

**11 МАТЕРІАЛИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ  
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**МАТЕРИАЛЫ СТЕНДОВЫХ ДОКЛАДОВ И ВЫСТУПЛЕНИЙ  
УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ**

**MATERIALS AND POSTER PRESENTATIONS OF  
PARTICIPANTS**

---

*Матеріали публікуються у авторській редакції*

## **Секция 1**

### ***Методы и средства робастного, адаптивного, нечеткого управления в сложных технических системах***

*Бутенко В. М. (УкрДАЗТ)*

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

Задача удосконалення експлуатаційних параметрів інформаційно-вимірювальних комплексів (ІВК) розглядалася на технічних та комерційних розрахункових обліках. Здебільшого, постановка задачі на комерційних розрахункових обліках була обумовлена виконанням цільових програм з енергозбереження.

Отримані удосконалені моделі функціонування інформаційно-вимірювальних комплексів дозволили створити методіку корегування комерційних та експлуатаційних показників ІВК, також спосіб та пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії. За отриманими моделями динамічного підвищення точності обліку розроблені схеми та конструкція дослідного зразка пристрою підвищення точності.

Дослідженням встановлено відношення та потужності навантаження для параметричного корегування експлуатаційних параметрів ІВК. Розроблені рекомендації різних множин навантаження для різної номенклатури компонентів ІВК.

Застосування розробленого пристрою на ІВК для технічного обліку електроенергії дозволяє більш точно контролювати та динамічно корегувати експлуатаційні показники функціонування залізничної інфраструктури й встановлювати причини втрат електроенергії й запобігати цих втрат у майбутньому.

Для подальшого автоматичного застосування результатів дослідження на комерційних розрахункових обліках слід провести дослідження нормативно-технічної бази експлуатації електроустановок споживачів та скорегувати її в певний напрямок.

*Головко О. В. (УкрДАЗТ)*

### **МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЖЕЖ У ЗАГАЛЬНІЙ СТРУКТУРІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

У комплексі забезпечення безпеки багатьох об'єктів природоохоронної зони, промисловості, вузлів зв'язку і транспорту, в тому числі залізничного, істотну роль відіграють заходи щодо зниження ризиків від пожеж у транспортній інфраструктурі. Місцевість, з розташованими підсистемами транспортної або

навігаційної інфраструктури, має специфічну топологію, що зумовило необхідність створення спеціальних моделей розповсюдження пожеж, для передбачення ризиків та можливих збитків.

Проведені дослідження служать визначенню параметрів пожежі та оцінки наявності загроз об'єктам транспортної інфраструктури на основі розробки та удосконалення математичних моделей і методів теорії кліткових автоматів.

Створені математичні і комп'ютерна моделі макропроцесу поширення пожежі, на відміну від існуючих, враховують фізику процесу горіння, більш точно відображають умови місцевості, відповідні полігонам транспортної інфраструктури. Комп'ютерна модель може бути застосована як складова частина інтегрованої підсистеми засобів спостереження, моделювання та прогнозування транспортної інфраструктури і служить для прогнозування наслідків пожеж, дозволяє розробити метод і програму моделювання процесу поширення пожежі для оперативного прогнозування наслідків.

*Жуковицький І. В., Барабанов С. В. (ДНУЖТ)*

### **СОЗДАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ БИБЛИОТЕКИ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ САПР КОМПАНИИ AUTODESK**

В Украине имеется ряд предприятий, где проектируется и изготавливается подвижный состав железнодорожного транспорта. Современная методика проектирования предполагает обязательное использование систем автоматизации проектирования (сапр). Одними из наиболее известных систем такого рода являются системы autodesk inventor и autodesk vault. При этом, autodesk inventor – это система трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования (сапр) компании autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий, а autodesk vault — система централизованного управления данными проекта. Использование этих систем позволяет значительно повысить эффективность проектирования, упрощая использование имеющихся наработок, предоставляя все средства для воплощения замысла конструктора и распространяя любые изменения деталей на все изделие и чертежи благодаря использованию полностью ассоциативных моделей.

Производительность повышается благодаря автоматизации повторяющихся процедур с часто используемыми функциями и деталями. Благодаря реализованной в inventor технологии параметрических рядов можно создавать библиотеки интеллектуальных деталей.

Библиотечные компоненты можно многократно применять в проектах. Библиотека стандартных деталей (компонентов), поставляемая вместе с autodesk inventor, содержит более 700 тыс. Элементов моделей различных стандартов. Это – гайки, болты, винты и другие детали. Сюда включены стандартные детали трубопроводов, отводов, стальных профилей, подшипников, деталей крепления.

Существует возможность создавать в библиотеке компонентов новые разделы и публиковать в них собственные модели, предварительно сформированные в виде параметрических рядов.

Публикация в библиотеку компонентов стандартных деталей, используемых на предприятии, позволяет гарантировать, что все пользователи будут работать с одними и теми же стандартными деталями и узлами.

Учитывая вышеизложенное, целями работы являются:

- Создание и редактирование параметрического ряда для нестандартных деталей;
- Подготовка моделей, сформированных в виде параметрических рядов, к публикации в библиотеку компонентов;
- Публикация моделей в библиотеку компонентов.

В работе рассмотрена технология создания параметрического ряда детали. Перед построением параметрического ряда необходимо создать пользовательскую библиотеку компонентов на сервере vault для возможности ее коллективного использования. Затем в проекте inventor выполнить подключение созданной библиотеки для чтения и записи.

Создание параметрического ряда деталей заключается в определении нескольких экземпляров детали с заданием параметров и свойств каждого из них. Для удобства использования данные организованы в виде таблицы. Совокупность деталей, генерируемых таблицей, образует параметрический ряд. С помощью внешнего приложения ms excel могут быть добавлены остальные типоразмеры параметрического ряда в соответствии со стандартом.

Подготовка параметрического ряда для публикации в библиотеку компонентов заключается в том, что параметрический ряд детали (модели) переносится в специальный механизм (сапр) «создание компонента»

Для публикации готовой параметрической модели детали в библиотеку компонентов необходимо выбрать на ленте сапр «управление» команду «публикация детали». После завершения процесса публикации новое семейство деталей доступно для использования в библиотеке компонентов.

В работе показаны конкретные примеры разработки отдельных нестандартных деталей и помещения их в библиотеку компонентов.

*Лаврик С. Е. (ХАІ), Коваленко М. А.,  
Кондратюк В. А., Горбач А. В.,  
Кошлатий О.В. (УкрДАЗТ)*

## **СТРАТЕГІЇ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ І ПЛАНУВАННЯ В ГЕТЕРОГЕННИХ СЕРЕДОВИЩАХ ГРІД СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАВДАНЬ ПРО МІНІМАЛЬНЕ ПОКРИТТЯ НЕЛІНІЙНОГО БУЛЕВОГО ПРОГРАМУВАННЯ І ПРОЦЕДУР ТИПУ FCFC**

### **Введення**

Безпеку на залізниці не можна розглядати окремо від конкретної служби чи господарства, а оскільки існує явна стратифікація, то необхідно визначити якийсь спосіб системної інтеграції, який може полягати у виділенні бізнес-правил, що пов'язують ці шари або служби, при цьому, природно, враховують аспект безпеки. Інфраструктура залізничного транспорту розглядається як організм, що володіє певним рівнем життєздатності. У цьому організмі, як і в будь-якому живому, відбуваються різномасштабні процеси на різних рівнях. У зв'язку з цим найбільш перспективним видається виділення багатоконтурних систем управління за принципом однорідності інтегрованих підсистем щодо масштабу часу. Даний принцип, зокрема, передбачає виділення, принаймні, двох контурів, хоча їх, безумовно, значно більше. Перший контур - контур оперативного рівня або контур реального часу, в якому відбувається циркуляція інформації за малі проміжки часу. На цьому рівні масштаб часу між подіями такий, що час прийняття рішень дуже малий і рішення покладаються на автомат (системи автоматики локомотива, СЦБ та ін.) Другий контур - псевдореального часу або часу прийняття управлінських рішень, що вимірюється в годинах, добі, де в контур зворотного зв'язку може бути включена людина. На цьому рівні приймаються оперативні рішення, які вимагають рівня інтелекту людини. Для ефективного управління на цьому рівні необхідна наявність системи підтримки прийняття рішень. Ця підтримка заснована на експертній інформації, концентрованої в системі управління знаннями. Одна з найбільш актуальних проблем - це наявність великого числа не пов'язаних один з одним систем, які вирішують якусь вузьку задачу. Це обумовлено історичними факторами. У процесі розвитку системи управління залізничним транспортом при вирішенні окремо взятих завдань із забезпечення безпеки на тій чи іншій ділянці управління перевезеннями виникла потреба використовувати ті чи інші апаратно програмні засоби автоматизації. У результаті накопичилася велика кількість локальних рішень, виникла так звана «клаптева автоматизація».

Так, наприклад, на тяговому рухомому складі існує ряд пристроїв, що реалізують функції забезпечення безпеки руху: система автокерування поїзда, автоматичного гальмування, комплексний локомотивний пристрій безпеки, пристрій контролю пильності машиніста. Існують численні системи, пристрої, прилади залізничної автоматики і телемеханіки, автоматизовані системи управління перевезеннями різних рівнів, контролю дислокації рухомого складу і локомотивних бригад і т.д. Також існує велика кількість автоматизованих робочих місць і систем управління різних господарств, інформаційних систем, мереж, серверів і баз даних. Істотний резерв підвищення безпеки на залізничному транспорті - об'єднання окремих підсистем в єдину багаторівневу систему. Безпека перевезень при цьому повинна розглядатися, насамперед, як безпека внутрішнім управлінням тяговим рухомим складом, керування поїзда в цілому, управління рухом поїздів на полігоні у взаємодії з іншими підсистемами. Сучасні технічні засоби та інформаційні технології дозволяють реалізувати це завдання з мінімальними витратами. Однак необхідно реалізувати складову, що забезпечує інформаційну ув'язку систем один з одним, їх узгоджене функціонування і керування, що реалізує взаємодію з інформаційними системами залізничного транспорту. Іншими словами, необхідно створити системоутворюючу середу, в яку включені вже створені системи. Ця середа повинна забезпечити від взаємодії окремих підсистем нову якість, спрямовану на підвищення безпеки руху поїздів. Крім того, система управління безпекою є територіально-розподіленою системою, що обумовлює необхідність створення специфічної мережевої архітектури заснованої на грід технологіях. Існуючий стан системи визначається в результаті активного моніторингу, який є результатом логічного висновку на правилах, що складають модель безпеки. Побудова такої системи вимагає розробки математичних моделей технічного стану рухомого складу і об'ємного планування їх технічного обслуговування як основних складових концепції безпеки. Оцінка технічного стану рухомого складу повинна будуватися на тому припущенні, що процес експлуатації з урахуванням всіх діючих факторів носить випадковий характер, і, як наслідок, дослідження технічного стану має базуватися на теорії математичної статистики. Складні системи являють собою багатоконтурні системи, що реалізують як підлегле регулювання одного процесу, так і паралельне управління різними функціями системи. Стосовно до задачі управління безпекою на залізничному транспорті можна говорити, що існує складнопідрядна система управління кожним із господарств: локомотивним, вагонним, колійним, СЦБ та ін. Багаторівневу систему управління і забезпечення безпеки руху поїздів можна визначити як сукупність

технічних і організаційних заходів щодо управління та здійснення перевезень, що дозволяють забезпечити безпеку руху поїздів як в кожному елементі кожного контуру управління, так і в системі управління в цілому. Необхідність дублювання, резервування та ін. в кожному окремому випадку визначається індивідуально, виходячи з аналізу небезпеки наслідків відмови елемента, контуру та системи в цілому. Аналіз технічної ефективності впровадження автоматизованих систем управління в господарствах залізниці, оцінка витрат необхідних для розробки нормативних документів, технологій роботи та програмного забезпечення аналітичних систем різних рівнів, впровадження системи, навчання персоналу дозволяють стверджувати, що запропоновані рішення, спрямовані на забезпечення взаємодії без зміни алгоритмів роботи суміжних систем, порівняно з іншими можливими є в два рази дешевше і в три рази швидше за термінами реалізації. Таким чином, найбільш доцільним інформаційним середовищем яке задовольнить всі перераховані вимогами до створення автоматизованих систем безпечного управління залізничним транспортом можуть з'явитися інформаційні системи на основі грід технологій.

**Грід технологій.** На сьогодні найбільші успіхи досягнуті в області грідо обчислювального типу, тому в якості платформи для обговорення перспектив обрано, мабуть, саме розвинене проміжне програмне забезпечення з цієї області - комплекс gLite ([www.glite.org](http://www.glite.org)). Як відомо, це проміжне програмне забезпечення стає основним для інфраструктури проекту EGEE ([www.eu-egee.org](http://www.eu-egee.org)), приходячи на зміну пакету LCG [1]. Характеризуючи gLite, слід враховувати, що його розробка не завершена, тому ми не будемо зосереджуватися на недоліках конкретного релізу, а розглянемо цей комплекс з точки зору його функціональних можливостей.

Можливості gLite визначаються трьома групами технологій:

- інтеграції та віртуалізації ресурсів;
- підтримки функціонування гріду;
- побудови розподілених додатків.

Розглянемо коротко суть цих технологій. Можливість будувати комплексні програми, в яких поєднується оперативна поставка даних, зберігання великих масивів і автоматична обробка високого рівня складності.

Інтеграція комп'ютерних ресурсів і ресурсів зберігання насамперед служить засобом агрегування великих обсягів ресурсів для їх колективного і, як наслідок, економного використання. Це наділяє програми, засновані на цих технологіях, здатністю забезпечувати масове і оперативне обслуговування великого числа користувачів. Ці ж технології можуть бути засобом забезпечення надійності додатків, оскільки за допомогою механізму віртуалізації може

здійснюватися реплікація даних і використання альтернативних ресурсів. Інтеграція джерел даних, в якості яких можуть виступати датчики.

Програмні засоби моніторингу, а також призначені для користувача інтерфейси:

- дозволяють збирати інформацію з безлічі різних місць;
- робить її потенційно доступною повсюдно;
- дозволяє здійснювати адресну доставку інформації, з урахуванням ролей і праводержувачів.

