в цих системах є суттєвий недолік, що сповільнює їх поширення на магістральному транспорті, – це неможливість контролювати фізичний стан

рейок. Одним зі способів вирішення цієї проблеми є використання акустичної хвилі частотою від 3 до 80 кГц. На основі даного принципу побудовані: комерційна система Spoornet у ПАР, експериментальні системи у США та Великобританії.

Принцип дії подібних систем полягає у такому: передавач передає у рейкове коло акустичну хвилю, яка приходить (або не приходить) на приймач, що знаходиться на відстані від 1 до 2,5 км від передавача. Висока напруга керуючих імпульсів, що генерує передавач, перетворюється в акустичну хвилю та розповсюджується в обох напрямках завдяки ультразвуковим перетворювачам. Приймач містить електроніку для виявлення навіть дуже слабких сигналів, отриманих з передавача, тим самим визначається стан рейок.

Інтеграція пристроїв контролю цілісності рейок за допомогою акустичної хвилі у системи рахунку осей позбавляє їх

основного недоліку і відкриває широкі можливості застосування таких систем на українських залізницях.

УДК 621.391

*С.І. Приходько, О.С. Волков, А.В. Боцул  
S.I. Prihodko, A.S. Volkov, A.V. Botsul*

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДЕКОДУВАННЯ ДИСКРЕТНИХ  
ПОВІДОМЛЕНЬ У КАНАЛАХ З ПАМ'ЯТТЮ**

**ANALYS OF METHODS FOR DECODING DISCRETE  
MESSAGES IN CHANNELS WITH MEMORY**

Проведено аналіз відомих методів декодування завадостійких блокових та згорткових кодів. Розглянуто основні моделі каналів з пам'яттю та без пам'яті. Показано, що класичні методи декодування блокових та згорткових кодів з ростом довжини блока або із збільшенням довжини кодового обмеження стають малоефективними з практичної точки зору. Виявлені недоліки відомих методів

декодування дозволяють зробити висновки, що для ефективної боротьби з пакетами помилок у каналах з пам'яттю необхідно застосування кодових конструкцій, які включають до себе перемежувач (деперемежувач). Таким чином, удосконалення та розроблення нових методів завадостійкого декодування блокових та згорткових кодів є актуальним науковим завданням.

УДК 621.391

*В.П. Лусечко, Я.Я. Обіход  
V.P. Lysechko, Y.Y. Obihod*

**МЕТОДИ НАВЧАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ В КОГНІТИВНИХ  
РАДІОМЕРЕЖАХ**

**TRAINING METHODS OF MONITORING SPECTRUM IN COGNITIVE RADIO  
NETWORKS**

Обмеженість радіочастотного ресурсу вимагає нового підходу до вирішення проблеми електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів. Актуальним питанням є використання принципів когнітивності в системах радіозв'язку.

При виконанні досліджень було проведено дослідження методів управління системами когнітивного радіо, проаналізовано стан використання

міжнародних та українських частотних ресурсів, здійснено дослідження характеристик протоколу IEEE 802.22. Також були проведені дослідження передових сучасних систем навчання когнітивних радіосистем, а саме:

- цикл Бойда;
- метод навчання управління систем на основі нечітких нейронних мереж;

- метод навчання управління систем на основі мереж MANET;
- управління систем на основі кіл Маркова.

Найкращі характеристики в часі та швидкості навчання були виявленні на основі заданого когнітивного циклу з використанням кіл Маркова.

УДК 621.391

*М.А. Штомпель  
N.A. Shtompel*

### РОЗВИТОК МЕТОДІВ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

#### DEVELOPMENT METHODS NOISEPROOF CODING IN FIBER OPTIC TELECOMMUNICATION SYSTEMS

У сучасних волоконно-оптичних телекомунікаційних системах (ВОТС) застосовуються різноманітні методи завадостійкого кодування, частина з яких стандартизована у відповідних рекомендаціях Міжнародного союзу електрозв'язку. Першим поколінням завадостійких кодів, що використовуються у ВОТС, є блокові коди, наприклад коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема та коди Рида-Соломона. На основі даних блокових кодів та згорткових кодів будуються більш ефективні кодові конструкції – послідовні каскадні коди. Наприклад, широке розповсюдження у ВОТС отримали каскадні коди у результаті об'єднання кодів Рида-Соломона та згорткових кодів. Таким чином, каскадні кодові конструкції є

другим поколінням завадостійких кодів, що використовуються у ВОТС. У теперішній час значний інтерес викликають завадостійкі коди, що підтримують ітеративне декодування, до яких відносяться турбокоди, блокові турбокоди добутку та коди з малою щільністю перевірок на парність. Даний клас кодів можна розглядати як третє покоління завадостійких кодів, що застосовуються у ВОТС. Отже, актуальним напрямком подальших досліджень є обґрунтування вибору певного методу завадостійкого кодування з класу кодів, що підтримують ітеративне декодування, з урахуванням особливостей та характеристик сучасних ВОТС.

УДК 621.391

*О.О. Кузнєцов, С.І. Приходько, Білал Хамзе  
A.A. Kuznetsov, S.I. Prihodko, Bilal Hamze*

### БАГАТОВИМІРНІ СПЕКТРИ ДЛЯ ОПИСУ КАСКАДНИХ КОДІВ В ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТІ

#### MULTIDIMENSIONAL SPECTRA TO DESCRIBE THE CONCATENATED CODES IN THE FREQUENCY DOMAIN

Розглядається математичний апарат багатовимірного дискретного перетворення

Фур'є в кінцевих полях Галуа. Досліджуються методи опису лінійних

блокових кодів у частотній області. Показано, що на відміну від ітеративних кодів (кодів-творів) каскадні коди в загальному випадку не можуть бути описані в частотній області в термінах багатовимірних спектрів.

Розвивається математичний апарат багатовимірних спектрів, зокрема отримані аналітичні вирази, що встановлюють взаємно-однозначну функціональну відповідність спектра послідовності над кінцевим полем і спектрів відповідних слів,

отриманих обмеженням цього слова на підполі.

Отримані вирази дають механізм до опису каскадних кодових конструкцій у багатовимірній частотній області, що дозволить розпаралелювати вироблювані обчислення, а також за рахунок використання швидкого багатовимірного перетворення Фур'є істотно скоротить обсяг обчислень при реалізації алгоритмів кодування і декодування.

УДК 621.391

*К.А. Трубчанінова*  
*К.А. Trubchaninova*

## МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ OTN

### MODERNIZATION OF TRANSPORT NETWORK WITH TECHNOLOGY OTN

Технологія OTN (оптична транспортна мережа) була стандартизована як повністю детермінована багаторівнева архітектура, заснована на принципі мережевої взаємодії "користувач – сервер". Тому контейнер OTN дозволяє вести прозору передачу будь-якого клієнтського протоколу без якого-небудь збитку вихідним характеристикам користувальницьких послуг. Це означає, що такі пакетні протоколи, як IP, MPLS, Ethernet, Fibre Channel, ESCON і протоколи передачі відео, можуть безперешкодно передаватися в мережі OTN. При цьому гарантується повноцінна підтримка старих мережевих з'єднань SDH. Технологія OTN дозволяє максимально ефективно використовувати ресурси інфраструктури оптичної мережі, мультиплексує на одній довжині хвилі кілька різнорідних клієнтських мереж з різними швидкостями передачі, протоколами та джерелами синхронізації (DWDM). Зараз ієрархічна структура OTN підтримує передачу даних на швидкості 100 Гбіт/с з можливістю масштабування в

майбутньому до рівня більш високої швидкості, при цьому SDH не здатні забезпечити таку масштабованість - їх максимальна швидкість не перевищує 40 Гбіт/с.

Показано, що OTN являє собою оптимальний підхід до модернізації мережі, так як OTN забезпечує як передачу SDH даних, так і гнучкість для ефективного транспорту пакетів Ethernet на швидкості від GE до 100GE в поєднанні з транспортними каналами 40G і 100G. Таким чином, можна стверджувати, що мережа OTN призначена для забезпечення не тільки високих швидкостей передачі даних, але й гнучкого та надійного адміністрування DWDM-мережами. Крім того, до числа основних переваг OTN можна віднести повну зворотну сумісність з SDH і прозорість для існуючих комунікаційних протоколів, а реалізація механізму FEC (стандартний метод попереджуючої корекції помилок) дозволяє отримати додатково 6 dB до оптичного бюджету лінії, що відповідає додатковим 25- 30 км на довжині хвилі 1550 нм.

УДК 621.391

*Г.В. Альошин, С.І. Приходько, С.В. Индик*  
*G.V. Aloshin, S.I. Prihodko, S.V. Indyk*

**ПОГРІШНІСТЬ ВИМІРІВ ФАЗИ ВУЗЬКОСМУГОВИХ КОЛИВАНЬ  
ЗАВАДОСТІЙКИМ ЦИФРОВИМ ФАЗОМЕТРОМ**

**ERROR OF MEASUREMENTS OF A PHASE OF NARROW-BAND FLUCTUATIONS  
BY THE NOISEPROOF DIGITAL PHASEMETER**

Завадостійкий цифровий метод вимірів фази призначений для роботи у фазометрах і ФАП, де впливають позасмугові корельовані завади, електромагнітні завади з нижчою частотою і навіть субгармоніки основної частоти [Завадостійкий фазовий детектор. Заявка № у 2012 13944 від 07.12.2012р.].

Особливо корисний цей метод для багатофункціональних мікропроцесорів, де найбільш проблематична електромагнітна сумісність.

Вимагається оцінити вплив рівня завад на точність цифрових вимірів фази.

Якщо маємо справу із завадою низької частоти, то, як показано, метод, що підвищує нечутливість вимірювача до

завади, працює без істотних додаткових помилок.

Для загального випадку, коли час кореляції завад обмежений, метод також працює, проте з деякою погрішністю, яка обумовлена тим, що за час періоду, коли робляться виміри, завада істотно змінюється, що призводить до асиметрії інтервалу і до додаткової погрішності.

Погрішність виміру фази новим цифровим фазометром по відношенню до позасмугової низькочастотної завади в

$$(\delta\tau_n)^2 = \frac{\Omega^2 T_0^2}{4\omega^2 q} = \frac{(2\pi)^2}{4K_1^2 \omega^2 q} = \frac{1}{4K_1^2 \omega^2 q} \quad \text{раз}$$

менше, ніж при класичному методі вимірів. Це дозволяє або ослабити позасмугову заваду, або ослабити вимоги до електромагнітної сумісності.

УДК 621.391

*О.С. Волков, М.В. Беспалова*  
*A.S. Volkov, M.V. Bepalova*

**МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ  
ДІЛЯНКИ ЦИФРОВОЇ МЕРЕЖІ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

**METHOD OF CALCULATING THE LENGTH OF THE REGENERATION AREA  
DIGITAL NETWORK TECHNOLOGICAL COMMUNICATION**

У теперішній час на мережі оперативно-технологічного зв'язку знаходиться в експлуатації велика кількість аналогового обладнання, яке морально і фізично застаріло та не відповідає

сучасним техніко-експлуатаційним вимогам. Тому встановлення сучасного цифрового обладнання на мережі оперативно-технологічного зв'язку є перспективним напрямком їх розвитку.

Розпорядчі станції оперативно-технологічного зв'язку розміщуються, як правило, у відділенні залізниці, а диспетчерські ділянки можуть бути досить віддалені від станції, де знаходяться відділення залізниці. Доцільно як первинну мережу використовувати волоконно-оптичні лінії передачі, але на залізничному транспорті та деяких ділянках використовуються кабелі з мідними жилами. Це є наслідком відсутності можливості впровадження на всіх ділянках залізниці волоконно-оптичної лінії передачі. У той же час існує проблема підключення віддалених станцій оперативно-технологічного зв'язку за допомогою кабелів з мідними жилами. На практиці ефективним вирішенням цієї проблеми є використання технології xDSL.

Визначення довжини регенераційної ділянки важливо для знаходження

необхідної кількості регенераторів на лінії. При цьому довжина регенераційної ділянки має бути найбільшою, це пов'язано з тим, що необхідно мінімізувати кількість регенераторів. Дана методика дозволяє врахувати різні параметри, які впливають на якість передачі інформації, до них належать: згасання на ближньому та дальньому кінцях, тип модуляції, згасання регенераційної ділянки, захищеність від перехідних впливів, тип кабелю, що використовується, захищеність для багаторівневого коду, а також захищеність від власних шумів.

Використання запропонованої методики розрахунку довжини регенераційної ділянки дозволить значно покращити техніко-економічні показники при побудові мережі оперативно-технологічного зв'язку залізничного транспорту.

УДК 621.391

*О.С. Жученко, О.В. Суєта*  
*A.S. Zhuchenko, O.V. Suyeta*

## МЕТОД ОЦІНКИ НЕОБХІДНИХ РЕСУРСІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ КІЛЬЦЕВОЇ ТОПОЛОГІЇ

### METHOD FOR EVALUATING THE NECESSARY RESOURCES TELECOMMUNICATIONS NETWORKS RING TOPOLOGY

Телекомунікаційні мережі кільцевої топології мають підвищену відмовостійкість при прийнятних витратах на організацію такої мережі. На етапі проектування кільцевих мереж для забезпечення заданих показників якості обслуговування необхідно проводити оцінку необхідних ресурсів мережі, таких як кількість каналів або пропускну спроможність трактів передачі.

Існуючий метод дозволяє оцінити необхідні ресурси мережі, але вимагає, щоб були відомі інтенсивності навантажень або потоків пакетів між кожною парою вузлів,

знаходження яких є складним завданням і може бути ґрунтоване на використанні відомих статистичних даних або розрахунків, які базуються на припущеннях, що не завжди виконуються в реальному випадку. В умовах відсутності статистичних даних результати розрахунків значно відрізняться від реальних, що, зрештою, призведе до значного підвищення погрешностей розрахунків при великому обсязі необхідних обчислень. У зв'язку з цим виникає актуальне завдання в удосконаленні методу оцінки необхідних ресурсів кільцевих мереж.



Розроблений метод і алгоритм оцінки необхідних ресурсів телекомунікаційних мереж кільцевої топології дозволяє приблизно оцінити необхідні ресурси в умовах, коли розподіл інформаційних потоків між вузлами мережі можна звести

до однієї з трьох заздалегідь відомих типових моделей розподілу, при цьому розрахунок інтенсивності навантажень або потоків пакетів між кожною парою вузлів не потрібен.

УДК 621.391.2

*О.П. Батаєв, С.В. Родіонов*  
*O.P. Batayev, S.V. Rodionov*

**РЕКУРЕНТНИЙ СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ РІВНІВ РАДІОПЕРЕШКОД,  
ІНВАРІАНТНИЙ ДО ЗМІНИ ЇХ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

**RECURRENT METHOD OF EVALUATION OF LEVELS OF RADIO  
INTERFERENCES, WHICH INVARIANT TO THE CHANGE OF THEIR  
CORRELATION PROPERTIES**

При вирішенні завдань моніторингу, а також синтезу систем зв'язку і управління, що функціонують в умовах різних збуджуючих дій, дуже конструктивними є такі методи забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС), як методи оптимальної лінійної фільтрації в просторі станів.

Сучасні оптимальні аналізатори-екстраполятори виявляються чутливими до змін кореляційних властивостей завад, що призводить до збільшення помилки оцінювання результатів вимірів. Така ситуація, наприклад, може мати місце при моніторингу радіочастотної обстановки на групі радіостанцій, випромінюючих різні частоти, на яких процеси зміни рівнів завад у часі протікають з різною швидкістю. Використання в даному випадку оптимальних алгоритмів призведе до того, що погрішність вимірів рівнів завад на

різних частотах виявиться різною, а отже, достовірність вибору найкращих для надійного зв'язку частот буде нижча потрібної.

З метою забезпечення необхідної достовірності роботи аналізатора-екстраполятора в умовах дії радіозавад з кореляційними властивостями, що змінюються, пропонується рекурентний спосіб оцінювання рівнів випадкових радіозавад у широкому діапазоні зміни їх кореляційних властивостей, наведено алгоритм його функціонування, синтезована його функціональна схема і отримані результати статистичного моделювання алгоритму на ПЕВМ. Ці результати свідчать про високу точність оцінки і малу чутливість синтезованого алгоритму до кореляційних властивостей радіозавад.