#### **Технології підтримки функціонування гріду.**

Перейдемо до другої групи технологій - підтримки функціонування гріду. У попередників комплексу gLite - DataGrid [4], Condor [5], LCG вперше стала проводитися систематична лінія на те, що мало реалізувати засоби виконання якихось змістовних операцій (запитів на управління завданням, або передачу файлів). У розподіленому середовищі сам процес виконання операцій повинен підтримуватися спеціальним чином. Це дало поштовх до розвитку групи підтримуючих технологій, яка включає наступне. Протоколювання: обробка завдань проводиться різними компонентами програмного забезпечення, які в розподіленому середовищі знаходяться в різних місцях. *Протоколювання.* Здійснює збір діагностичної інформації і робить її доступною в цілому. Застосовується механізм, який: 1) відстежує завдання в кожній точці, збираючи діагностичні повідомлення обробних програм і записуючи їх в локальну базу даних (БД), 2) періодично передає зібрану локальну інформацію в загальну БД, де вона агрегується. Моніторинг завдань, дозволяє отримати в кожен момент статус обробки завдання. Цінність цієї функції не тільки в інформуванні користувача, а й у забезпеченні надійності: при помилці на якомусь етапі, повинен бути проінформований попередній, і, якщо збій викликаний технічними причинами, обробка може бути відновлена на альтернативних компонентах інфраструктури. Оскільки взаємодія компонент не припускає, що викликаюча очікує закінчення обробки і отримує код повернення, механізм моніторингу заснований на періодичному опитуванні стану з викликаючого рівня на викликаний.

*Моніторинг ресурсів.* Збирає статичну (характеристики) і динамічну (стан) інформацію про ресурси. Виходячи з цієї інформації, здійснюється віртуалізація ресурсів: визначається можливість їх використання, справність і завантаженість. Реалізується у вигляді програм-сенсорів (джерела даних), розташованих в середовищі ресурсів і поставляючих дані в БД.

*Облік споживання ресурсів.* Детально реєструє кількість ресурсів, спожитих завданнями при їх виконанні. Збір цих даних необхідний для

вибудовування економічних відносин між постачальниками ресурсів та споживачами. Як і моніторинг, поставка даних здійснюється сенсорами.

**Перспективи застосування гріду та технології побудови розподілених додатків.** Розглянемо тепер gLite з точки зору його застосування. gLite (і подібні до нього системи) - це комплекс, призначений для управління прикладними програмами в розподіленому середовищі ресурсів. Діяльність ця підтримується багатопланово, але сама вона є специфічною - це комп'ютинг, орієнтований на науково-технічну сферу: користувач працює з базовими об'єктами - програмами і файлами, тобто від нього вимагається кваліфікація хоча й прикладного, але все-таки програміста. Комп'ютинг такого роду, безсумнівно, має цінність для вирішення різних і досить важливих прикладних задач, але є всього лише одним з можливих різновидів розподіленого комп'ютингу, які можуть підтримуватися грід-інфраструктурою. Найбільш складною і невирішеною до кінця проблемою є задача планування розподілу ресурсів в гетерогенних грід системах. Завдання планування розподілу ресурсів в гетерогенних середовищах широко досліджується в даний час і є досить великий список робіт у цьому напрямку, проте як видно з експериментальних досліджень проведених в роботі [6] істотним недоліком відомих стратегій розподілу завдань в багато процесорних системах в кінцевому рахунку є нерівномірність їх завантаження, що призводить до зменшення часу виконання всіх завдань у черзі. Відомо, що частина ресурсів системи може бути завантажена на 100-80%, а частина ресурсів не більше ніж на 20%, тобто нерівномірність навантаження дуже велика. Для усунення цього недоліку в даній роботі пропонується наступний підхід.

Черга завдань знаходиться в буфері сервера кластера, при цьому кожне завдання характеризується вектором показників  $(\alpha_1^{z_i}, \alpha_2^{z_i}, \dots, \alpha_q^{z_i})$ , в якості яких може бути об'єм пам'яті необхідний для виконання завдання, вимоги до операційної системи ресурсу, договірною ціною рішення і т.д. Кожен  $\{R_i\}$  надає дані відомості на сервер про те вільний він чи ні і свої характеристики в тому ж форматі, що і для завдань  $(\alpha_1^{R_i}, \alpha_2^{R_i}, \dots, \alpha_q^{R_i})$ . З буфера сервера формується пул завдань, який потрібно відправити на виконання на ресурси  $\{R_i\}$ . На основі відомостей про завдання і вільні ресурси кластера, в базі даних сервера створюється таблиця, стовпці якої відповідають ресурсу  $\{R_i\}$  кластера, рядкам завдання з сформованого пула завдань. На перетині рядка і стовпця будемо ставити одиницю, якщо з порівняння  $(\alpha_1^{z_i}, \alpha_2^{z_i}, \dots, \alpha_q^{z_i})$  і  $(\alpha_1^{R_i}, \alpha_2^{R_i}, \dots, \alpha_q^{R_i})$  і впливає, що дана задача може бути реалізована на наявному вільному ресурсі і нуль в іншому випадку.

Завдання  $Z_i$  може бути виконане на ресурсі  $R_i$ , якщо виконуються нерівності  $\alpha_1^{R_i} \leq \alpha_1^{Z_i}; \alpha_2^{R_i} \leq \alpha_2^{Z_i}; \dots, \alpha_q^{R_i} \leq \alpha_q^{Z_i}$ . Розподіл завдань розглянемо на основі принципу роздільного розподілу завдань див. рис.1, а динамічно і безперервно на основі наступної процедури  $D$ .

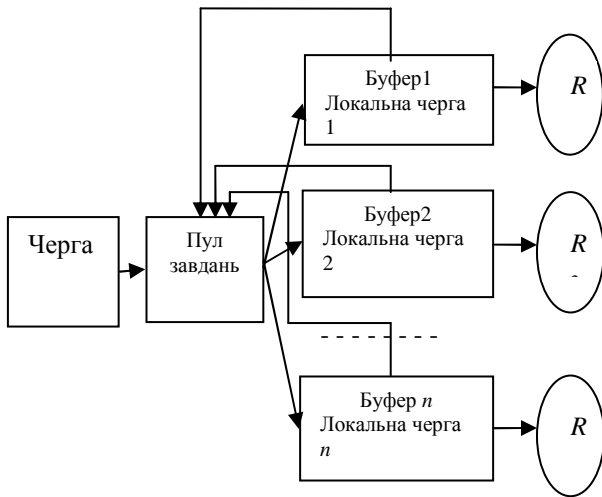


Рисунок 1 – Роздільне розподіл завдань в гетерогенному середовищі

### Процедура $D$

На основі відомостей про завдання і вільних ресурсах, в диспетчері створюється таблиця, стовпці якої відповідають ресурси  $\{R_i\}$ , рядкам завдання з сформованої черги завдань. На перетині рядка і стовпця будемо ставити одиницю, якщо з порівняння  $(\alpha_1^{R_i}, \alpha_2^{R_i}, \dots, \alpha_q^{R_i})$  і  $(\alpha_1^{Z_i}, \alpha_2^{Z_i}, \dots, \alpha_q^{Z_i})$  і випливає, що дане завдання може бути реалізоване на наявному вільному ресурсі і нуль в іншому випадку. Вирішуючи задачу про найменшому покритті (ЗНП), знаходимо мінімальне число ресурсів, на якому сформована черга завдань може бути виконана, і відправляємо завдання на рішення у виділені ресурси. Далі черга поповнюється новими завданнями, і процедура повторюється, ті завдання, для яких ми в таблиці маємо нульові рядки, опрацюються назад в чергу і робиться повідомлення адміністратору про неможливість виконання даного завдання не на одному ресурсі системи.

Математичною моделлю роботи диспетчера що

реалізує процедуру  $D$  є задача про найменшому покритті (ЗНП), яка може бути сформульована як задача лінійного булевого програмування виду.

$$L = \sum_{j=1}^n x_j \rightarrow \min \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^n \beta_{ij} x_j \geq 1, i = \overline{1, m}; \quad (2)$$

$$\beta_{ij} \in \{0,1\}; x_j \in \{0,1\}.$$

Особливістю реалізації диспетчером процедури планування на основі рішення ЗНП є, те, що рішення ЗНП здійснюється постійно, з періодом визначеним часом збору інформації про стан ресурсів. Динамічна процедура  $D$  здійснює формуванням локальних черг, забезпечуючи максимальне завантаження кожного ресурсу. Крім розглянутої процедури планування на основі рішення ЗНП широко використовуються процедури FCFS (First Come First Served) - які розподіляє завдання за принципом «перший прийшов першим обслужили», тобто в порядку їх надходження (у порядку черги), вибираючи при цьому для завдання вільний і доступний ресурс, і централізований метод планування ресурсів в Грід [6]. Планувальник вибирає перше завдання з черги пулу і пробує помістити її в пакет завдань на один з ресурсів, на яких вона може бути вирішена. Якщо операція виконана успішно, то планувальник переходить до нового завдання, якщо ні - повертає його в пул, при цьому воно залишається першим в пулі і переходить до наступного завдання з черги.

**Формалізація та постановка задачі при використанні як динамічної процедури завдання нелінійного булевого програмування (NLP) на основі групової вибірки з індивідуальною сегментацією.** Спосіб групової вибірки з індивідуальною сегментацією це такий спосіб, при реалізації якого завдання, що знаходяться в черзі, розбиваються на підзавдання [1-3]. З черги отриманих підзавдань вибираються такі, які можуть бути вирішені на різних процесорах, і щоб сума їх пріоритетів була максимальною. У разі наявності рівнозначних підзавдань вибирають більш «старі». Підзавдань - це частина завдання, яка може бути вирішена на одному конкретному процесорі. Якщо завдання потребує використання  $R$  процесорів, то воно розбивається на  $R$  підзавдань. У цьому варіанті нам треба вибрати з черги як можна більшу кількість підзавдань, які звертаються до різних процесорам, і при цьому сума пріоритетів обраних підзавдань повинна бути максимальна. Слід зазначити, що прагнення до максимуму суми пріоритетів обраних підзавдань є головним критерієм

при виборі підзавдань з черги. Нехай  $\{\bar{X}\}$  - множина всіх варіантів вибірки завдань з черги,  $\bar{X}$  - один з варіантів вибірки завдань. Причому

$$\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_p, \dots, x_N\}, \quad (3)$$

де  $p = \overline{1..N}$ ,  $N$  кількість завдань у черзі,  $x_p$  - булева змінна дорівнює 1 якщо завдання  $Z_p$  вибрано в цьому варіанті і 0, якщо не вибрано.  $C_p$  - пріоритет завдання  $Z_p$ .

Для оцінки способу вибірки завдань будемо використовувати коефіцієнт використання ресурсів  $K_{BP}$ . Даний коефіцієнт показує, яка частина ресурсів, із загальної кількості ресурсів до яких звертаються стоять в черзі завдання, буде використана. Якщо  $K_{BP} = 0$ , то жоден ресурс не буде використаний, а якщо  $K_{BP} = 1$ , то використовуються всі ресурси, для яких існують завдання на даний момент. Але не завжди можливо вибрати такі завдання, щоб всі ресурси були задіяні. Тому перед нами стоїть завдання вибору такого способу вирішення черги завдань, при якому  $K_{BP}$  прагнуло б до 1. В загальному вигляді  $K_{BP}$  визначається таким чином:

$$K_{BP} = \frac{N_B}{N_O}, \quad (4)$$

де  $N_B$  - кількість ресурсів, які будуть задіяні при реалізації певної вибірки;  $N_O$  - кількість ресурсів, до яких існують завдання у черзі.

Але в даному виді  $K_{BP}$  не враховує пріоритети запитів, тому необхідно змінити коефіцієнт (4), для обліку пріоритету запитів. Але якщо враховувати пріоритети запитів, то уявлення коефіцієнта  $K_{BP}$  залежить від обраного способу вибірки. Нехай при груповій вибірці з сегментацією  $Z_{kg}$  - підзавдань завдання  $Z_k$  яке може бути вирішено на процесорі  $T_g$ .

$C_{kg}$  - пріоритет запиту  $Z_{kg}$ .  $\{\bar{X}\}$  - множина всіх варіантів вибору підзапитів з черги,  $\bar{X}$  - один з варіантів вибору підзапитів. Причому

$$\bar{X} = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{kg}, \dots, x_s\}, \text{ де } k = \overline{1..p}, g = \overline{1..M},$$

$p$  - кількість запитів в черзі,  $M$  - кількість процесорів,  $x_{kg}$  булева змінна дорівнює 1 якщо відповідне підзавдань  $Z_{kg}$  вибрано в цьому варіанті і 0 якщо ні, тоді коефіцієнт (4) прийме вигляд:

$$K_{BP} = \frac{\sum_{j=1}^n C_{1j} S_1(C_n^j) + \sum_{j=1}^n C_{2j} S_2(C_n^j) + \dots + \sum_{j=1}^n C_{pj} S_p(C_n^j) + \dots + \sum_{j=1}^n C_{mj} S_m(C_n^j)}{\sum_{i=1}^M Y_i}, \quad (5)$$

де  $Sr(C_n^r) = S_1 + S_2 + \dots + S_p$  - сума всіх можливих поєднань творів змінних містять в кожному добутокві

$$Sr = X_p X_k \dots X_m \text{ } r \text{ різних змінних; } p_r = \frac{n!}{r!(n-r)!};$$

$C_{rj}$  - коефіцієнти, що стоять в добутках  $Sr$ , містять змінні  $r$  і визначають важливість вирішуваних завдань;  $Y_i$  - максимальна величина пріоритету завдання із завдань черги, що звертаються до ресурсу  $R_i$ ,

І, відповідно, виходячи з (6) отримуємо функціонал (7):

$$F(x) = \sum_{j=1}^n C_{1j} S_1(C_n^j) + \sum_{j=1}^n C_{2j} S_2(C_n^j) + \dots + \sum_{j=1}^n C_{pj} S_p(C_n^j) + \dots + \sum_{j=1}^n C_{mj} S_m(C_n^j) \rightarrow \max \quad (6)$$

Ми отримуємо задачу нелінійного програмування з булевими змінними, з обмеженнями виду

$$\sum_{k=1}^p A_{kg} x_k \leq B_g, g = \overline{1..M} \quad (7)$$

де  $A_{kg}$  - булева змінна дорівнює 1 якщо  $Z_k$  використовує процесор  $T_g$  і 0 якщо немає;  $B_g$  - кількість ресурсів, яке можна використовувати, для виконання завдань  $Z_k$  в даний момент часу з безлічі  $M$ , виходячи з умови, що в будь-який момент часу будь-який процесор може бути використаний для рішення одного завдання. В якості методу розв'язання задачі (6,7) розробленої моделі використовувався ранговий метод вирішення даної задачі запропонований в [6] /

**Порівняння стратегії NLP з MC і FCFS** здійснювалося при наступних умовах:

1. **Система планування** організована у вигляді дворівневої структури, на першому рівні якої вибираються завдання, що підлягають плануванню, до них застосовується методи вирішення задач, вибрані як результат її вирішення завдання призначаються на доступні і вільні на момент розподілу ресурси і вирішуються на них під керуванням локального планувальника.