УДК 621.391

*О.С. Волков, Н.В. Полянська*  
*A.S. Volkov, N.V. Polyanskova*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ КОМУТАЦІЇ ІНТЕГРАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

**RESEARCH PRINCIPLES OF DIGITAL SWITCHING SYSTEMS INTEGRATED NETWORK TECHNOLOGICAL COMMUNICATION**

Специфіка залізничного транспорту передбачає виконання наказів у найкоротші терміни. Для цього передбачена наявність диспетчерів, які керують технологічним процесом, віддаючи накази відповідним абонентам, що їм підпорядковані. Специфіка роботи диспетчера передбачає необхідність виклику одного або декількох абонентів одночасно. Проведене дослідження виявило закономірності встановлення індивідуального та циркулярного викликів різних видів

зв'язку. Були побудовані діаграми, що наочно ілюструють встановлення та розрив з'єднання. Завдяки поданим схемам логічної взаємодії абонентів можливо прослідкувати процеси, що відбуваються в каналі зв'язку при індивідуальному та циркулярному викликах. У результаті дослідження отримана стандартна послідовність дій для встановлення розпорядчого зв'язку, яка складається з кроків, поданих у вигляді алгоритму.

УДК 621.391

*А.О. Єлізаренко*  
*A.A. Yelizarenko*

**МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КАНАЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ В ДЕЦИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ**

**METHODS OF CALCULATION OF TECHNOLOGICAL CHANNELS OF RADIO COMMUNICATION IN THE DECIMETER RANGE**

На залізницях широко застосовують мережі технологічного радіозв'язку в метровому діапазоні радіохвиль, для яких розроблені відомчі методики організації і розрахунку каналів. Подальший розвиток залізничного технологічного радіозв'язку пов'язаний з впровадженням сучасних цифрових систем стандартів TETRA і GSM-R з організацією мереж у нових діапазонах радіохвиль на частотах 460 і 900 МГц. У зв'язку з цим актуальною стає задача розробки методики розрахунку каналів у цих смугах частот.

Необхідно визначити умови і межі застосування відомих моделей прогнозування поширення радіохвиль та розробити уточнені, які найбільш адекватно відображають закономірності поширення радіохвиль з урахуванням впливу інфраструктури залізниць.

Для розрахунків каналів рухомого радіозв'язку найбільш широко використовують моделі на основі рекомендацій ITU-R P.1546, остання редакція якої була запропонована в 2007 р., і модель Окамури-Хата, яка набула

офіційного статусу рекомендації ІТУ-R P.529. Модель Окамури-Хата має певні переваги. Вона доволі проста і подається в аналітичній формі. Базова модель розрахована для прогнозування напруженості поля в умовах міст зі щільною забудовою. Але відомі методи адаптації моделі Окамури-Хата для

відмінних умов поширення радіохвиль на основі зміни стандартних параметрів.

В роботі запропонована удосконалена модель, яка враховує особливості впливу інфраструктури залізниць на поширення радіохвиль, що дозволяє підвищити точність розрахунку зон обслуговування в мережах технологічного радіозв'язку.

УДК 621.396.1

*О.П. Батаєв, Є.С. Захаров*  
*O.P. Batayev, E.S. Zakharov*

### ОЦІНКА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БЕЗПРОВОДОВИХ ЦИФРОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ ЗАВМИРАНЬ ЗА ЗАКОНОМ НАКАГАМІ

#### NOISE STABILITY EVALUATION OF WIRELESS DIGITAL COMMUNICATION CHANNELS IN UNDER NAKAGAMI FADING

При розробці систем і мереж абонентського радіодоступу, наприклад Wi-Fi, WiMAX, LTE і інших, однією з проблем є забезпечення надійного зв'язку в умовах різного виду завмирань сигналів. Для оцінки статистики дрібномасштабних амплітудних завмирань розраховуються їх відносні величини. При цьому до зібраних емпіричних даних при різних значеннях затримок багатопроменевого сигналу підбираються відповідні типові теоретичні розподіли статистики амплітудних завмирань - логарифмічно нормальне, Релея, Райса, Вейбула або Накагамі- $m$ . Нині існує деякі протиріччя відносно того, наскільки точно ці розподіли описують статистику швидких завмирань у каналі. Так, хоча емпіричні результати показують, що найкраще статистика завмирань описується розподілом Накагамі, у

багатьох випадках при аналізі і моделюванні безпроводових каналів використовується розподіл Релея, завдяки своїй простоті і наочності впливу завмирань на передачу.

Іншою перевагою розподілу Накагамі є те, що в окремих випадках при  $m=1$  і при дуже великих значеннях  $m$  воно може бути зведене до розподілу Релея або логарифмічно нормального розподілу, відповідно.

На основі використання розподілу Накагамі отримані уточнені вирази для розрахунку завадостійкості каналів з глибокими завмираннями сигналів при різних видах маніпуляції і структур передаваних сигналів. Завадостійкість оцінюється вірогідністю помилки в каналі зв'язку при когерентному і некогерентному прийомі.

УДК 621.391

*І.В. Ковтун, Н.А. Корольова*  
*I.V. Kovtyn, N.A. Korolova*

**ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СТИСКУ У  
МЕРЕЖАХ РУХОМОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

**A GROUND OF NECESSITY OF THE USE OF METHODS OF CLENCH IS IN THE  
NETWORKS OF MOVABLE RADIO CONTACT**

На залізничному транспорті основними об'єктами керування є рухомі об'єкти, тому найбільший розвиток одержали мережі рухомого зв'язку, які можна поділити на такі класи: стільникового рухомого зв'язку, транкінгового зв'язку, персонального радіовиклику, мережі персонального супутникового зв'язку.

Стільниковий радіотелефонний зв'язок хоча і забезпечує високий рівень сервісу, але має ряд особливостей, що робить його використання недоцільним на залізничному транспорті. Транкінгові системи радіозв'язку схожі зі стільниковими за рівнем сервісу, але коштують значно дешевше. До їх переваг можна віднести швидкість розгортання, компактність обладнання, можливість побудови власних невеликих радіосистем підприємств. На відміну від стільникових, транкінгові системи дозволяють вести переговори без виходу до часто

перевантаженої міської телефонної мережі, мають такий важливий режим, як груповий виклик, підтримують дуплексний зв'язок та роумінг. Крім того, всередині однієї транкінгової мережі забезпечується передача пейджингових повідомлень безпосередньо від абонента до абонента. Але у транкінгових систем є певні недоліки. При децентралізованій організації зв'язку збільшення кількості каналів та завантаженість системи значно збільшує час пошуку вільного радіоканалу. Їм також властива неефективність використання частотного спектра та слабка захищеність інформації. Одним із ключових недоліків, що обмежує використання транкінгових систем, є орієнтованість на передачу речової інформації, тобто невеликих обсягів даних. Тому існує необхідність у використанні ефективних методів стиску інформації, що дозволили б передавати більші обсяги інформації по існуючих лініях зв'язку.

УДК 621.391.2

*О.П. Батаєв, С.В. Поляков*  
*O.P. Batayev, S.V. Polyakov*

**РЕКУРЕНТНИЙ МЕТОД РОЗРІШЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ  
ІСТОТНО РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ**

**RECURSIVE METHOD PERMITS BROADBAND SIGNALS SIGNIFICANTLY  
DIFFERENT INTENSITY**

Особливості обробки і, зокрема, питання розрішення широкосмугових

шумоподібних сигналів (ШШС), вживаних у стандартах безпроводного доступу Wi-Fi,

WiMax, LTE і інших для передачі даних по каналах зі змінною структурою (завмираннями), досліджені недостатньо повно.

Особливо це стає актуальним при стрімкому зростанні нині різних типів радіозасобів, що вимагає забезпечення вимог до їх функціонування з урахуванням електромагнітної сумісності.

На основі алгоритму Зейделя, відповідно до якого оцінка неенергетичних параметрів  $i$ -го сигналу ( $\hat{\tau}_i$  - часова затримка,  $\hat{\Omega}_i$  - частотний зсув) і комплексна амплітуда  $\hat{A}$  знаходяться як межа певної рекурентної послідовності, запропонований рекурентний метод розрішення

ШШС істотно різної інтенсивності з використанням погодженої фільтрації.

При цьому методі обробки корисних сигналів можна забезпечити надійне виділення слабких сигналів при їх маскуванні бічними пелюстками потужніших сигналів.

Цей метод розрішення ШШС може бути використаний при розробленні рекурентних процедур розрішення для різного об'єму апріорної інформації про розрешувальну групу сигналів, що задовольняє необхідній умові "віддільності" при дії як адитивних, так і мультиплікативних завад.

УДК 621.391

*М.О. Колісник*  
*М.О. Kolisnyk*

## АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ МЕРЕЖІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

### ANALYSIS OF THE DIGITAL DEVICE DATA NETWORK FUNCTIONING

При організації сучасних мереж передачі даних виникає задача забезпечення їх високої надійності. Використання промислових маршрутизаторів, які є складними відмовостійкими багатомодульними апаратно-програмними системами з можливістю реконфігурації, має призводити до безперервної надійної роботи мережі з обмеженою кількістю помилок. Але статистичні дані, зібрані з маршрутизаторів, з'єднаних між собою лініями зв'язку, свідчать про суттєве збільшення кількості помилок передачі даних, які призводили до виникнення відмов вже після 5 років експлуатації.

Помилки, що виникають у мережі передачі даних, можуть виникати з деяких причин: неправильне функціонування приймача і передавача, несправність

модемів, несправність кабелю, завади і шуми, помилки програмного забезпечення, відмови вентиляторів, що призводять до перегріву компонентів системної плати та їх відмов.

При цьому інформації про те, який саме тип помилок з перелічених вище викликав збільшення імовірності помилок передачі даних та відмови маршрутизаторів, не достатньо. Для її уточнення доцільно вживати додаткові заходи з вимірювань параметрів, провести аналіз статистики відмов. Різні причини відмов призводять до виникнення різних гіпотез виникнення відмов. Тому для оцінки імовірності виникнення відмов цифрових пристроїв передачі даних в умовах повної невизначеності доцільно використовувати теорему Байєса.

УДК.625.391

*Є.В. Короткіна  
E.V. Korotkina*

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ІТЕРАТИВНОГО  
ТА КАСКАДНОГО КОДУВАННЯ – ДЕКОДУВАННЯ**

**THE COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF ITERATIVE  
AND CASCADE CODING – DECODING**

Ефективним засобом приведення параметрів у сучасних цифрових системах до бажаного співвідношення між достовірністю передачі, необхідною потужністю і пропускнуою спроможністю є використання завадостійкого кодування. Слід зазначити, що порівняно новий тип кодів для виправлення помилок, які виникають при передачі цифрової інформації по каналах зв'язку з шумами, є турбокоди. Їх розроблення розвивається за двома напрямками: згорткові, які утворені шляхом паралельного з'єднання двох або більше згорткових кодерів, і блочні, утворені шляхом послідовного з'єднання двох або більше блочних кодерів. Перевага турбокодів полягає у тому, що вони допускають ітеративну процедуру декодування, в якій на кожній ітерації за допомогою простих процедур декодування аналізуються дані, які належать до простих парціальних кодів.

В результаті проведення порівняння характеристики ітеративного декодування двовимірного блочного турбокоду на основі парціальних кодів Хеммінга (64, 57) з перевіркою на парність у каналі з білим гаусевим шумом і характеристики роботи схеми каскадного кодування, в якій для внутрішнього коду застосовується згорткове кодування і декодування за алгоритмом Вітербі, а для зовнішнього – коди Ріда – Соломона, виявлено, що від використання турбокодування енергетичний виграш складає від 2 до 4 дБ.

Це дозволяє збільшити дальність зв'язку на 40 %, потужність передавача може бути зменшена у 2 рази при інших рівних умовах, або дозволений коефіцієнт шуму приймача може бути збільшений на 3 рази. Оскільки коефіцієнт підсилення і ефективна площа антени пов'язані, також можна скоротити розмір антен, що приймають або передають.

УДК 629.4.083:629.424.2

*М.М. Бабаєв, В.С. Блиндюк, А.П. Зубко  
M. Babaev, V. Blyndiuk, A. Zubko*

**ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ  
ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**OPTIMUM CONTROL OF THE TRACTION ELECTRIC DRIVE OF  
A DIRECT CURRENT**

Автоматична система оптимального керування тяговим електроприводом постійного струму повинна включати в себе пристрій регулювання струму тягового

електричного двигуна. Найбільш поширеними засобами такого регулювання є різновиди дискретного методу, зокрема – реостатного. Слід зазначити, що дискретне

регулювання призводить до різких змін струму, наслідком цього є зменшення ресурсу електромеханічних вузлів МРС та погіршення комфорту пасажирів. Для усунення цього недоліку в сучасному рухомому складі застосовується більша кількість позицій дискретного регулювання або виконується тиристорне регулювання струму при широтно-імпульсній модуляції виконавчого пристрою. Але використання цих засобів приводить до збільшення гармонік тягового струму, які негативно впливають на електричну мережу та пристрої СЦБ. З іншого боку, наразі існують потужні транзистори (наприклад, IGBT, які на відміну від ключових

елементів – тиристорів, дозволяють виконувати аналогове регулювання тягового струму з мінімальною кількістю гармонічних складових. Розглянуто математичну модель вагона електропоїзда, що реалізована з використанням пакетів моделювання безперервних систем. Розроблена математична модель електропоїзда відрізняється універсальністю й дозволяє виконати оптимізацію процесів пуску залежно від профілю колії, завантаження вагонів, що реалізується в програмно-апаратному обладнанні, що входить до складу системи керування.

УДК 629.4.083:629.424.2

*В.С. Блиндюк*  
*V. Blyndiuk*

## АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КОМУТАЦІЇ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

### AUTOMATIC QUALITY ASSURANCE OF SWITCHING OF THE TRACTION ELECTRIC MOTOR

Взаємопов'язаність електромагнітних процесів у електродвигунів постійного струму дає підстави вважати, що явища, які мають місце в процесі комутації створюють у струмі живлення специфічні складові, які містять інформацію як про ці явища, так і про характер комутації окремих секцій або їх груп. Відомо, що в основі вказаних явищ лежить змінні в часі контактні опори щіток та пластин колектора, які, строго кажучи, мають ймовірнісний характер, обумовлений випадковістю кількості точок мікроконтакту. Однак у макромасштабі опори контактів досить точно визначаються відомими детермінованими співвідношеннями для перехідних опорів. З огляду на особливу важливість, яку має контроль ступеня іскріння щіток для правильної експлуатації електродвигуна, набуває суттєвої важливості розгляд

питання про інформативність живильного струму з точки зору отримання відомостей про іскріння двигуна. На цьому шляху слід розв'язати низку таких проміжних задач:

- побудова адекватної розв'язуваної задачі схеми заміщення електродвигуна з урахуванням джерел іскрового процесу;
- побудова математичної моделі іскрового процесу;
- розрахунок іскрової компоненти живильного струму;
- розроблення методів і засобів оцінювання ступеня іскріння електродвигуна за результатами оцінки параметрів цієї компоненти.

Розв'язання цих проміжних задач дозволить визначити ступінь іскріння електродвигунів постійного струму безпосередньо в ході експлуатації без їх препарування в ремонтних підрозділах.

УДК 621.391:681.518

*М.Г. Давиденко, В.О. Сотник  
M. Davydenko, V. Sotnyk*

### **ПРЯМА ЛІНІЯ ТА ВІДГАЛУЖЕННЯ ЯК ЗВ'ЯЗАНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ЛІНІЇ**

#### **STRAIGHT LINE AND BRANCHES AS THE CONNECTED ELECTRIC LINES**

При збільшенні швидкостей та інтенсивності руху поїздів відбувається викривлення сигналів числових кодів сучасних систем автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН), що знижує ефективність їх роботи і, як наслідок, – відмов існуючих пристроїв АЛСН. Це потребує впровадження нових методів та засобів їх удосконалення. Розглянуто математичну модель «локомотивна котушка – рейка», яка є більш адекватною реальним геометричним формам та просторовому розташуванню

взаємодіючих елементів, що дозволило провести аналіз особливостей індуктивного зв'язку рейок та локомотивних котушок системи АЛСН на ділянці стрілкового переводу. Отримано співвідношення, що забезпечують аналітичний зв'язок взаємної індуктивності котушки із шириною рейки. Встановлено, що на тих підділянках стрілкового переводу, де ширина рейок зростає, величина взаємної індуктивності локомотивної котушки з відповідною рейкою зменшується при розширенні останньої.