2. **Метод планування** на кожному кроці планування максимально завантажує мінімальна кількість вільних і доступних на момент планування ресурсів. Таким чином, для подальшого розподілу завдань черги кількість ресурсів для можливого призначення на них завдань **буде максимальним**.

3. **Алгоритм** розв'язання задачі планування повинен мати малу тимчасову складність його реалізації для мінімізації часу, відведеного на процес планування завдань для їх вирішення на ресурсах.

4. **Система планування** використовує пакетну технологію «pull-push»: завдання, організовані у формі пакета (пулу завдань), вибираються з черги (pull), по мірі їх планування на ресурси вкладаються в пакет завдань на призначений ресурс (ресурси) і передаються на рішення (push) на цей ресурс (ресурси).

5. На моменти планування  $t_k$  завдання  $m$  є незалежними і  $n$  ресурсів системи є доступними і вільними.



Таким чином, **мета дослідження** - порівняти процедури планування *NLP*, *MC* і *FCFS* на основі метрик продуктивності роботи GRID-системи.

#### **Постановка експерименту і метрики продуктивності роботи системи**

В якості метрик продуктивності роботи моделі системи використовувалися середній час відповіді і коефіцієнт використання ресурсів.

Для даної системи час відповіді визначається таким чином:

$$t_{\text{відповіді}} = t_{\text{пул}} + t_{\text{пакет}} + t_{\text{розв'язання}}$$

де  $N$  - кількість завдань, що знаходяться в глобальній черзі.

Коефіцієнт використання ресурсів

$$K_{\text{пр}} = \sqrt[k]{K_{u1} K_{u2} \dots K_{uk}}$$

де  $K_{\text{Pi}} = \frac{P_{\text{Pi}}}{P_{\text{max}}}$  - коефіцієнт використання  $i$ -го

ресурсу;  $P_i$  - сумарний пріоритет завдань виконаних  $i$ -м ресурсом;  $k$ -кількість тактів за яке виконується вся черга завдань.

Коефіцієнт пріоритетності

$$K_{\text{пр}} = \sqrt[k]{K_{\text{Pi1}} K_{\text{Pi2}} \dots K_{\text{Pik}}}$$

де  $K_{\text{Pi}} = \frac{P_{\text{Pi}}}{P_{\text{max}}}$  - коефіцієнт пріоритетності на  $i$ -му

такті планування;

$P_{\text{Pi}}$  - сумарний пріоритет завдань розміщені в буфер на  $i$ -му такті планування;

$P_{\text{max}}$  - максимальний пріоритет завдання в черзі.

#### **Базова конструкція і принципи роботи моделі**

Для опису конструкції і роботи пропонуваної моделі використовуємо такі поняття і визначення. В якості базової архітектури моделі вибирається архітектура обчислювальної GRID-системи, що використовує ієрархічну структуру: на першому рівні знаходиться система планування ресурсів (кластерів) GRID-системи (планувальник першого рівня), на другому - локальному - рівні здійснюється локальне планування завдань на ресурсі (локальний планувальник), призначене для планування рішення призначених на даний ресурс завдань.

У дворівневій архітектурі GRID-системи пропонується використовувати наступні компоненти:

- глобальна черга, яка формується в міру надходження завдань користувачів для їх

вирішення в GRID-системі; глобальна черга характеризується розміром  $L_{\text{GIQuer}}$ , - кількістю завдань, які надійшли на їх рішення в GRID-системі за час формування черги  $T_{\text{GIQuer}}$ ;

- проміжний пул завдань, вибраних з глобальної черги, що має розмір  $L_{\text{pool}}$  ( $L_{\text{pool}} \leq L_{\text{GIQuer}}$ ). Розмір пулу може визначатися, наприклад, періодичністю процесу планування: днями, тижнями і т.д.;
- пакет завдань, що формується як результат обробки завдань пулу на основі рішення задачі про найменшому покритті, що має певний розмір  $L_{\text{packet}}$ ;
- ресурси  $R_i$  представляють собою кластери GRID-системи, на яких будуть вирішуватися сплановані планувальником першого рівня завдання.

Послідовність обробки завдань, що знаходяться в глобальній черзі, представляє циклічний процес планування, який можна представити у вигляді динамічного алгоритму планування базується на основі використання процедур *NLP* з *MC* і *FCFS*.

Для перевірки ефективності запропонованого підходу до планування ресурсів розроблена програмна реалізація моделі, що реалізує імітаційну дискретно-подієву модель функціонування гетерогенної GRID-системи, що включає наступні функціональні елементи:

**1. Глобальна черга завдань** - завдання (заявки, вимоги, додатки), які подаються на систему для моделювання процесу роботи гетерогенної середовища.

**2. Проміжний пул завдань** - буфер системи, в який в порядку надходження завантажуються завдання з глобальної черги, і здійснюється планування ресурсів.

**3. Планувальник** - програмний модуль, який розподіляє на основі обраного методу планування завдання, що знаходяться в пулі, на локальні ресурси.

**4. Модель завдань** - визначається складністю завдань, задається в тактах - більш складне завдання вимагає для його виконання більшої кількості тактів.

**5. Пакет завдань** - набір завдань направляються на ті ресурси, на яких дані типи завдань можуть бути виконані.

**6. Ресурси** - елементи, що моделюють процес виконання завдань, які були на них розподілені, продуктивність яких теж визначається числом тактів необхідних для звільнення ресурсів.

**7. Затримка** - характеризує комунікаційну затримку даних, що передаються з пакета завдань для виконання на кластер.

**8. Модель часу** - в якості моделі часу була обрана умовна одиниця часу роботи системи - такт, який можна розглядати як тривалість інструкцій або команд в обчислювальній системі.

Один такт включає виконання в моделі трьох операцій:

- **Операція №1** - розміщення вхідних завдань в пул;
- **Операція №2** - розподіл задач в черзі пулу між ресурсами і повернення не помістившися на ресурси завдань назад в пул;
- **Операція №3** - імітація вирішення завдань ресурсами, на які вони були розподілені.

При моделюванні досліджувалися залежності часу виконання всіх завдань глобальної черги в залежності від кількості завдань у черзі при різних складнощах розв'язуваних завдань і різній продуктивності ресурсів, а також залежність коефіцієнта використання ресурсів гетерогенної GRID-системи від кількості розв'язуваних завдань. Характеристики наведені на рис.2-5 отримані при числі ресурсів використовуваних в гетерогенній GRID-системі рівному 10 з довірчою ймовірністю рівної 0,95, при цьому всі параметри GRID-системи змінювалися за законом Пуассона.

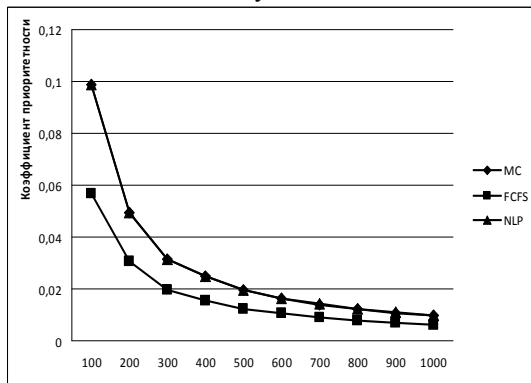


Рисунок 2 - Залежність коефіцієнта пріоритетності від числа завдань у черзі

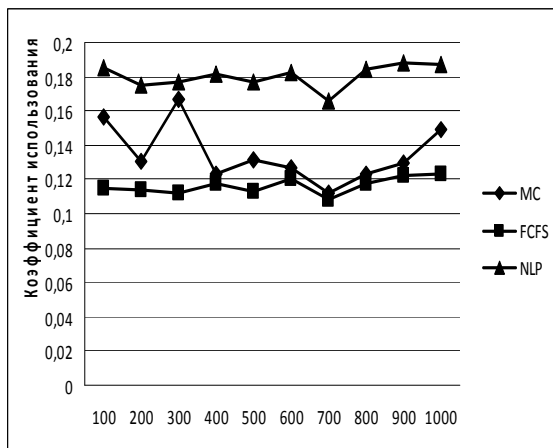


Рисунок 3 - Залежність коефіцієнта використання ресурсів від числа завдань у черзі.

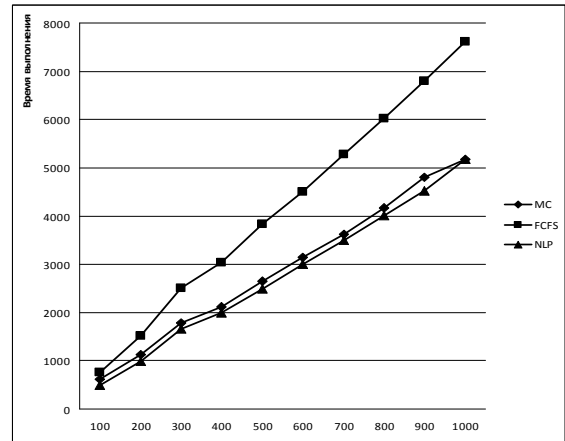


Рисунок 4 - Залежність часу виконання всієї черги завдання від числа завдань у черзі

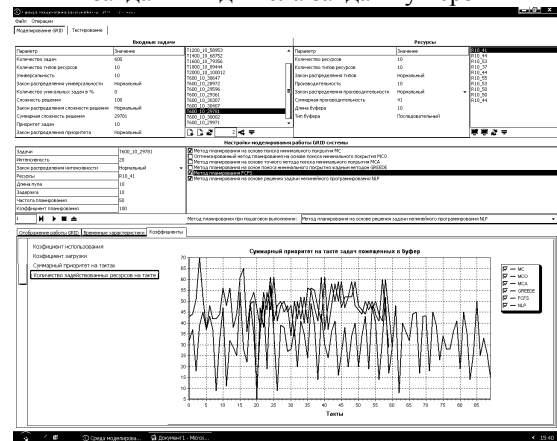


Рисунок 5 - Зміни сумарного пріоритету виконаних завдань на різних тактах планування

З рисунків 2-4 видно, що при використанні для планування процедури, базуються на вирішенні задачі нелінійного програмування (6,7) коефіцієнт використання і коефіцієнт пріоритетності вище ніж у процедур планування на основі рішення ЗНП (1,2) і процедур *FCFS*. При цьому оперативність виконання черги завдань вище у процедури *NLP*.

**Висновок**

Обчислювальні експерименти, проведені з використанням програмної реалізації розглянутої моделі, підтвердили ефективність запропонованої процедури планування *NLP* порівняно з процедурами, заснованими на вирішенні ЗНП і процедур *FCFS*.

Яким представляється розвиток подальших робіт з проблематики GRID-у?

Перш за все це розробка типових рішень. GRID-и повинні створюватися зацікавленими в них організаціями, а роль системних фахівців полягає в тому, щоб запропонувати технологічні рішення для типових завдань і відбір базових програмних засобів. Так, у справі створення інфраструктури хостингу

основне - рішення двох проблем.

Перше - розробка загально GRID-овських серверів, в контейнерах яких можуть бути встановлені інтеграційні і підтримуючі GRID-служби. Друге – розробка шлюзових служб, через які ресурси підключаються до GRID. Створення ж ресурсної складової інфраструктури, яке часом виступає головним завданням, має бути залишено творцям конкретних GRID. Приблизно таким же бачиться вирішення завдання розробки розподілених додатків. Якщо говорити про масове застосування GRID-у, то додатки повинні бути предметно-орієнтованими, і їх розробка повинна здійснюватися прикладними фахівцями, а завданням системні фахівці повинні забезпечити їх типовими рішеннями та інструментальними засобами. Розвиток досліджень робіт по GRID-комп'ютингу протікає надзвичайно енергійно і характеризується постійною появою нових концепцій, архітектурних рішень, технологій і розробок, так що згаданий вище фундамент постійно розширюється і можливості з побудови ефективних безпечних систем управління залізничним транспортом на основі GRID технологій.

### Література

1. *LCG Middleware.*  
<http://lcg.web.cern.ch/LCG/activities/middleware.htm>
2. *Workload Management System User and Reference Guide.*  
<https://edms.cern.ch/file/572489/1/EGEE-JRA1-TEC-572489-WMS-guide-v0-2.pdf>
3. *R-GMA C User and Reference Guide.*  
<https://edms.cern.ch/file/503615/1.5/EGEE-JRA1-TEC-503615-v1.4.pdf>
4. *DataGrid Project Documentation.*  
<http://marianna.in2p3.fr/datagrid/documentation/>
5. *Condor Project:* <http://www.cs.wisc.edu/condor>
6. *Пономаренко В.С. Методы и модели планирования ресурсов в ГРИД--системах: монография / В.С. Пономаренко, С.В. Листровой, С.В. Минухин, С.В. Знахур. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2008. – 408 с.*

*Листровой С. В., Лаврик С. Е., Листровая Е. С.  
(УкрГАЗТ)*

### О ПОДХОДАХ К ПОСТРОЕНИЮ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ОТНОСЯЩИХСЯ К КЛАССУ NP-ПОЛНЫХ ЗАДАЧ

Рассматривается возможность построения полиномиальных алгоритмов решения задач определения максимальных независимых множеств и решения SAT-задач. Во многих прикладных задачах

синтеза и анализа вычислительных систем и сетей и разработки специального математического обеспечения для их функционирования требуется найти в конечном множестве объектов максимальную систему объектов, попарно не связанных друг с другом, или же выбрать минимальную систему объектов, связанных со всеми другими. Формулировки подобных задач на языке теории графов приводят к понятиям независимости и покрытия. Задача SAT это задача определения разрешимости булевой формулы. Формула называется разрешимой, если для нее существует выполняющий ее набор переменных, то есть набор значений всех входящих в формулу переменных, на которых формула истинна. В русскоязычном варианте она известна как задача «выполнимость» (ВЫП). Данная задача имеет важное прикладное значение: при верификации программного и технического обеспечения современных ЭВМ; при проектировании ПЛИС, при решении задач автоматизации доказательств, связанных с проверкой противоречивости множества дизъюнктов в исчислении высказываний. Она так же находит широкое применение в криптографическом анализе, поскольку алгоритмы шифрования можно рассматривать в терминах КНФ (конъюнктивная нормальная форма) и интерпретировать задачу криптографического анализа, как задачу нахождения решающего набора, где решающим набором является секретный ключ. Задача SAT имеет важное значение в системах автоматической проверки доказательств, где формулой называют набор кловов (clause), под которыми понимается дизъюнкция некоторого количества литералов – переменных  $X$  и  $\bar{X}$ . Большое значение, данная задача имеет при выяснении выполнимости схем CIRCUIT-SAT (circuit-satisfiability problem).