УДК 621.391:681.518

*О.М. Ананьєва  
O.M. Ananyeva*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ДОДАТКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОЗНАК СТАНУ РЕЙКОВОЇ ЛІНІЇ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНИХ КОЛІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

#### **RESEARCH OF ADDITIONAL INFORMATION SIGNS OF THE CONDITION OF THE RAIL LINE AT THE EXPENSE OF IMPROVEMENT OF CONTINUOUS TRAVELLING CONVERTERS**

На залізничному магістральному транспорті та метрополітенах України і країн СНД широке застосування у системах безпечного керування рухом поїздів знаходять пристрої контролю стану залізничних ділянок та визначення місцезнаходження рухомого складу – безперервні колійні перетворювачі (БКП).

Найбільш перспективними з усіх існуючих БКП є безстикові тональні рейкові кола (ТРК). Колійні перетворювачі відносяться до пристроїв залізничної автоматики, що безпосередньо впливають

на безпеку руху поїздів та експлуатаційні показники перевізного процесу. Вони експлуатуються у складних умовах, при цьому на їх функціонування впливає ряд дестабілізуючих чинників, до основних з яких можна віднести збурення від тягового струму, грозових розрядів, високовольтних ліній електропередач та ін. Тому підвищення безпечності та надійності роботи БКП в таких складних умовах експлуатації є вкрай важливим. Становить інтерес дослідження можливості виявлення за рахунок удосконалення БКП додаткових



інформаційних ознак, за якими можливе прийняття достовірного рішення про стан рейкової лінії, визначення параметрів руху поїзда (швидкість та прискорення) та параметрів поїздів. Такі інформаційні

ознаки є важливими для удосконалення систем інтервального регулювання рухом поїздів (ІРРП) для ділянок залізниць із змішаним рухом составів різних категорій.

УДК.621.391:681.518

*В.О. Сотник*  
*V. Sotnyk*

### СПЕЦИФІКА ПОШИРЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО СИГНАЛУ В СТІЛОЧНІЙ ДІЛЯНКІ РЕЙКОВОЇ ЛІНІЇ

#### SPECIFICITY OF DISTRIBUTION OF A PULSE SIGNAL IN ARROW SITE OF A RAIL LINE

Підвищення безпеки руху поїздів потребує подальшого удосконалення систем автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) та авторегулювання. У той же час, аналіз умов експлуатації сучасних систем АЛС показує, що на їх роботу суттєво впливають різні зовнішні фактори, а типові системи АЛС мають обмежену надійність. Відмови в роботі обумовлено двома причинами. Однією з них є несправності локомотивних приладів АЛС, іншою – викривлення кодових сигналів за рахунок завад тягового струму або недосконалість схем кодування рейкових кіл. Викривлення кодових сигналів залежить від рівнів тягових струмів, швидкості руху й багатьох інших причин. Крім того, існуючі системи АЛС

мають низьку інформативну здатність. Цей недолік значною мірою проявляється із збільшенням швидкостей та інтенсивності руху. Тому проведення подальших досліджень цього впливу з метою підвищення надійності існуючих систем АЛС є актуальною задачею.

Розглянуто математичну модель каналу передачі сигналів числових кодів АЛСН, яка дозволяє визначити аналітичну часову залежність струму, що протікає крізь шунт при його русі на ділянці залізниці. Розглянуто стрілочну ділянку рейкової лінії відповідно до її електромагнітних властивостей, що обумовлені локальними елементами конструкції. Отримано математичний вираз, що моделює реальний струм рухомого шунта.

УДК 656.259.1

*А.А. Прилипка*  
*А.А. Prylypko*

### ВИБІР МАТЕРІАЛУ ОСЕРДЯ ДЛЯ ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ

#### A CHOICE OF MATERIAL IS CORE FOR POINT TRAVEL SENSORS

Осердя колійного датчика має розмір, форму та зроблене з певного матеріалу. Усі ці параметри залежать, як правило, від зв'язуючої, енергії яка застосовується для

виявлення колісної пари в зоні спрацювання точкового колійного датчика (ТКД), конструкції та частоти струму, який протікає в котушці датчика.

Найпоширенішими видами є ТКД з феромагнітним осердям, але часто взагалі як такого осердя не існує.

Найбільш перспективними для ТКД є листові леговані електротехнічна сталь. Ця сталь є сплавом заліза з кремнієм, зміст якого в ній 0,8 – 4,8 %.

Кремній вводиться в залізо у вигляді феросиліцію (сплав силіциду заліза FeSi із залізом). Кремній реагує з киснем, відновлюючи залізо із його оксидів FeO та створюючи кремнезем SiO<sub>2</sub>, який переходить частково в шлак.

Незважаючи на те що індукція насичення Bs заліза із збільшенням кремнію в ньому значно підвищується та досягає при 6,4 % кремнію великої величини (Bs = 2800 Гс), все ж кремнію вводять не більше 4,8 %. Збільшення вмісту кремнію більше 4,8 % призводить до того, що сталі набувають підвищеної крихкості, тобто механічні властивості їх погіршуються. Листи виготовляють плющенням сталевих зливок в холодному або гарячому стані. Тому розрізняють холодно – та гарячекатану електротехнічну сталь.

Багато, щоб усі кристали заліза в листі вишикувалися в процесі плющення в ряди по напрямку ребер куба. Це досягається повторними плющеннями листів сталі, із сильним обтисканням (до 70 %) та наступним відпалом в атмосфері водню. Це сприяє очищенню сталі від кисню та вуглецю, а також укрупненню кристалів та орієнтуванню їх так, щоб ребра кристалів співпадали з напрямом плющення. Такі сталі називаються текстурованими. У них магнітні властивості по напрямку плющення вищі, ніж у звичайної гарячекатаної сталі.

Листи текстурованої сталі виготовляються холодним плющенням. Магнітна проникність їх вища, а втрати на гістерезис менші, ніж у гарячекатаних листів. Крім того, у холоднокатаної сталі індукція в слабких магнітних полях зростає сильніше, ніж у гарячекатаної, тобто крива намагнічення в слабких полях розташовується значно вище за криву гарячекатаної сталі. Ця властивість і є вирішальною при відборі марки сталі для осердя в первинному перетворювачі ТКД.

УДК 621.313.175.32

*О.Є. Зінченко*  
*E.E. Zinchenko*

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ РАБОТИ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОМУТАТОРА ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА

### PROVIDING OF RELIABLE WORK OF COMMUTATOR OF SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

Конструкція вентильного реактивного двигуна (ВРД) є синтезом електронного блока керування (комутатора) і електромеханічного перетворювача енергії. Тому розглядати питання підвищення надійності ВРД необхідно з урахуванням роботи цих двох складових частин. Як показує досвід, більшість причин поломок ВРД пов'язано з виходом з ладу комутатора.

Електронний блок керування має забезпечити роботу фази двигуна в режимах прямого вмикання, противмикання і закорочування.

Для забезпечення надійної роботи комутатора необхідно враховувати особливості фізичних процесів, що відбуваються в силових елементах у момент їх вмикання і вимкнення.

До виходу з ладу електронного блока керування можуть призвести такі чинники:

- перевищення допустимого струму у момент вмикання або в аварійному режимі;  
- перевищення швидкості наростання струму у момент вмикання або в аварійному режимі;

- перевищення швидкості наростання напруги у момент вимкнення;  
- перенапруження у момент вимкнення.

УДК 656.259.1

*А.А. Прилипка*  
*А.А. Прылюпка*

### **ВИКОРИСТАННЯ S-ФУНКЦІЙ У SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НЕТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ АБО ГРУП ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ**

#### **THE USE OF S-FUNCTIONS IN THE SIMULINK TO SIMULATE THE OPERATION OF ATYPICAL ELEMENTS OR GROUPS OF ELEMENTS OF ELECTRIC CIRCUITS**

Складні електричні системи можуть мати у своєму складі нетипові електричні елементи або групи таких елементів. При моделюванні таких систем за допомогою Simulink може скластися ситуація, коли такі нетипові елементи може бути неможливо змоделювати за допомогою бібліотечних блоків Simulink. Для такого випадку у Simulink передбачено використання S-функцій. S-функції (S-functions) являють собою опис блока на одній з мов програмування MATLAB, C, C++, Ada або Fortran. За допомогою мови програмування можливо описати роботу блока будь-якої складності і після чого підключити його до Simulink-моделі. При моделюванні електричної моделі такий

блок ні чим не відрізняється від бібліотечних блоків Simulink. S-функції підключаються до моделі Simulink за допомогою бібліотечного модуля Simulink «S-function». Також S-функцію можна побудувати за допомогою блока S-Function Builder, при цьому для опису цієї функції застосовується мова програмування C. Перший спосіб має більші можливості для побудови S-функцій, ніж другий спосіб, але за допомогою S-Function Builder S-функції створюються легше та швидше. При розробці моделі електричного кола, з якого складається точковий колійний датчик, був застосований блок S-Function Builder, функцій якого вистачило для моделювання нетипових елементів цього електричного кола.

УДК 656.256.3

*І.О. Саяпіна*  
*I.O. Sayarina*

### **ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ**

#### **INCREASED NOISE IMMUNITY TONE TRACK CIRCUITS**

Сучасні тенденції щодо підвищення швидкості й інтенсивності руху поїздів, а також збільшення кількості факторів, які негативно впливають на роботу рейкових

кіл (РК), – все це потребує підвищення завадостійкості та надійності апаратури РК з метою забезпечення безпеки процесу перевезень.

Збільшення кількості завад, що діють на рейкові кола, пояснюється збільшенням використання автономних поїзних джерел електропостачання, централізованого енергопостачання вагонів з рейковою лінією в якості зворотного провода, використанням тиристорно-імпульсного регулювання напруги тягового двигуна локомотива, впровадженням важковагоних поїздів та нового перспективного електрорухомого складу з сучасними видами тягових перетворювачів.

У доповіді розглянуто можливість використання імітаційного моделювання

для дослідження завадостійкості апаратури РК. Для цього проведений аналіз основних видів завад, що впливають на РК, а також ступінь їх впливу залежно від величини асиметрії опору рейкових ниток, частотного діапазону та величини діючого значення завади.

В результаті запропоновано спосіб підвищення завадостійкості РК, який дозволяє уникнути спрацьовування колійного реле від завад під час інтервалу між кодовими послідовностями контролю стану тонального РК.

УДК 681.586.782

*В.Ю. Гребенюк*

*V.Y. Grebenuk*

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОБОТИ ІНДУКТИВНО-ДРОТОВОГО ДАТЧИКА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

### MODELLING OF INDUCTIVELY-WIRE SENSOR USING NEURAL NETWORKS

В нинішніх умовах постійного зростання вимог щодо забезпечення безпеки руху поїздів актуальним є застосування індуктивно-дротових датчиків (ІДД) як датчиків визначення вільності або зайнятості контрольної ділянки колії рухомою одиницею. Широко застосовуються ІДД у системах автоведення поїздів, де вони гарантують наявність достовірної інформації про стан контрольної ділянки колії; на сортувальних гірках їх використовують у системах гіркової автоматичної централізації та контролю заповнення колій.

Для подальшого дослідження ІДД з метою їх удосконалення доцільно застосувати один з найпотужніших інструментів, який має високі

обчислювальні можливості і виняткові властивості, – нейронні мережі. Моделювання з використанням нейронних мереж дозволяє автоматизувати процес математичних розрахунків, а також значно знизити витрати на створення конструктивної моделі.

У доповіді розглянуто реалізацію ІДД на основі нейронних мереж, завдяки чому з'являється можливість відтворення та аналізу роботи датчика під впливом різних факторів. Імітація роботи ІДД за допомогою нейронних мереж дозволяє отримати бажаний результат шляхом узагальнення накопичених знань і швидше обробити отриману інформацію, за рахунок чого стає можливим покращення якісних показників датчика.

УДК 621.395

*В.В. Нарожний, Г.Є. Григор'яни*  
*V.V. Narozhnyy, G.E. Grigoryanc*

**ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ РУХОМОГО ЗАЛІЗНО-ДОРОЖНЬОГО  
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕДАЧУ ДАНИХ ПО WI-FI**

**STUDY THE INFLUENCE OF MOVABLE RAILROAD TRANSPORT ON DATA  
COMMUNICATION WI-FI**

Для вдосконалення організації безпеки праці на залізничному транспорті та підвищення контролю за дотриманням вимог охорони праці розробляється система диспетчерської індивідуальної інформатизації на базі сучасних інформаційних і телекомунікаційних мобільних технологій.

Комунікаційні мобільні технології вже мають широкий спектр використання в життєдіяльності людини. Смартфон – багатофункціональний сучасний мобільний телекомунікаційний пристрій, який швидко займає ринок мобільного зв'язку. Використовуючи вбудовані функції Wi-Fi та GPS, можна значно удосконалити систему «людина на шляху» та знизити травматизм працівників залізниці. Застосувавши ці технології на залізниці, можна не тільки підвищити безпеку, але й підвищити трудову дисципліну, оскільки кожного працівника завжди буде видно на

екрані монітора чергового по станції або диспетчера ділянки.

Важливим питанням залишається ступінь впливу на покриття Wi-Fi залізничного транспорту, що проходить станцією.

Android є найпоширенішою платформою, установлюваною на смартфони, і становить до 60 % ринку. Для досліджень впливу залізничного транспорту на покриття Wi-Fi пропонується написати програмне забезпечення та провести відповідні вимірювання сигналу в реальному масштабі часу при проходженні залізничного транспорту між джерелом і приймачем сигналу.

Ці дослідження визначають ступінь впливу перешкод, які викликаються залізничним транспортом на Wi-Fi. Це дозволить намітити цілі та завдання для подальших досліджень.

УДК 681.31

*В.Б. Сытник, В.А. Брыксин, В.С. Михайленко*  
*V.B. Sytnik, V.A. Bryksin, V.S. Mikhaylenko*

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ И СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В АДАПТИВНЫХ  
СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ**

**A PARAMETRIC AND STRUCTURAL IDENTIFICATION IN ADAPTIVE TRAIN  
CONTROL SYSTEMS**

Повышение скорости движения поездов – сложная проблема, которая нуждается в комплексном развитии всех компонентов железнодорожной инфраструктуры. В

настоящее время особую актуальность приобретает необходимость обеспечения траектории оптимального по энергопотреблению пуска (торможения)

поезда с минимальным количеством переключений исполнительных механизмов (ИМ) при заданных ограничениях.

Подвижной состав (ПС), как органичная составляющая комплексной системы управления, с развитием новых информационных технологий требует роста качества автоматизации процессов. Однако эффективность применения автоматических устройств и систем зависит не только от степени оснащения ими электропривода ПС, но и в значительной степени определяется качеством алгоритмов идентификации и автоподстройки устройств управления, степенью оптимальности их параметров настройки при изменениях характеристик объекта управления и помех переменной интенсивности, которые существенно снижают качество работы систем управления ПС.

Улучшение качественных характеристик систем автоматического управления ПС связано с необходимостью идентификации и адаптации, с обеспечением

безопасности и здоровьем обслуживающего персонала, высоким быстродействием оборудования и замедленной реакцией операторов.

Электрической моделью поезда может служить последовательность аperiodических звеньев с различными постоянными времени и статическими коэффициентами передачи. Звенья с большими постоянными времени могут заменяться звеньями с меньшими постоянными времени. Число звеньев с меньшей постоянной времени может быть равно наибольшему целому от деления наибольшей постоянной времени модели на наименьшую, соответствующую модели самого легкого вагона.