*Ломотько Д. В., Бронза С. Д.,  
Овчів М. Ж. (УкрДАЗТ)*

### РОЗПОДІЛ ІМОВІРНІСТІ СТАНІВ СИСТЕМИ ОБОРОТУ ВАГОНІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ. ЗАГАЛЬНЕ РІШЕННЯ

У доповіді розглянуто систему масового обслуговування (СМО) типу вантажний залізничний вузол (ВЗВ), (яка розглядається як марковський ланцюг) з метою обчислення розподілу імовірності станів обігу вагонів. Отримано загальне рішення поставленої задачі. Обчислені імовірності знаходження вагонів в будь-якому стані в довільний момент часу, наведено два приклада моделювання.

*Пархоменко О. О. (УкрДАЗТ)*

## ВЕРИФІКАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ РІШЕННЯ SAT-ЗАДАЧІ

Прогрес технологій розробки програмного забезпечення (ПЗ) в останні десятиліття значно збільшив продуктивність програмістів в термінах кількості коду, створюваного ними в одиницю часу. Це проявляється, зокрема, у збільшенні розмірів найбільш складних програмних систем, що розробляються зараз, до десятків мільйонів рядків коду. Таким чином, вдосконалення методів розробки ПЗ, даючи можливість створювати все більш складні системи, необхідні державним організаціям таким як Укрзалізниця, парадоксальним чином лише збільшує кількість дефектів в них і пов'язані з ними загрози. Верифікація включає в себе верифікацію готової продукції та верифікацію проміжних продукцій щодо всіх відібраних вимог, що включають в себе вимоги замовника, вимоги до готової продукції та вимоги до її окремих компонентів. Для верифікації програмних продуктів використовується програмний комплекс Transalg призначений для зведення до булевого рівняння (і в тому числі до SAT-завдання) задач зведення полиноміальних обчислювальних дискретних функцій. З цією метою алгоритм обчислення функції записується на спеціальній C-подібній мові (TA-мова), після чого відбувається трансляція отриманої TA-програми в систему булевих рівнянь. На заключному етапі трансляції система приводиться до однієї з можливих нормальних форм («КНФ = 1», «ДНФ = 0», полиноміальні рівняння над полем GF). Тому є актуальним розробка ефективних алгоритмів рішення SAT-задачі. Усі відомі алгоритми мають експоненціальну складність. У роботі розглядається можливість створення алгоритму субекспоненціальної складності для вирішення SAT-задачі.

*Сторож І. В., Нічога В. О.,  
Ващущин Л. В. (НУ "Львівська політехніка")*

## ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЬОВАНИХ І АДАПТОВАНИХ СИГНАЛІВ ЯК БАЗИСУ ДЛЯ ВЕЙВЛЕТ-ПОДІБНОГО АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ МАГНІТНОЇ ДЕФЕКТОСКОПІ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК

### Вступ

Діагностика технічного стану об'єктів забезпечує їх безпечну експлуатацію та вчасне виявлення дефектів. Особливо це актуально при діагностиці об'єктів, дефекти яких можуть стати причиною

значних матеріальних втрат або людських жертв. До таких об'єктів відносяться залізничні рейки. Вчасне виявлення дефектних рейок дозволяє вжити заходи для запобігання їх розломам під поїздами, що підвищує безпеку та економічну ефективність залізничного транспорту в цілому.

На даний час для швидкісної діагностики рейок використовуються ультразвукові та магнітні дефектоскопи, які доповнюють один одного. Зокрема магнітні дефектоскопи краще виявляють поперечну тріщину в головці рейки, яка є особливо небезпечною, оскільки може призводити до розлому рейки під рухомим поїздом [1].

Роботи, які ведуться по створенню систем та алгоритмів для автоматизованого виявлення дефектів [2-4] можуть бути ефективні лише у випадку, якщо у них буде закладена максимально можлива кількість варіантів сигналів від дефекту. Деякі дані по формах сигналу спричиненого повздовжньою складовою магнітного поля  $H_y$  дефекту є описані [4,5,8]. Водночас інформації про форми сигналів від двох інших ортогональних складових поля  $H_x$ ,  $H_z$ , а також про характер сигналів в багатоканальних давачах недостатньо.

Отримання великої кількості сигналів експериментальним шляхом вимагає значних часових та фінансових витрат. Тому створення математичної моделі дефекту, яка би дозволила розрахувати форму сигналу в залежності від геометричних параметрів дефекту, його положення в головці рейки та типу застосованого давача є актуальною задачею.

### Постановка задачі.

Метою дослідження є пошук можливих методів автоматизації процесу обробки сигналу з магнітного вагона дефектоскопа, який реалізує магнітодинамічний метод дефектоскопії [5]

У роботах [6,7] було проведено дослідження можливості застосування зразка зареєстрованого магнітним вагоном дефектоскопом сигналу від поперечної тріщини. Для аналізу цього сигналу було проведено вейвлет - подібне перетворення, у якому в ролі материнської функції виступав фрагмент записаного сигналу. Цей фрагмент був виявлений на ділянці Львів – Сянки – Чоп 11/06/2009 р. і являє собою поперечну тріщину без виходу на поверхню рейки. Зразок сигналу був передискретизований (перемасштабований) так, що утворився масив сигналів, які були розтягнуті або стиснуті, відносно оригінальної довжини. Відношення нової довжини до оригінальної становило від 0,5 до 2. Після цього було проведено кореляцію фрагменту дефектограми з кожним з цих сигналів. Для отриманого двомірному масиву було знайдено максимум кореляції як по довжині дефектограми, так і по зміні масштабу зразкового сигналу. Було показано, що максимум припадає на масштаб 1:1 як для тріщин, так і для

стиків колії, оскільки стик і розлам рейки мають однаковий вплив на магнітне поле в рейці. Також було показано, що для сигналів від сторонніх об'єктів, таких як сталевий дріт розклепаний на рейці, максимум є на інших масштабах.

Однак реальний сигнал містить шуми та інші завади, спричинені поверхневими дефектами в районі тріщини, а також являє собою окремий випадок зі своїми особливостями, тому використання його як базису не є достатньо ефективним. Якісні записи поперечних тріщин трапляються дуже рідко. Тому було прийнято рішення створити модель, на основі якої можна отримати форму сигналу на виході датчика.

Для вирішення поставленої задачі було розглянуто два шляхи:

У першому було взято модель на основі фіктивних магнітних зарядів, що утворюються на стінках розлому [8]. Модель було розширено з одновимірної до трьохвимірної, що дало можливість моделювати поле від тріщини довільної форми у просторі над рейкою.

У другому на основі реально записаного сигналу шляхом апроксимації засобами Wavelet toolbox середовища Matlab було створено адаптовану материнську функцію.

На основі моделі було отримано форму поля над рейкою. Ця картина відповідає статичному розподілу. Для того, щоб врахувати те, що при русі вагона дефектоскопа індуктивний датчик вимірює зміну поля, над отриманим сигналом було проведено перетворення Гільберта, яке доповнило сигнал уявною складовою (рис1).

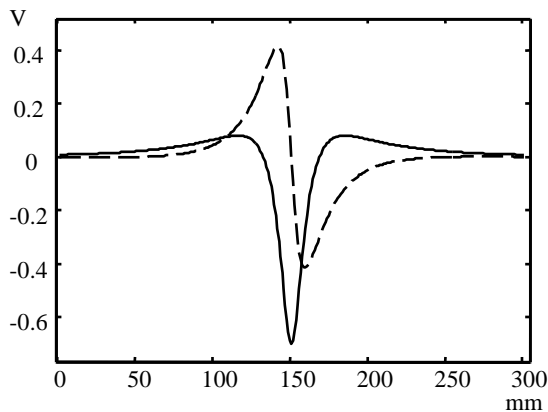


Рис.1. Змодельований сигнал від тріщини і його ортогональне доповнення (пунктиром).

Ця форма була передискретизована так, щоб утворити декілька масштабів, як в сторону стиснення, так і в сторону розтягнення. Зразки були нормовані відповідно до зміни масштабу, обернено пропорційно квадратному кореню коефіцієнту розтягнення. Після цього було проведено кореляцію дефектограми з кожним масштабом зразка. Було встановлено умову,

що максимум коефіцієнта кореляції повинен бути при масштабі 1:1 і не повинен досягати рівня кореляції зі стиком колії.

#### Застосування адаптованого вейвлету

Для створення адаптованого вейвлету було здійснено інтерполяцію даного сигналу (для плавності форми) та створено адаптовану модель сигналу від поперечної тріщини (рис. 2, б (пунктирна лінія)), яка відповідає вищевказаним особливостям даного дефекту.

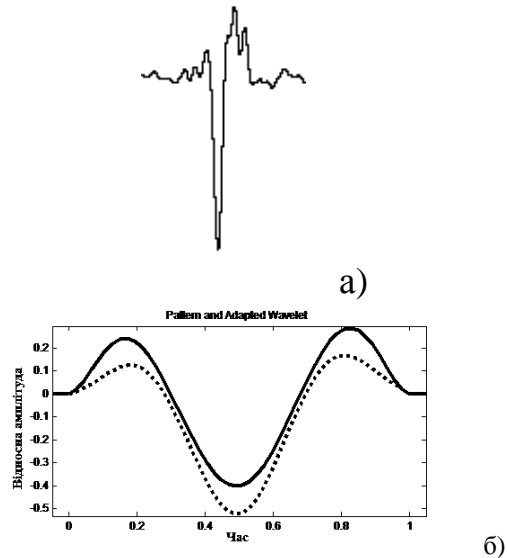
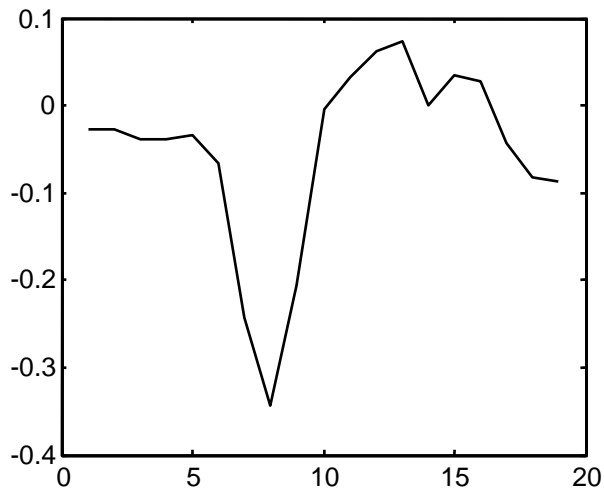


Рис.2. Реальний сигнал від поперечної тріщини рейки (а), модель сигналу від даного дефекту (б, пунктирна лінія) та її апроксимоване значення (б, суцільна лінія)

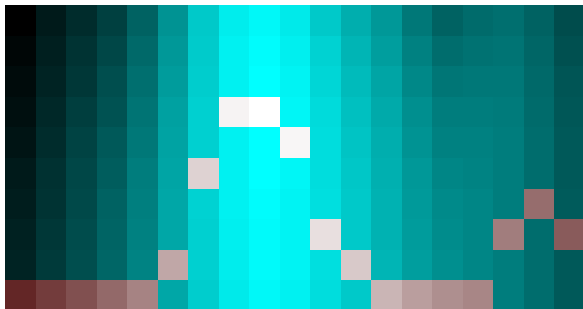
#### Застосування змодельованого і адаптованого сигналів

Для перевірки практичного застосування запропонованої моделі магнітного поля з її допомогою була проаналізована дефектограма ділянки колії Львів – Сянки – Чоп довжиною 78 км, на якій було виявлено 97 підозрілих імпульсів, які в своїй більшості відповідають зварним стикам. Окрім них розроблена програма виявила поперечну тріщину без виходу на поверхню на 36-му кілометрі ділянки, яку раніше виявили оператори вагону дефектоскопу (рис.3.а,б).

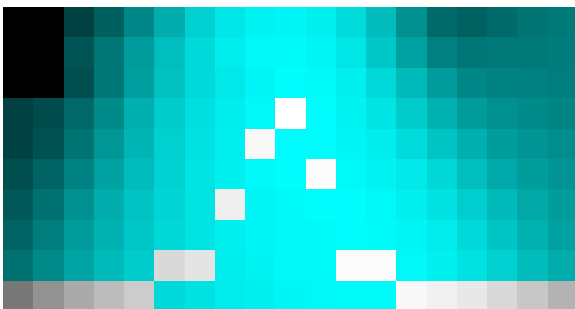
Експеримент було повторено з адаптованим вейвлетом. При тих самих умовах спрацювання було виявлено 38 імпульсів серед яких також було виявлено сигнал від тріщини (рис.3.а,в). Таке покращення характеристик виявлення можна пояснити тим, що адаптований вейвлет створювався на основі того самого сигналу від тріщини.



а)



б)



в)

Рис.3. Результати аналізу фрагменту дефектограми (а) змодельованим сигналом (б) та адаптованим вейвлетом (в).

### Висновок

Описаний метод може бути використаний для виявлення небезпечних дефектів у залізничних рейках. Програмна реалізація не вимагає великих обчислювальних затрат, що дозволяє проводити обробку сигналу в реальному часі.