Таким образом, число звеньев (структура) модели является величиной переменной, а их изменение учитывается в адаптивных системах управления путем коррекции текущих параметров настройки регуляторов. В цифровых системах управления данная методика легко реализуется программным способом.

УДК 519.682.1

*Т.О. Чуян*  
*T.O. Chuyan*

## **ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ЗАПИТІВ У БАЗАХ ДАНИХ НА ОСНОВІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО НАЙМЕНШЕ ПОКРИТТЯ**

### **IMPROVING EFFICIENCY PROCESSING REQUEST IN DATABASES, THAT ARE BASED ON QUESTIONS ABOUT MINIMAL COATING**

У наш час на українській залізниці однією з невирішених проблем є питання швидкодії баз даних (БД). Загалом це стосується різновидного пошуку інформації (так звана обробка запитів інформації) у структурах БД.

Поняття БД можна застосувати до будь-якої інформації, в якій існують пов'язані за певною ознакою елементи, що зберігаються та організуються особливим чином – як правило, у вигляді таблиць. По суті, БД – це певна подоба електронній

картотеці, електронного сховища, яке зберігається в комп'ютері у вигляді одного або декількох файлів.

Комп'ютеризована інформаційна система являє собою програмний комплекс, завдання якого полягають у підтримці належності зберігання БД в комп'ютері, виконання перетворень інформації і відповідних обчислень, наданні користувачам зручного і легко освоюваного інтерфейсу. Традиційно обсяги інформації, з якими доводиться мати справу таким

системам, досить великі, а самі БД мають досить складну структуру.

Саме з цих причин на даний момент постає гостре питання про підвищення оперативності обробки запитів у базах даних.

Інформація, що була отримана в інформаційно-статистичному центрі (ІСЦ) південної залізниці, надає такі результати. Кожного місяця обсяги інформації БД укрзалізниці збільшуються на 100-120 Гб. Для швидкої обробки запитів слід практично щодня здійснювати архівацію інформації. Доступ до архівів, при запитах, також можливий, але операції відбуваються в рази повільніше, ніж при запитах до відкритої інформації. Як показує практика, обробка запиту і виведення потрібної інформації різного обсягу, що зберігається

в архівах, може здійснюватися як протягом декількох хвилин, так і до півгодини, що дуже знижує працездатність ІСЦ.

Оптимізацію швидкодії обробки запитів можна здійснити за допомогою вдосконалених методів розв'язання задач про найменше покриття, застосувавши їх до баз даних, впроваджених на ІСЦ Південної залізниці. Цю задачу можна здійснити, представивши структуровану БД у вигляді масивів  $n$ , які містять  $m$  записів, у яких слід знайти потрібну інформацію, переглянувши мінімальне число масивів. На базі цього методу була реалізована програма знаходження найменшого покриття у прямокутних матрицях. Як результат, даний метод підвищить оперативність обробки запитів у базах даних.

УДК 004.4:656.2 (477)

*О.О. Пархоменко*

*O.O. Parkhomenko*

## ВЕРИФІКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### VERIFICATION SOFTWARE

Широко використовується впровадження мікропроцесорної апаратури в системах управління залізничним транспортом, це тягне за собою широке використання програмного забезпечення в цих системах. Ясно, що з точки зору безпечних відмов виникають більш жорсткі вимоги до програмного забезпечення. Помилки програмного забезпечення можуть призводити до небезпечних відмов, що призводить до людських жертв і матеріальних збитків. Таким чином, удосконалення методів розробки ПЗ дають можливість створити все більш складні системи, необхідні державним організаціям, таким як Укрзалізниця.

Боротьба з дефектами і помилками в програмному забезпеченні можлива за допомогою його верифікації. В ході її виконання перевіряється взаємна узгодженість всіх етапів розробки – проектної та

користувача документації, вихідного коду, конфігурації розгортання, – також її відповідність вимогам до даної системи і нормам застосованих до неї стандартів.

Актуальність впровадження верифікації програмного забезпечення на транспорті дуже велика, оскільки дефект програмного забезпечення, використовуваного на вузлах з високою інтенсивністю руху, може призвести до критичних відмов колійного обладнання, в серверних відділеннях збору та обробки інформації, призведе до втрати зв'язку з об'єктами управління та інших відмов апаратури, працюючої під управлінням програмного забезпечення. Програмне забезпечення, яке пройшло верифікацію, буде працювати надійно та коректно. Тим самим підвищиться ефективність роботи комп'ютеризованих систем збору та обробки інформації, контролю та діагностики.

**ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ – ОСНОВА НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
ФАХІВЦІВ ІТ НАПРЯМКУ**

**SOFTWARE TOOLS - BASIS OF SCIENTIFIC AND INNOVATION SPECIALIST  
IT TOWARDS**

Наукові дослідження переконливо доводять перспективність одного з напрямків інноваційної діяльності в транспортному комплексі, яким є імпортозаміщення. Саме розробка вітчизняних аналогів імпортного обладнання дозволяє точно оцінити фактичні обсяги ринку та базовий набір функцій обладнання, що розробляється. Обов'язковим компонентом сучасних автоматизованих інформаційно-вимірювальних стендів для контролю технологічних норм електричних та часових параметрів спеціалізованих реле є програмне забезпечення.

Виробництво апаратних засобів стендів потребує значної матеріальної бази та числених процедур дрібних закупівель, а розробка програмного забезпечення вимагає наявності нематеріальних активів та персоналу високої кваліфікації. Тож умови для розробки останнього найбільш прийнятні в умовах кафедри. Розробка програмного забезпечення для використання на різних апаратних платформах під керівництвом різних операційних систем обумовило вибір та застосування сучасної мультипарадигмової

мови програмування С# згідно із стандартом ЕСМА-334.

Дослідженням встановлено моделі організації даних, певну логічну структуру даних та зв'язки між модулями, що управляють читанням, записом та обробкою даних. Для реалізації програмного забезпечення обґрунтовано реляційну, багатовимірну, об'єктно-орієнтовану модель даних із зв'язками, описаними за допомогою впорядкованого графа з мінімальною надмірністю. Будується з використанням розробленого програмного забезпечення інформаційна система обробки послідовних транзакцій з можливістю її подальшого удосконалення до системи підтримки прийняття рішення працівниками залізничного транспорту. Встановлені компоненти діалогу програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем обслуговуватимуть отримання, подання та логіку надання даних. До компонентів управління даними віднесені модулі обслуговування бази даних та обслуговування файлової системи. Дослідженням встановлено ступінь відношення  $n$ , отримані діапазони елементів кортежів  $a_1, a_2, \dots, a_n$  з атрибутами домену  $D_n$ .



УДК 681.321

*I.V. Piskacheva, M.O. Kolisnyk*  
*I.V. Piskacheva, M.O. Kolisnyk*

## НАДІЙНІСТЬ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

### RELIABILITY OF SOFTWARE MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEMS

Для забезпечення технологічної безпеки мікропроцесорних систем управління (МСУ) пристроями електропостачання залізничного транспорту має бути організовано застосування сучасних автоматизованих технологій та засобів, що забезпечують виключення або попередження багатьох видів дефектів і помилок при створенні та модифікації програмних засобів (ПЗ). Розроблення і супровід складних ПЗ на базі CASE-технологій дозволяє усувати найбільш небезпечні системні та алгоритмічні помилки на ранніх стадіях проектування, а також використовувати неодноразово перевірені в інших проектах програмні та інформаційні компоненти високої якості. Контроль якості ПЗ, які створюються та модифікуються, має супроводжувати весь життєвий цикл МСУ за допомогою автономної технологічної системи забезпечення якості та безпеки їх застосування. Попередження помилок та дефектів повинне підтримуватися високоякісною документацією в процесі створення ПЗ, які використовуються у МСУ. Безпека застосування ПЗ безпосередньо залежить від повноти тестів і адекватності генераторів тестів реальним об'єктам зовнішнього середовища й умовам експлуатації. Реєстрація виявлених дефектів і узагальнення їх характеристик

може служити базою для оцінки досягнутого рівня надійності та безпеки ПЗ при допустимих витратах.

Системи оперативного захисту призначені для виявлення і блокування поширення негативних наслідків прояву дефектів і зменшення їх впливу на безпеку функціонування ПЗ без усунення первинних їх джерел. Для цього в МСУ вводиться часова, програмна й інформаційна надмірність, що здійснюють оперативне виявлення аномалій, їх ідентифікацію й автоматичне відновлення нормального функціонування МСУ. Необхідна надійність і безпека ПЗ забезпечуються за рахунок засобів підвищення завадостійкості, оперативного контролю і відновлення функціонування програм і баз даних. Забезпечення безпеки МСУ при супроводі й розвитку версій ПЗ має ряд особливостей, обумовлених локальним характером внесення змін, створенням тільки частини нових компонентів і ретельною апробацією попередніх версій, а також оцінкою їх якості.

Тільки спільне застосування всього арсеналу засобів забезпечення алгоритмічної й програмно-технологічної безпеки дозволяє досягати високої якості ПЗ, необхідних для їх застосування в МСУ пристроями електропостачання.

**ВЗАЄМОДІЯ ПЛОСКОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ  
З ДИФРАКЦІЙНИМИ РЕШІТКАМИ З МЕТАМАТЕРІАЛУ**

**CO-OPERATING OF FLAT HERTZIAN WAVE WITH A DIFFRACTION GRATE  
FROM METAMATERIALS**

Дифракційні решітки, що вироблені із метаматеріалу, знаходять широке використання у різних системах прийому та передачі електромагнітного випромінювання терагерцового діапазону. Особливий інтерес ці дифракційні структури становлять у галузі оптоелектроніки та нанотехнологій. Вони використовуються у приладах оптоелектроніки для поліпшення характеристик монолітних та немонолітних твердотілих лазерів, є складовими елементами фільтрів, інтерферометрів, мультиплексорів, дуплексорів, модуляторів та ін. Важливим є використання незвичайних властивостей таких решіток, а також вивчення фізичних особливостей хвиль, що розповсюджуються, та виявлення нових властивостей цих незвичайних структур. Фізичні явища, які протікають у таких системах, досліджуються в теорії дифракції, яка у свою чергу належить до електродинаміки, центральна увага в якій відводиться рівнянням Джеймса Клерка Максвелла. Вони дають найзагальніший опис класичним явищам електродинаміки, тобто є повною системою диференціальних рівнянь електродинаміки. Проте в загальному вигляді ці диференціальні рівняння виявляються досить складними в

дослідженні та інтегруванні, тому, зважаючи на таку складність, виділяють різні окремі випадки, яким відповідають різноманітні напрями в електродинаміці. Одним з наслідків рівнянь Максвелла є рівняння Гельмгольца. Тому виникає деякий підклас задач, які полягають в інтегруванні рівняння Гельмгольца, що становить головний інтерес в теорії дифракції електромагнітних полів.

Ця науково-технічна робота була спрямована на вирішення задачі про дифракції плоскої  $H_x$  – поляризованої хвилі на решітках, що складаються з магнітодіелектричних брусків прямокутного поперечного перетину. Така задача вирішується для довільних співвідношень між довжиною хвилі, що падає, і геометричними розмірами решітки. В результаті багаторазових розрахунків на ЕОМ були досліджені залежності коефіцієнтів відображення і проходження просторових гармонік поля від хвильового параметра і кута падіння для різних значень матеріальних параметрів середовищ. Розглянуті випадки однохвильового і багатохвильового розповсюдження гармонік поля, правосторонніх і лівосторонніх середовищ і їх комбінацій.

УДК 681.5.033:656.2

*В.С. Меркулов, І.Г. Бізюк*  
*V.S. Merkulov, I.G. Biziuk*

**ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ РЕГУЛЮВАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ  
 ПРИ ПЛАНУВАННІ ВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗВАНТАЖЕННЯ**

**FORMALIZE THE PROCESS OF ADJUSTING OBTAINING REFERENCE  
 TO PLANNING LOADING AND UNLOADING**

В докладі пропонується розраховувати нормативні показники  $\{x_i^{jk}\}$  на підставі відомих до моменту планування факторів, що впливають: основних  $\{U_n\}$  - ,  $n = 1, 2, \dots, N$  та додаткових -  $\{V_l\}$ ,  $l = 1, 2, \dots, L$ , де  $N$  і  $L$  – відповідно чисельності цих факторів.

Позиційно-впорядкована сукупність факторів (ситуація)  $(\Phi_l^U, \Phi_l^V)$  являє собою відому до моменту планування інформацію, що дає можливість більш точного прогнозу  $\{x_i^{jk}\}$ . З додаткових факторів використовуються порівняно добре досліджені календарні особливості планового періоду  $(\bar{\Phi}_l^V)$  й погодні умови  $(\bar{\Phi}_l^V)$  (статистика при розвантаженні).

Будемо вважати, що

$$\Phi_l^V = (\bar{\Phi}_l^V, \bar{\Phi}_l^V). \quad (1)$$

Вихідна ситуація:

$$(\Phi_l^U, \bar{\Phi}_l^V, \bar{\Phi}_l^V) \quad (2)$$

Кількісні характеристики й відповідні їм значення прогнозованих показників становлять кортеж досвіду. Чим точніше обраний кортеж, тим об'єктивніше буде отримане регулювальне завдання.

Кортежі за  $L$  передпланових періодів утворюють масив досвіду:

$$\left\{ \Phi_l^U, \bar{\Phi}_l^V, \bar{\Phi}_l^V, x_i^{jk} \right\}, l = 1, 2, \dots, t-1 \quad (3)$$

Стохастичний зв'язок між  $x_i^{jk}$  і кожним фактором з виразу (1) більш точно описується в межах зміни факторів. При встановленій формі зв'язку припустимо використовувати лише ті статистичні дані, які реалізовані у вихідних ситуаціях. Тому принципова особливість пропонованої процедури одержання планів – побудова функції зв'язку прогнозованих показників не з усіма елементами масиву (2), а лише з елементами кортежів, близьких стосовно ситуації на початку планового періоду.

УДК 681.5.033:656.2

*В.С. Меркулов, О.В. Чаленко*  
*V.S. Merkulov, O.V. Chalenko*

**ЕВРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ ДЛЯ БРОКЕРА РЕСУРСІВ У GRID СИСТЕМАХ**

**HEURISTICS DISTRIBUTION PROBLEMS FOR BROKERS RESOURCES  
 IN GRID SYSTEMS**

Брокерові відомий лише максимальний час виконання завдання (а не час його виконання). Таким чином, він

приймає рішення про розміщення завдання, ґрунтуючись на неповній інформації про

точне число необхідних ресурсів і верхню межу часу виконання.

В середовищі GRID обчислювальні ресурси можуть змінювати продуктивність, комунікаційні з'єднання, пропускну спроможність і так далі.

Різні критерії оптимізації (загальна продуктивність, ціна, загальний час виконання, пропускну спроможність і т.ін.) можуть бути обрані як цільова функція для визначення ефективності політики розподілу.

У всіх випадках кластер (локальний планувальник) розміщує задачу, використовуючи евристику «лівий нижній кут» (у порядку надходження задач). У випадках CHEAP-SORT, MCT-SORT евристики використовують препроцесорне сортування задач за зменшенням їх ширини (ширина задачі  $j$  – це число необхідних процесорів  $p_j$ ).

Досліджуємо залежність ефективності розподілу від співвідношення великих,

середніх і маленьких завдань. Вартість розподілу визначається як

$$\sum_{j=1}^m K_j Q_j, \quad \text{де} \quad Q_j = \sum_{i \in I^{-1}(j)} I_i \quad \text{і}$$

$I^{-1}(j)$  визначає число задач, розподілених на кластер  $j$ .

Обчислювальні експерименти показують, що запропонована ієрархічна система незалежних брокерів може виробляти ефективний розподіл, навіть якщо вона використовує порівняно прості алгоритми розподілу. Досягнута щільність розподілу складає як мінімум 75 %. Показано, що препроцесорний крок, коли завдання сортується по ширині, покращує щільність розподілу на 10 %. Додатковим чинником, що впливає на якість розподілу, є співвідношення між великим і дешевим: чим дешевше завдання, тим більше ефективність.