### Література

7. В.О. Нічога, М.В. Сім'яновський, І.С. Кучма, Г.Р. Трохим Особливості виявлення дефектів рейок в умовах Львівської залізниці// Відбір і обробка інформації. – 2011.–Вип. 34 (110).– С.42-48.
8. В.О. Нічога, П.Б. Дуб Особливості застосування багатоканальної і багатокомпонентної дефектоскопії при обстеженні залізничних рейок магнітними методами // Матеріали 16 Міжнародної науково-технічної конференції “Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів” (ЛЕОТЕСТ-2011). – 21-26 лютого 2011р. Славське Львівської області. – С.131-133.
9. Georgij Trokhym, Vitalij Niczoga, Petro Dub Kerunki rozwoju komputerowego do diagnostyki magnetycznej szyn torów kolejowych // IX szkola-konferencja “Metrologia wspomagana komputerowo, 24-27 maja 2011, Walewo, Polska. – S. 115.
10. А.Ю. Матюнин, Н.И. Мережин Блок сопряжения многоканального дефектоскопа рельсов.// Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2010. т.106. №5. с.135-189.
11. Дефектоскопия рельсов. Матвеев А.Н., Лысенко И.М., Успенский Е.И., Гурвич А.К., Козлов В.Б., Круг Г.А., Кузьмина Л.И. Изд. 3-е. Изд-во транспорт, 1971.
12. Liubomyr Vashchyshyn, Vitalij Nichoga, Igor Storozh Analysis of Defectoscopic Signals Using the Wavelet, Adapted to Detection Signals from Transverse Cracks in the Head of a Rail // Proceedings of the XIth International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2012) Dedicated to the 60th anniversary of the Radio Department at the Lviv Polytechnic National University – February 21-24, 2012. – Lviv-Slavske, Ukraine. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2012. – P. 96.
13. В.О. Нічога, В.М. Іванчук, І.В. Сторож Передискретизовані зразки експериментальних сигналів як базис для аналізу сигналів дефектоскопії залізничних рейок // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Радіоелектроніка та телекомунікації. – 2010. – Вип. 680. – С. 26-29
14. Grudzinski Eugeniusz , Niczoga Vitalij , Storozh Igor Estimated mathematical model of cracks in magnetic inspection of railroad rails, XV jubileuszowa międzynarodowa konferencja naukowa. "Komputerowe systemy wspomagania nauki, przemysłu i transportu, TRANSCOM-2011, Zakopane, Logistyka 6/2011, Polska, s.1249-1258

*Елифанов А.С. (ИПТМУ РАН, г. Саратов)*

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СЛОЖНОСТИ МАРШРУТОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СПЕКТРА ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

### Введение

Одной из фундаментальных характеристик, влияющих в общем случае на затраты ресурсов для организации движения по данному маршруту заданного объекта управления, является сложность маршрута. Сложность управления движением по заданному маршруту существенно зависит от специфики маршрута, которая определяется на основе многих факторов: длины маршрута, графика движения, физических характеристик объекта движения, трассы, специальных знаков и сигналов, внешних условий среды и т.п. Кроме того, сложность управления зависит и от свойств органов управления и ограничений, накладываемых на процесс управления. Все наиболее существенные факторы возможно закодировать с помощью символов конечного алфавита и представить специфику маршрута в виде последовательности элементов из конечного множества.

Проблема оценки сложности представлена задачами для различных математических структур: алгоритмов, классов задач, конкретных процессов, конкретных реализаций алгоритмов и т.п. Существуют различные средства и критерии оценки сложности: NP классы задач, NP-полные классы задач, классы полиномиально разрешимых задач, оценки по наилучшему, наихудшему или среднему варианту решения задач, оценки по числу вхождений в процесс вычислений наиболее сложных операций и т.д. (например, [1]).

В докладе исследуются оценки сложности конкретных процессов управления движением по известному маршруту. На основе использования аппарата геометрических образов законов функционирования конечных детерминированных автоматов, предложенного и разработанного В.А.Твердохлебовым [3], возможно рассмотрение геометрических кривых, представляющих собой масштабированные карты исследуемых трасс, с автоматной интерпретацией, т.е. как геометрических образов законов функционирования автоматов. По каждой кривой (представляющей трассу) осуществляется построение класса автоматов при различных значения мощности входного алфавита и различных способах доопределения функции переходов автомата. Построенные автоматы минимизируются и на основе числа состояний в минимальном автомате, сопоставленном трассе, проводится классификация трасс по сложности.

Кроме того, в данной работе приводятся результаты исследования числовых последовательностей кодов, представляющих специфику трасс, на основе использования специального спектра числовых параметров, предложенного и разработанного в работах [2-3]. Спектр  $\Omega = \langle \Omega_0, \Omega_1, \dots, \Omega_4 \rangle$  вводится как многоуровневая структура, в которой на каждом уровне представлены наборы характеристик использованных рекуррентных форм. На каждом последующем уровне спектра  $\Omega$  (при увеличении номера уровня) представлены более тонкие и детальные характеристики, что позволяет проводить оценки сложности с выбором необходимого уровня точности.

На основе использования спектра  $\Omega$  для анализа числовых последовательностей, представляющих специфику трасс, производится оценка сложности и классификация по сложности 69 трасс [4-6], на которых были проведены все официальные этапы мировой гоночной серии «Формула – 1» с 1950г. по 2011г. Также проведен анализ сложности некоторых планируемых к созданию и использованию в формуле-1 новых трасс (в частности трассы, планируемой к созданию в г.Сочи, Россия [4,6]).

### Спектр динамических характеристик рекуррентного определения последовательностей

Для строгого представления свойств последовательности Твердохлебовым В.А. введен спектр динамических параметров (характеристик) последовательности [2-3], характеризующий последовательность по взаимосвязям (взаиморасположению) элементов в ней. Определим понятие спектра.

Пусть  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$  - конечное множество и  $\xi$  последовательность элементов из множества  $U$ :  $\xi = \langle u(1), u(2), \dots, u(t), \dots \rangle$ . Спектр  $\Omega(\xi)$  динамических характеристик последовательности  $\xi \in U^*$  имеет иерархическую структуру, состоящую из уровней  $\Omega(\xi) = (\Omega_0(\xi), \Omega_1(\xi), \Omega_2(\xi), \Omega_3(\xi), \Omega_4(\xi))$ . Введём следующие обозначения.

Для любой последовательности  $\bar{\xi} \in U^v$ , где  $U^v$  - множество всех последовательностей длины  $v$  элементов из множества  $U$ , наименьший порядок рекуррентной формы, определяющей последовательность  $\bar{\xi}$ , будем обозначать  $m_0(\bar{\xi})$ . Для любой последовательности  $\bar{\xi} \in U^v$  и  $m \in N^+$ , где  $1 \leq m \leq m_0(\bar{\xi})$ , наибольшую длину начального отрезка последовательности  $\bar{\xi}$ , определяемого рекуррентной формой порядка  $m$ , будем обозначать  $d^m(\bar{\xi})$ . Для любой последовательности  $\bar{\xi} \in U^v$  и

$m \in N^+$ , где  $1 \leq m \leq |\bar{\xi}| - 1$ , число смен рекуррентных форм порядка  $m$ , требующихся при определении последовательности  $\bar{\xi}$ , будем обозначать  $r^m(\bar{\xi})$ . Для любой последовательности  $\bar{\xi} \in U^v$  и  $m \in N^+$ , где  $1 \leq m \leq m_0(\bar{\xi})$  и  $j$ , где  $1 \leq j \leq r^m(\bar{\xi})$  длину  $j$ -го отрезка в определении последовательности  $\bar{\xi}$  будем обозначать  $d_j^m(\bar{\xi})$ .

Используя введенные обозначения, определим спектр параметров, характеризующих последовательность, как следующую структуру:

$$- \Omega_0(\bar{\xi}) = \langle m_0(\bar{\xi}) \rangle;$$

$$- \Omega_1(\bar{\xi}) = \langle d^1(\bar{\xi}), d^2(\bar{\xi}), \dots, d^\alpha(\bar{\xi}) \rangle;$$

$$- \Omega_2(\bar{\xi}) = \langle r^1(\bar{\xi}), r^2(\bar{\xi}), \dots, r^\alpha(\bar{\xi}) \rangle;$$

$$- \Omega_3(\bar{\xi}) = \langle \Omega_3^1(\bar{\xi}), \Omega_3^2(\bar{\xi}), \dots, \Omega_3^\alpha(\bar{\xi}) \rangle, \quad \text{где}$$

$$\alpha = m_0(\bar{\xi}) \text{ и } \Omega_3^j(\bar{\xi}) = \langle d_1^j(\bar{\xi}), d_2^j(\bar{\xi}), \dots, d_{n_j}^j(\bar{\xi}) \rangle \quad ($$

$n_j$  – номер последнего отрезка в определении последовательности  $\bar{\xi}$  как последовательности отрезков, определяемых отдельными рекуррентными формами порядка  $j$ ). Четвёртый уровень  $\Omega_4(\bar{\xi})$  спектра  $\Omega(\bar{\xi})$  добавляет к характеристикам в предшествующих уровнях оценку сложности правил и вариантов использования правил. Формально  $\Omega_4(\bar{\xi}) = \Theta(\Omega_3(\bar{\xi}))$ , где  $\Theta$  - оператор замены в  $\Omega_3(\bar{\xi})$  величин длин отрезков весами использованных рекуррентных форм для определения отрезков.

#### Оценка сложности трасс гоночной серии «Формула - 1» на основе спектра динамических характеристик

В данном разделе с использованием спектра динамических параметров осуществляется исследование свойств 69 гоночных трасс, на которых были проведены все официальные этапы автомобильной гоночной серии «Формула-1» с 1950г. по 2011г, а также трасс, планируемых к введению в эксплуатацию. Анализ свойств гоночных трасс проводится на основе исследования свойств геометрических кривых, представляющих собой масштабированные карты реальных трасс. Анализ трасс состоит в построении кодов трасс (которые также интерпретируются как соответствующие последовательности вторых координат точек геометрических образов автоматов). Для элементов множества, состоящего из 69 построенных числовых

последовательностей кодов строятся спектры и на основе совпадения числовых показателей спектра множество разбивается на классы эквивалентных последовательностей. Кроме того, по каждой из 69 кривых осуществлено построение семейства автоматов (при различном числе входных сигналов автомата и различных способах доопределения функции переходов автоматов).

Построение числовых последовательностей кодов трасс при анализе сложности управления движением по трассе заданного объекта может быть реализовано различными способами и с разной степенью точности и полноты. В общем случае в коде должны быть представлены: геометрические свойства маршрута, физические свойства маршрута (задымленность, туман, тип покрытия, наличие на покрытии трассы веществ, влияющих на сцепление и др.), свойства объекта движения (например, способность набирать/снижать скорость с заданной интенсивностью), свойства органа управления объектом движения, свойства объектов сигнализации.

В данной работе при проведении анализа свойств трасс рассматриваются только геометрические свойства маршрутов ввиду того, что за 60 лет происходили существенные изменения в техническом регламенте «Формулы-1», оказывающие принципиальное влияние на свойства объекта движения, свойства органа управления и характеристики средств сигнализации (десятки раз вводились и отменялись ряд ограничений на мощность двигателя, диаметр и ширину покрышек, геометрию и размеры задних и передних антикрыльев, использование систем помощи при торможении и ускорении болида и др.). Числовые последовательности кодов, в которых представлены геометрические свойства трасс, могут быть построены различными способами. В данной работе использованы два способа построения кодов. Первый способ предполагает выбор базиса стандартных участков движения и их кодирования, разбиение всего маршрута на стандартные участки и построение кода всего маршрута как числовой последовательности кодов стандартных участков. При этом используется существующая гоночная классификация стандартных участков движения [7-9], для которых (на конкретном интервале времени действия технических правил для болидов) на основе опытных данных определены конкретные значения характеристик, позволяющие проходить стандартный участок быстрее всего способом: скорость входа на стандартный участок, скорость выхода, передача, на которой необходимо входить в участок, передача, на которой необходимо выходить из участка, способ прохождения участка и др. На рис.1 приведены карты двух трасс: (а) - Brands Hatch (Кент, Великобритания, 14 гран-при) и (б) - Hockenheimring (Хокенхайм, Германия, 33 гран-при) с



выбранным разбиением трасс на стандартные участки.

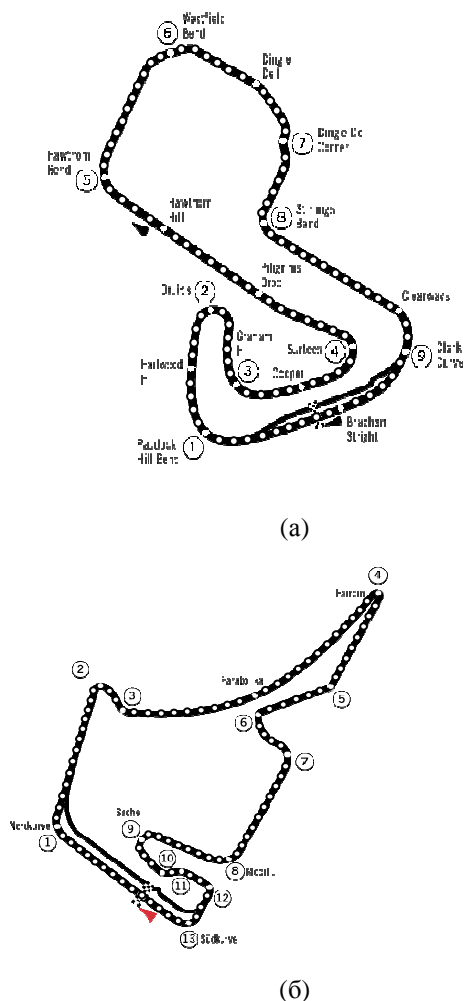


Рисунок 1 – Карты трасс: (а) - Brands Hatch (Кент, Великобритания, 14 гран-при); (б) - Hockenheimring (Хокенхайм, Германия, 33 гран-при) с выбранным разбиением трасс на стандартные участки

Построены числовые последовательности кодов всех 69 трасс и проведен их анализ с использованием спектра динамических параметров  $\Omega$ . Вычислены значения показателей на четырех уровнях  $\Omega_0 - \Omega_3$  спектра  $\Omega$  и на основе полученных значений построены классы эквивалентных по сложности последовательностей и соответствующих им трасс. В качестве примера приведем значения показателей на первых двух уровнях  $\Omega_0$  и  $\Omega_1$  спектра  $\Omega$  для последовательностей, кодирующих трассы, изображенные на рис.1. Показатели на нулевом уровне спектра: последовательность  $\xi_1$ , кодирующая трассу (а) Brands Hatch -  $\Omega_0(\xi_1) = m_0(\xi_1) = 19$ ; последовательность  $\xi_2$ , кодирующая трассу (б) Hockenheimring -  $\Omega_0(\xi_2) = m_0(\xi_2) = 21$ . Значения показателей для  $\xi_1$  и  $\xi_2$  на уровнях  $\Omega_1 - \Omega_3$  в явном

виде не приводятся.

Второй выбранный способ построения числовой последовательности кодов трассы основан на методе (предложенном и разработанным В.А.Твердохлебовым) построения законов функционирования автомата по произвольной геометрической кривой (подробное описание метода дано в работе [3]). В результате использования данного метода по каждой трассе построены: семейство конечных детерминированных автоматов (при 5 различных значениях мощности входного алфавита и 4 способах доопределения функции переходов автоматов) и числовая последовательность. Множество последовательностей проанализировано с использованием спектра динамических характеристик, вычислены конкретные числовые показатели на уровнях  $\Omega_0 - \Omega_3$  спектра  $\Omega$ , построены классы эквивалентных по сложности последовательностей и соответствующих им трасс. Построенные автоматы минимизированы и на основе числа состояний в минимальном автомате, соответствующем трассе, проведена классификация трасс по сложности.

#### Выводы

Проведен анализ сложности более 70 трасс «Формулы - 1» (трассы, на которых были проведены все официальные этапы с 1950г. по 2011г. и трассы, планируемые к построению и использованию в «Формуле-1»). Для проведения анализа трасс проведено кодирование трасс (двумя способами) и для получения конкретных оценок и классификации трасс по сложности использован специальный спектр динамических параметров рекуррентного определения последовательностей. По геометрическим кривым на плоскости, представляющим масштабированные карты трасс, построены и проанализированы классы автоматов (при различных числе входных сигналов автоматов и способах доопределения функции переходов).

#### Литература

1. *Абрамов С.А.* Лекции о сложности алгоритмов. – М.: МЦНМО, 2009. – 252 с.
2. *Филиппова М.И., Твердохлебов В.А.* Оценка сложности управления движением по известному маршруту // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2007. – №4. – С. 7-10.
3. *Твердохлебов В.А.* Геометрические образы законов функционирования автоматов. – Саратов: Изд-во «Научная книга», 2008. – 183с.
4. <http://www.f1-live.ru>

5. <http://www.mclaren.com/formula1>
6. <http://www.formyla-1.ru>
7. Богданов О., Цыганков Э.С. Основы мастерства. – М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1986.
8. Цыганков Э.С. Безопасное прохождение поворотов. – М.: Изд-во Транспорт, 1993.
9. Цыганков Э.С. Управление автомобилем в критических ситуациях. – М.: Изд-во Рипол Классик, 2006. – 59 с.

Михайленко В. С. (УкрГАЗТ)

### АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМАХ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЯ ГАРАНТИРОВАННОЙ СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ

Адаптивная система, которая использует критерий гарантированной степени устойчивости (КГСУ), вследствие ее явной гарантированной устойчивости оказывается робастной, по отношению к случайным кратковременным воздействиям.

Особенности критерия КГСУ предопределяют простоту технической реализации адаптивных алгоритмов при их довольно высокой эффективности. Применение критерия КГСУ оправданно в управляющих устройствах, которые программируются и обладают небольшими вычислительными возможностями – микроконтроллерах.

Разработан метод непосредственного синтеза цифрового ПИ-регулятора для систем 3-го и более высоких порядков с переменными параметрами и запаздыванием с передаточной функцией объекта управления вида

$$W_o(p) = \frac{K_o e^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)},$$

где  $K_o$  – статический коэффициент передачи объекта;  
 $\tau$  – время запаздывания объекта;  
 $T_1$  – постоянная времени объекта;  
 $T_2$  – постоянная времени адаптивного фильтра.

Система содержит динамический объект первого порядка с запаздыванием, адаптивный фильтр с оптимальной постоянной времени  $T_2 = T_{opt}$  и ПИ-регулятор.

Рассматривается линеаризованный вариант системы управления. Поставлена задача найти связь между параметрами объекта  $K_o$ ,  $\tau$ ,  $T_1$ , адаптивного фильтра  $T_2$  и настройками ПИ-

регулятора.  $K_{II} \cdot T_{II} = \frac{1}{K_{II}}$ . Как критерий оптимизации используется КГСУ.

Зависимость величины КГСУ  $I_{жс}$  от изменяющихся во времени параметров объекта управления  $K_o$ ,  $\tau$ ,  $T_1$  и фильтра  $T_2$  может быть определена в результате анализа характеристического квазиполинома замкнутой системы регулирования 3-го порядка, содержащей ПИ-регулятор, адаптивный фильтр и объект управления.

При построении систем управления важным является вопрос выбора критерия оптимальности управления. Анализ методов синтеза систем управления показывает, что выбор критерия оптимальности управления не поддается формализации и остается субъективным в процессе синтеза.

Критерии оптимальности, основанные на показателях качества переходных процессов, например, минимума интеграла квадрата ошибки, требуют адекватной априорной информации. А в условиях неопределенности – знания статистических характеристик (при необходимых больших затратах времени на их определение); требуется выполнение операции интегрирования в бесконечных границах (ограничение пределов интегрирования может привести к неоптимальному управлению). Последнего недостатка лишен критерий минимума интеграла суммы квадратов ошибки и ее производных, взятых с определенными весовыми коэффициентами. Однако выбор этих весовых коэффициентов также полностью зависит от разработчика. Во-вторых, последний критерий имеет те же вышеупомянутые недостатки, как и критерий минимума интеграла квадрата ошибки.

Критерий гарантированной степени устойчивости (КГСУ) [192] лишен большинства недостатков, присущих выше перечисленным критериям. Его выполнение однозначно определяет параметры управляющего воздействия. Использование критерия КГСУ приводит, как правило, к близким к апериодическому переходным процессам (для систем до 3 порядка включительно – к наилучшему из апериодических процессов). При наличии априорной информации о системе (структура, порядок) оптимальные параметры управления могут быть связаны несложными соотношениями с известными характеристиками (постоянные времени, запаздывание, коэффициент передачи). В условиях неопределенности выбор оптимальных параметров управления сводится к задаче максимизации одной величины – степени устойчивости. Эта задача может быть решена значительно проще, чем нахождение экстремума сложных функционалов.

*Брыксин В.А. (УкрДАЗТ)*

### **ОПТИМАЛЬНА ФІЛЬТРАЦІЯ СИГНАЛІВ В АДАПТИВНИХ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМАХ ВИМІРУ Й КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ**

Важливим напрямком забезпечення ефективної експлуатації засобів рейкового транспорту залізниць є розробка й впровадження перспективних інформаційних технологій, критеріїв оцінювання й методів забезпечення якості, надійності, відмовостікості, живучості, завадостікості, впевненості в правильності прийняття керуючих впливів у реальному часі, а також принципи оптимізації та моделі й методи прийняття рішень за розумів невизначеності при створенні автоматизованих систем рейкового транспорту. Проблема створення перспективних систем керування рейковими рухомими одиницями (РО) відповідає Концепції державної програми реформування залізничного транспорту, основним директивним документам Укрзалізниці. Поставлена проблема потребує удосконалення інформаційних технологій і автоматизованих систем управління об'єктами рейкового транспорту (СУРТ) - РО, які сприяють автоматизованому веденню графіка рухові. Основним параметром, що істотно впливає на графік рухові, є швидкість РО. СУРТ повинні мати багаторівневу архітектуру, у якій інтегруються підсистеми моделювання процесів, диспетчерського формування потрібної швидкості, контури безпосереднього керування швидкістю РО. До теперішнього часу зазначені підсистеми розробляються як автономні. У перспективі, коли необхідно істотне підвищення швидкості РО, потребується раціональна взаємодія різних видів транспорту, доцільно ураховувати нечіткі ситуації перевезень, зовнішні збурювання, які впливають на підсистеми керування РО. Актуальним є створення високоефективних систем керування РО на основі нових інформаційних технологій і методів адаптації шляхом визначення необхідної швидкості РО на різних ділянках маршрутів перевезень і її підтримання, для автоматизації процесу ведення графіків рухові в складних умовах (нечіткі ситуації, випадкові збурювання й перешкоди, які істотно впливають на сигнали контурів керування параметрами рухові РО й ін.). Це дозволить організувати оптимальний розподіл і ефективне використання РО й, як наслідок, скоротити експлуатаційні витрати. Тому підвищення ефективності автоматизованого керування засобами рейкового транспорту дозволяє кваліфікувати таку роботу як актуальну

У доповіді запропонована нова інформаційна технологія адаптивної фільтрації сигналів і метод оптимізації й адаптації параметрів адаптивного фільтра

для адаптації параметрів настроювання регуляторів у контурі керування рухомими високошвидкісними об'єктами рейкового транспорту. Структурна схема цифро-аналогової імітаційної моделі адаптивного фільтра, що реалізує запропонований метод оптимізації й настроювання, має значне скорочення елементів схеми й обчислень у порівнянні з відомими оптимальними фільтрами Вінера й Калмана. Дана технологія забезпечує облік миттєвих поточних змін корисних сигналів і шумів у контурі керування й не вимагає для розрахунку оптимальної постійної часу фільтра накопичувати проміжну інформацію. Поточні зміни оптимальної постійної часу фільтра використовуються для адаптації параметрів настроювання регуляторів у контурі керування, забезпечуючи високу якість керування й швидкодії системи.

*Сытник В. Б. (УкрГАЗТ)*

### **АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЕВ МАКСИМАЛЬНОЙ И ГАРАНТИРОВАННОЙ СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ**

Существенным недостатком известных дискретных регуляторов является независимость параметров настройки  $K_n$  и  $T_n$ , а, следовательно, и управляющих импульсов и пауз между ними от характеристик объекта управления и от текущего оптимального соотношения сигнал/шум. Устранить эти недостатки можно путем введения в структуру дискретного (импульсного) регулятора устройства, осуществляющего оптимизацию его параметров настройки, что достаточно просто реализовать в микропроцессорном контроллере.

В адаптивных системах должна быть организована автоматическая перестройка динамических свойств устройств управления при изменении свойств случайных полезных внешних сигналов, случайных помех, случайных параметрических и структурных изменений. В адаптивных системах должна использоваться текущая информация о свойствах внешних сигналов, проводится анализ этих свойств для обеспечения правильного функционирования в зависимости от результатов этого анализа.

Если динамические свойства системы будут стремиться к оптимальным значениям для всего диапазона возможных изменений, то это обеспечит максимальную эффективность функционирования.

В процессе адаптации должна происходить перестройка параметров настройки фильтров и

регуляторов в широком диапазоне их изменения.

ставится задача снижения числа требуемых включений ИМ за время регулирования.

В работе [1] для снижения числа требуемых срабатываний ИМ за время регулирования обосновано использование переменного периода  $T_{кв}$ , величина которого является функцией ошибки регулирования САУ. Использование переменного периода  $T_{кв}$  в таких системах основано на достаточно простой идее: если ошибка регулирования системы  $\varepsilon(t)$  велика и скорость

\*

ее изменения  $\dot{\varepsilon}(t)$  мала, то с целью повышения быстродействия ее свойства следует приблизить к свойствам непрерывной системы, уменьшая период  $T_{кв}$ , а при подходе к положению равновесия для увеличения демпфирования, период  $T_{кв}$  следует увеличить.

Такой зависимости соответствует переменная частота квантования:

$$\omega_{кв} = \frac{2\pi}{T_{кв}} = \frac{2\pi}{C} (A + B |\varepsilon(t)|) \quad (1)$$

которая приближает свойства дискретных систем к свойствам линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией.

Так как коэффициент заполнения импульсов (5.24), характеризующий изменение средней составляющей выходных импульсов и требуемый закон управления не зависит от зоны нечувствительности  $\Delta$ , а зона нечувствительности  $\Delta$  определяет только частоту управляющих импульсов

$$\omega_{кв} = \frac{1}{t_g + t_0} \quad (2)$$

то это позволяет при выборе нечетких отношений

\*

между  $\varepsilon + \dot{\varepsilon}$  и  $\Delta$  можно реализовать подход обоснованный выше, т.е. снизить число срабатываний ИМ за время регулирования, повысить показатели надежности системы и точность управления. Для этого предлагается использовать продукционную систему нечеткого вывода [2-6] для настройки параметра настройки "ЗОНА НЕЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ"  $\Delta$  на примере импульсного нечеткого регулятора управления процессом тяги – торможения локомотивов.

Полученно новое решение актуальной научно-практической проблемы усовершенствования систем управления электроприводом, при наличии нестационарных характеристик объекта на фоне помех переменной интенсивности, которое обеспечивает улучшение качественных характеристик систем

автоматического регулирования и управления электроприводом подвижного состава, связанное с технологической необходимостью адаптации, с обеспечением безопасности и здоровьем обслуживающего персонала, высоким быстродействием оборудования и замедленной реакцией операторов, обусловленной ограниченными физическими возможностями человека.

## Литература

1. *Кунцевич В.М.* Импульсные самонастраивающиеся и экстремальные системы автоматического управления.-Киев:Техніка, -1966.-282с.
2. *Сытник В.Б., Сытник Б.Т.* Оптимизация параметров управляющих импульсных последовательностей в нечеткой среде // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.. –2002. -№ 4-5. -С. 42 – 47.
3. *Сытник В.Б., Яцько С.И.* Адаптивный подход к созданию перспективных бортовых систем управления локомотивов.. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, № 5, 2003, с.16-17.
4. *Сытник Б.Т., Сытник В.Б.* Синтез адаптивных дискретных регуляторов с заданными динамическими характеристиками. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, № 5, 2005, с. 23 – 26.
5. *Сытник Б.Т., Сытник В.Б., Брыксин В.А., Михайленко В.С.* Адаптивное управление в дискретных системах высокого порядка с запаздыванием//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Часть 1. Оптимизация на основе критерия гарантированной степени устойчивости Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – №2. – С.3-8
6. *Сытник Б.Т., Сытник В.Б., Брыксин В.А., Михайленко В.С.* Адаптивное управление в дискретных системах высокого порядка с запаздыванием. Часть 2. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – №3. – С.16-21. Моделирование цифровой системы третьего порядка с запаздыванием с использованием критерия гарантированной степени устойчивости

*Каргин А.А. (ДонНУ)*

## КОНТЕКСТНО-СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ: НОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В многомерных системах управления задача верхнего уровня – координации – решается в виде САУ с прямыми или обратными связями. Для обоих

вариантов в качестве метода управления используется либо программное управление, либо ситуационное. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Метод программного управления с прямыми связями требователен к предварительному упорядочиванию среды: обязательные начальные условия (строго определённое исходное состояние, например, подвижных единиц, если решается задача управления группой подвижных единиц) и жесткие требования к скорости перемещения, режимам разгона/торможения и отсутствие помех на маршрутах. Если первое требование может быть выполнено при определённой организации технологического процесса, то последние практически никогда не выполняются. Поэтому реальные системы управления используют информацию от датчиков, а не ориентируются на интервалы времени, то есть используют метод программного управления с обратными связями. Такая САУ не чувствительна к вариациям скорости и ускорения ПЕ на участках маршрута – это её преимущество, она требует более слабых ограничений на упорядочение среды, что говорит о более высоком показателе живучести системы. Технология синтеза САУ программного управления сводится к трём этапам: на первом составляется диаграмма событий, на втором – циклограмма для каждого контура управления и на третьем – управляющая программа для каждой подвижной единицы.

Преимуществом метода ситуационного управления типа «ситуация-реакция» является универсальность и гибкость. Для произвольного уровня познания окружения и степени его упорядочения возможно формализовать эти знания в виде множества детерминированных и стохастических (модель возмущений) законов. На их основе синтезируется ситуационная система, решающая задачу управления произвольным заданием в условиях возмущений. В то же время методу присущи и недостатки. Их несколько. Первый из них, низкая устойчивость к сбоям в сенсорной системе. Например, в штатной ситуации правила из некоторой группы должны последовательно во времени «сработать» для того, чтобы определённая подвижная единица выполнила своё задание. Однако, если произойдёт сбой хотя бы одного сенсора, информация с которого используется этими правилами, то это приведёт к тому, что это правило не будет активизировано, а, значит, управление в штатной ситуации не будет правильным, а это, в свою очередь, сорвёт выполнение задания. Данное замечание относится к любой цепочке правил, управляющих предупреждением или выходом из нештатных ситуаций. Указанный недостаток может быть преодолен двумя путями: во-первых, за счёт резервирования (дублирования) в сенсорной системе и,

во-вторых, с помощью учёта *контекста* при управлении.

Первый путь для сложных приложений с большим количеством сенсоров и, значит, признаков в правилах является малоэффективным. Второй путь требует разработки нового метода управления – *контекстно-ситуационного управления*.

В докладе раскрываются концептуальная и математическая модели, а также информационная технология синтеза систем управления по методу контекстно-ситуационного управления.

*Сытник Б. Т. (УкрГАЗТ)*

### АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В докладе представлены результаты диссертации, в которой получены следующие основные результаты [1-5]:

- Изучено современное состояние проблемы воздействия на характеристики систем автоматического регулирования и управления электроприводом ПС нестационарных характеристик объекта и помех.
- По результатам анализа основных структур тягового электропривода отечественного и зарубежного ПС: переменного-постоянного и постоянно-переменного тока определены основные недостатки существующих систем управления, которые приводят к тому, что более половины ПС не реализует расчетной мощности, отклонение которой на номинальных режимах достигает 15%, а на промежуточных – 70%. При этом реальный к.п.д. на 5÷7% ниже расчетного, быстрее изнашивается оборудование.
- Проведен анализ электрической передачи ПС как объекта управления в режиме торможения, получена ее нелинейная аналоговая модель.
- Проведена оценка поведения линеаризованных моделей систем в нестационарных режимах.
- Проведен анализ контуров регулирования и помех, действующих в системах управления полупроводниковыми преобразователями электропривода. Показана применимость параметрического метода формирования процесса конечной длительности для анализа систем регулирования инвариантных контурам подавления субгармонических составляющих неканонических помех.
- Получены дискретные передаточные функции для различных вариантов приведенной непрерывной части систем регулирования, содержащих последовательно соединенные апериодические звенья, звено с чистым запаздыванием и

адаптивний фільтр с настраиваемой постоянной времени.

- Получено новое решение научной задачи многоуровневой адаптивной фильтрации помех, помехозащищенного дифференцирования и идентификации текущих параметров нестационарных характеристик сигналов, на основе идентификации текущих значений отношений оценок случайных полезных сигналов к помехам.
  - На основе этих отношений синтезированы структура модели оптимизации параметров настройки устройств фильтрации и управления, а также модели автоподстройки устройств цифровой фильтрации и управления конечной длительности.
  - Синтезирована структура адаптивного фильтра-дифференциатора, обеспечивающая фильтрацию и адаптивное дифференцирование входного сигнала  $x(t)$ , в зависимости от текущего соотношения сигнал-шум, что позволило от 2.5 до 10 раз, по интегральному квадратичному критерию качества, повысить точность системы управления. Этот фильтр имеет дополнительный параметрический выход, на котором присутствует идентифицированный сигнал, равный текущему соотношению сигнал/шум и который используется для дополнительной настройки регуляторов, при изменении коэффициента адаптации в диапазоне от 0.01 до 60. В процессе адаптации происходит перестройка параметров настройки фильтров и регуляторов в указанном диапазоне их изменения.
  - Для исключения выхода какого-либо параметра за пределы, ограниченные областью устойчивого функционирования замкнутой системы фильтрации, при реализации алгоритмов адаптации учтены ограничения на диапазон и время адаптации соответствующих параметров настройки. Такие ограничения установлены при расчете системы фильтрации на устойчивость и нахождении критических значений параметров, нарушающих условия устойчивости.
  - Разработана инженерная методика синтеза адаптивных цифровых регуляторов для систем управления, содержащих адаптивные фильтры. Для этих систем разработана методика синтеза адаптивных цифровых систем с конечной длительностью переходного процесса. При синтезе аналого-цифровых систем управления, в которых используются адаптивные фильтры, обоснован выбор коррекции минимально допустимого периода квантования, обеспечивающего требуемую точность регулирования.
  - Разработан метод синтеза дискретных (релейно-импульсных) регуляторов с заданными динамическими характеристиками.
  - Получены аналитические выражения,
- связывающие критерий оптимизации и параметры формируемых импульсов с переменными параметрами объекта и адаптивного фильтра.
- Разработана модель продукционной системы нечеткой коррекции зоны нечувствительности дискретного (частотно-импульсного) ПИ-регулятора, уменьшающая общее число включений исполнительных механизмов (двигателей) за время переходного процесса, а, следовательно, и повышающая их надежность при эксплуатации.

### Литература

1. *Сытник В.Б., Сытник Б.Т.* Оптимизация параметров управляющих импульсных последовательностей в нечеткой среде // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.. –2002. -№ 4-5. -С. 42 – 47.
2. *Сытник В.Б., Яцько С.И.* Адаптивный подход к созданию перспективных бортовых систем управления локомотивов.. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, № 5, 2003, с.16-17.
3. *Сытник Б.Т., Сытник В.Б.* Синтез адаптивных дискретных регуляторов с заданными динамическими характеристиками. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, № 5, 2005, с. 23 – 26.
4. *Сытник Б.Т., Сытник В.Б., Брыксин В.А., Михайленко В.С.* Адаптивное управление в дискретных системах высокого порядка с запаздыванием//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Часть 1. Оптимизация на основе критерия гарантированной степени устойчивости Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – №2. – С.3-8
5. *Сытник Б.Т., Сытник В.Б., Брыксин В.А., Михайленко В.С.* Адаптивное управление в дискретных системах высокого порядка с запаздыванием. Часть 2. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – №3. – С.16-21. Моделирование цифровой системы третьего порядка с запаздыванием с использованием критерия гарантированной степени устойчивости

*Яновський П. О. (НАУ)*

### ЛОГІСТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ЗАЛІЗНИЦЯМИ УКРАЇНИ

Діяльність транспортного комплексу держави чинить важливий вплив на весь виробничий процес. Удосконалення транспортних засобів, інфраструктури і технології перевезень вантажів суттєво впливає на

економічні показники будь-якого промислового підприємства та ефективність функціонування транспортних систем. В сучасних умовах для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної продукції важливою задачею є скорочення транспортної складової у ціні продукції, для чого необхідно постійно виявляти «вузькі місця» в транспортній системі і знаходити шляхи їх усунення. На залізничному транспорті в цій сфері тепер має місце певний прогрес, завдяки чому, крім удосконалення рухомого складу і елементів інфраструктури, з метою поліпшення транспортного процесу здійснюється важлива робота з впровадження сучасних технологій з обслуговування вантажних потоків.

Важливою основою в удосконаленні транспортування вантажів, як свідчить передовий досвід провідних держав, є логістичний підхід до організації вантажних перевезень, що дає можливість виявити критичні елементи на всьому маршруті перевезення, які його ускладнюють або уповільнюють, і в подальшому виключити затримки вагонів і вантажів. Для удосконалення таких елементів необхідно обґрунтувати раціональні заходи і їх реалізувати в практиці, що надасть можливість скоротити тривалість транспортування вантажів і собівартість його організації. Для забезпечення конкурентоздатності залізничних перевезень і якісного задоволення попиту нашої економіки в повному обсязі необхідно мати методики і моделі з забезпечення логістичної діяльності залізниць для зосередження зусиль на ефективному плануванні розвитку транспортних систем.

Проблема раціоналізації перевезень дуже складна і тому, щоб досягти високої якості перевезень, необхідно вирішити на залізничному транспорті ряд непростих проблем технічного (розробка нових типів вагонів, локомотивів, підйомно-транспортного обладнання, засобів механізації і автоматизації виробничих процесів та інше), технологічного (впровадження новітніх технологій, повного інформаційного забезпечення), організаційного, фінансового, правового, економічного характеру. Оптимальна організація перевезень ліквідує неузгодженість між учасниками транспортного процесу під час планування перевезень, що значно скорочує їх тривалість і втрати на їх реалізацію. Тому на етапі планування перевезень з використанням принципів транспортної логістики необхідно розробляти всі можливі варіанти оптимальних ланцюгів перевезень, які треба використовувати в автоматичному режимі при функціонуванні автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями на мережі залізниць України (АСК ВП УЗ).

Результати аналізу транспортного процесу на

залізницях України свідчать, що для охоплення всього різноманіття можливих варіантів перевезень вантажів з метою їх оптимізації необхідно розробляти логістичні ланцюги перевезень вантажів (ЛЛПВ) за видами сполучень у:

- внутрішньому залізничному сполученні (ЛЛВЗС);
- внутрішньому залізнично-автомобільному сполученні (ЛЛВЗАС);
- прямому змішаному залізнично-водному сполученні (ЛЛПЗВС);
- міжнародному залізничному сполученні (експортному) (ЛЛМЗСЕ);
- міжнародному залізничному сполученні (імпортному) (ЛЛМЗСИ).

При складанні ЛЛПВ необхідно попередньо виконати аналіз усіх можливих систем перевезень, який повинен передбачати розгляд всіх операцій транспортного процесу по кожному варіанту. Транспортний процес починається з моменту надходження продукції на транспорт, включаючи операції із взаємодії підприємства і залізниці в пункті відправлення, і закінчується, коли доставлена продукція передається залізницею вантажоодержувачу, включаючи операції на таку передачу. Крім того, при проведенні такого аналізу слід звернути увагу на забезпечення необхідної інформації (через систему АСК ВП УЗ), яка стосується наступного:

- предметів транспортування (назви і характеристика вантажів, їх обсяги, маршрути перевезень, умови перевезень, визначені вантажовласники та інше);
- характеристики технічних засобів, необхідних для здійснення перевезень;
- характеристики і параметри технологічних операцій і заходів при виконанні перевізного процесу;
- параметри діючих технологічних процесів (ТП) залізничних підрозділів, планів формування вантажних поїздів (ПФВП), графіків руху (ГРП);
- економічні нормативи (одиничні витратні і доходні ставки) для визначення експлуатаційних витрат і доходних надходжень конкретних перевезень.

Впровадження логістичної концепції управління вантажними перевезеннями залізницями України (ЛКУВПЗ) сприяє підвищенню рівня взаємодії і координації ланок логістичного ланцюга (ЛЛЛ). Для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних товарів і залізничного транспорту в перевезеннях вантажів необхідно забезпечити його динамічність та зручність, тобто швидку адаптацію техніки і технології до мінливих умов ринкової економіки і попиту на товари. Складність ринкових відносин між вантажовласниками, залізницями, а також видами транспорту між собою вимагає при розробці ЛЛПВ врахувати наступне:

- збільшення швидкості просування вантажопотоків (скорочення терміну доставки вантажів);
- з метою зниження взаємозв'язків в рамках організаційно-економічних відносин в логістичних системах (ЛС) по можливості забезпечувати скорочення кількості ланок логістичного ланцюга (ЛЛЛ) при виборі маршрутів перевезень і учасників транспортного процесу, що спростить і підвищить якість перевезень;
- забезпечення високої надійності логістичного ланцюга (ЛЛ), яка в умовах реалізації логістичної концепції призведе до повного зникнення матеріальних запасів на підприємствах виробників і в розподільчих мережах, в результаті може мати місце деяка її нестійкість, що вимагає особливої уваги до забезпечення тісної інтеграції виробництва і перевізного процесу на залізничному транспорті.

Реалізація логістичного підходу в транспортному процесі представляє собою багатовимірну задачу, для чого необхідно розробити реалістичні математичні моделі, адаптовані до реальних умов функціонування логістичних систем (ЛС). При чому вони повинні бути гнучкими у використанні з врахуванням великого різноманіття структурних особливостей і можливостей усіх окремих складових ЛС і їх в цілому. Враховуються ці обставини на етапі розробки логістичних ланцюгів перевезень вантажів (ЛЛПВ) на підставі їх детального аналізу, виділивши всі базові елементи кожного ланцюга з визначенням усіх їх параметрів і дослідивши вплив найважливіших факторів на кінцевий результат. Також необхідно сформулювати чітко задачі, які виконує кожний елемент системи у вирішенні єдиної загальної задачі кожного ЛЛПВ з доставки вантажів.

Базовими елементами транспортно-логістичних систем (ТЛС) за участю залізничного транспорту є наступні:

- склад збуту виробника (СЗВ);
- транспортно-експедиційні підприємства (ТЕП);
- вантажні станції відправлення (ВСВ);
- залізничні вузли з пунктами перевалки (ЗВ);
- сортувальні станції (СС);
- дільниці(Д);
- дільничні станції (ДС);
- стикові станції між залізницями (СтС);
- вантажні станції призначення (ВСП);
- полігон обертання поїзних локомотивів (ПОПЛ);
- транспортно-експедиторські організації (ТЕО);
- склад споживача (ССп);
- транспортні засоби (ТЗ);
- інтенсивність формування вантажопотоків (ІФВ);
- прикордонні (передпортові) залізничні станції (ПЗС);
- інформаційні мережі (ІМ);

- страхові компанії (СК);
- фінансові установи (ФУ);
- банки (Б).

Кожний елемент транспортно-логістичної системи (ТЛС) характеризується конкретними параметрами, значення яких визначають його певний стан, що призводить до визначеного кінцевого результату діяльності ТЛС. Для отримання необхідного (попередньо передбаченого) результату необхідно в оперативних умовах управляти станом параметрів, для чого необхідно визначити перелік усіх впливових факторів і дослідити їх вплив на сповільнення транспортних операцій. Крім того, відомо, що головною задачею логістики є оптимізація ресурсів усіх учасників логістичної діяльності для досягнення високого результату при управлінні основними (рухом товарів) і іншими інформаційними, фінансовими потоками. Тому при відпрацюванні до високого рівня транспортно-логістичних систем (ТЛС), важливого для практики, необхідно чітко сформулювати перелік задач із оптимізації роботи кожного елементу і ТЛС в цілому. Це дасть змогу при вирішенні цих задач досягти основних цілей, поставлених перед транспортно-логістичними системами.

При розробці логістичних ланцюгів перевезень вантажів (ЛЛПВ) на підставі результатів аналізу транспортного процесу визначаються фактори, які найбільш впливають на збільшення тривалості перевезень (термінів доставки вантажів) з метою їх врахування для забезпечення обсягів раціональних вкладень додаткових фінансових ресурсів для удосконалення транспортного процесу. Необхідно звернути увагу на ту обставину, що ряд підприємств України розглядають транспорт, як додаткове джерело фінансових втрат і не приділяють уваги до його розвитку, концентруючи увагу виключно на основних витратах виробництва. Сучасні умови розвитку нашої економіки вимагають звернутися до позитивного досвіду деяких закордонних компаній, які відносять витрати на транспортування товарів до витрат основного виробництва.

*Гудкова В. П. (ДЕТУТ)*

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗАГАЛЬНОЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ В СФЕРІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Відповідно до загальноекономічного підходу розвиток економічних систем виявляється через показники економічного зростання. Аналіз офіційних статистичних даних дозволяє встановити наступні закономірності економічного зростання в країні в цілому і в галузі транспорту і зв'язку зокрема, в т.ч. в сфері пасажирських перевезень.



Перша закономірність свідчить про зрівноваженість показників макроекономічного зростання, згідно з яким динаміка ВВП, утвореного всіма видами економічної діяльності та обрахованого в основних цінах, наближається до динаміки показників загального випуску продукції і проміжного споживання. Друга – полягає у структурній стабільності вказаних показників, в тому що частки складових випуску продукції всіма видами економічної діяльності залишаються майже не змінними. Третя – вказує на наближення показників макроекономічного зростання до гармонійної пропорційності (спрямованості до золотого перетину). У вартості продукції всіх видів економічної діяльності превалює проміжне споживання, яке в середньому становить 60 %, а на ВДВ припадає лише 40 %. Згідно із загальнонауковим знанням подібне співвідношення часток і цілого наближається до стану золотого перетину, який є вищим проявом структурної і функціональної досконалості. Частки золоті пропорції виражаються через нескінченну ірраціональну дріб з результатами 0,618... і 0,382..., які для практичних цілей втілюються в наближених значеннях 62 % і 38 %, а нерівні частки і ціле описуються рівністю, де ціле відноситься до більшої частини як більша частина відноситься до меншої.

Економічна діяльність транспорту і зв'язку у своєму розвитку супроводжується виявленням трансформаційних ефектів, тобто наявністю наслідків зміни підходів до організації господарських процесів, та свідчить про незакінчений характер формування економічної системи галузі. Саме тому четверта закономірність демонструє розширення проміжного споживання під час галузевого виробництва. Темпи росту проміжного споживання транспорту і зв'язку постійно та суттєво незалежно від стану економіки випереджають темпи росту випуску продукції та ВДВ, розрив у базисних темпах росту вартості продукції та ВДВ досягає 60 %. П'ята закономірність полягає у зміні вартісних пропорцій випуску продукції. В наслідок застосування нових принципів внутрішньогалузевого функціонування з незакінченим формуванням відповідної системи організації економічних відносин спостерігаються зрушення в ресурсній структурі результатів господарської діяльності. У вартості продукції транспорту і зв'язку частка проміжного споживання має стійку тенденцію до зростання, а питома вага ВДВ відповідно зменшується. При цьому в середньому частка проміжного споживання залишається меншою і утримується на рівні 46 %, а ВДВ більшою і становить 54 %. Відмічені структурні зсуви свідчать про поступове перетворення діяльності транспорту та зв'язку з трудомісткої (в межах вартісної оцінки) у матеріаломістку діяльність, про уречевлення технологічних процесів, про безумовну належність

галузі частково до сфери матеріального виробництва (вантажні перевезення), частково до сектору матеріальних послуг сфери обслуговування населення (пасажирські перевезення та послуги зв'язку). Враховуючи зазначені масштаби функціонування і розвитку діяльності транспорту і зв'язку формує 9 % вартості продукції, 7 % проміжного споживання і 12,5 % ВДВ. Більш ніж десята частина ВВП забезпечується за рахунок ВДВ даного виду економічної діяльності.

Все це вказує на вагомість інфраструктурних галузей для економіки країни але не достатньо чітко позначає роль сфери пасажирських перевезень. Частково відокремити у ВВП ВДВ даного виду діяльності можливо, якщо з певним ступенем імовірності дотримуватись наступних умовностей. Припустити, що вартість продукції в галузі пошти та зв'язку дорівнює доходу від надання відповідних послуг. Отриману після виключення вказаних доходів вартість транспортної продукції розподіляти пропорційно обсягу виконаної роботи за видами перевезень. На перший погляд застосування вказаних припущень викликає масу заперечень: і стосовно різного рівня вантажних та пасажирських тарифів, і відносно неадекватної ефективності обслуговування (прибутковості перевезення вантажів та збитковості перевезення пасажирів). Між тим погоджуючись з відміченими протиріччями але враховуючи макроекономічний аспект вивчення ситуації наведеним аргументам можна парировати: з одного боку (виходячи з доходного підходу до розрахунку внеску у ВВП) необхідністю субсидіювання пасажирських перевезень та бюджетного утримання автомобільних шляхів сполучення, з ін. боку (застосовуючи витратний підхід до встановлення ВДВ) неминучістю виникнення повного обсягу виробничих витрат з залученням всього комплексу економічних ресурсів і в сфері пасажирських перевезень також. Розрахунки, виконані з врахуванням наведених припущень, дозволяють доповнити попередні висновки підтвердженням загальногалузових та встановленням специфічних для даної сфери діяльності закономірностей зростання вартісних та кількісних показників.

Локальний прояв четвертої загальногалузевої закономірності має специфічні ознаки та виявляється у прискореному зростанні проміжного споживання (шоста закономірність). Темпи росту вартості транспортної продукції, віднесеної на пасажирські перевезення стабільно випереджають динаміку відповідної частки ВДВ. Але у більшому ступені (у 1,3 рази швидше) ніж по галузі в цілому. За базисними індексами у 2011 р. накопичився розрив у 80 %. Більш стримане зростання ВДВ пояснюється деструктивним характером її формування. З особливими проявами у локальному аспекті підтверджуються трансформаційні

зрушення вартісних пропорцій п'ятої закономірності, яка на даному рівні зводиться до стану економічної розбалансованості (сьома закономірність). На перший погляд структура вартості продукції віднесеної на перевезення пасажирів відповідає співвідношенню відповідних складових діяльності транспорту і зв'язку. За підрахунками частка проміжного споживання також є відносно меншою, а питома вага ВДВ відносно більшою. Між тим спостерігається глибока економічна неузгодженість вартісних процесів. Незважаючи на належність пасажирських перевезень до сфери обслуговування отже відносно більшу потребу у залученні до виробництва людського фактору, що в умовах концентрації уваги на наданні послуг якісно високого рівня і різноманітного змісту об'єктивно повинно призводити до більш швидкого зростання витрат на оплату праці, частково податків пов'язаних з виробництвом, а отже й до прискореного порівняно з проміжним споживанням збільшення ВДВ, динаміка ВДВ повільніша, частка у вартості продукції зменшується, як й внесок у формування ВВП. Суспільна потреба до встановлення вартості послуг пасажиром на рівні нижчим за собівартість призводить до формування ВДВ з додатної та від'ємної частин. Від'ємна ВДВ демонструє втрачені економічні вигоди, встановлює розмір вирахування вартості та компенсується додатною ВДВ. Збитковість господарської діяльності (навіть можливість утворення валового збитку) поряд з компенсацією втрат (субсидіюванням) свідчить про неврегульованість відносин, розбалансованість грошових потоків й неузгодженість економічних інтересів та пов'язана одночасно з недосконалістю дії ринкового механізму та недосконалим вибором об'єктів і способів державного регулювання. В цілому частка ВДВ пасажирських перевезень у ВВП за останні роки несуттєво але перевищує 2 %.

Вивчення динаміки кількісних показників продукції сфери пасажирських перевезень вказує на зміну характеру перевізної діяльності, що втілюється у збільшенні відстаней переміщення (восьма закономірність). Виходячи з запиту населення організуються перевезення за більш тривалими маршрутами, впроваджуються технології, що забезпечують прискорення руху транспортних засобів і скорочення часу поїздки, через віддалене працевлаштування, розвиток територіально розосереджених об'єктів тяжіння пасажиропотоків, згортання програм розміщення робітників, учнів або студентів за пільговими умовами посилюються та змінюються властивості поточних міграційних тенденцій, як наслідок виникає необхідність та створюються можливості для трансформації характеру переміщень, а саме до зростання середніх відстаней перевезення пасажирів. При цьому пасажир частіше віддає перевагу послугам автомобільного транспорту і

зацікавлений в індивідуалізації споживання. На стійкій процесі автомобілізації (дев'ята закономірність) вказує декілька факторів, а саме випереджальне зростання обсягів надання автотранспортних послуг та зміна рівня оснащеності автомобілями порівняно з ін. видами транспорту. Про індивідуалізацію транспорту (десята закономірність) свідчить динаміка транспортних засобів особистої власності. Темпи росту індивідуальних легкових автомобілів та навіть приватних пасажирських автобусів стабільно є вищими за темпи росту рухомого складу транспорту загального користування. Вони взагалі мають тенденцію до зростання на відміну ін. тенденцій, спрямованих на зменшення.

*Борисова І. Д. (НАУ)*

### **ПРОБЛЕМИ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ВЕЛИКИХ МІСТАХ**

Основною складовою міст є будівлі та транспорт. Сучасні міста не можуть існувати без ефективної роботи транспортної системи. Протягом багатьох років практика підтвердила, що світ має серйозні складнощі в міському транспорті. Міста по всьому світу зіткнулись з такими проблемами, як зростання заторів на дорогах, зростання цін на нафту та викидів парникових газів транспортом.

Київ та інші великі міста України, також гостро відчули проблеми транспорту у зв'язку з розширенням території міста та зростанням чисельності населення. Це пояснюється перш за все тим, що через приріст населення призводить до освоєння нових, віддалених від центрів міста територій, що в свою чергу, стало причиною зростання протяжності транспортних ліній, збільшення кількості пересадок та дальності пересувань. Таким чином, по мірі зростання міста зростає обсяг роботи пасажирського транспорту, все більш високі вимоги пред'являються до потужності транспортних систем, до швидкості і регулярності руху. Крім того, рівень розвитку пасажирської транспортної системи міст України повинен забезпечувати конкурентну її спроможність на ринку транспортних послуг держави.

Транспортні проблеми, які були виявлені експертами, у великих містах світу, набули загального характеру. Таким чином, головними проблемами міського транспорту є:

- зростання чисельності населення, що веде до збільшення потужності транспортної інфраструктури;
- зростання цін на житло у центрі спонукає людей переїздити на околиці міста або за місто, що веде до збільшення кількості автомобілів на вулицях і

дорогах;

- динамічний розвиток сучасних міст приводить до появи нових районів, що потребує введення додаткових маршрутів;
- фіксовані та негнучкі маршрути громадського транспорту призводять до зростання кількості автовласників;
- індивідуальні автомобілі потребують побудову паркінгів, які забирають цінні площі міста;
- забруднення від транспортних викидів (частинками бензолу і оксидів азоту) впливають на здоров'я людини (як свідчать науковці скорочується життя на 9 місяців).
- міський транспортний шум знижує якість життя і викликає порушення сну (часто перевищує встановлені норми Всесвітньої організації охорони здоров'я);
- дорожньо-транспортні пригоди є важливою причиною смерті (за статистичними даними приватний транспорт найбільш небезпечний, ніж громадський транспорт);
- неузгоджений розвиток окремих видів транспорту в рамках транспортної системи приводить до зниження ефективного його функціонування.

На сьогодні міста України, як і світові мегаполіси, потребують вирішення проблем в системі міського транспорту. Зростання їх території, збільшення чисельності працездатного населення та високий рівень транспортної рухливості призводять до зростання середньої дальності пересування. Усі ці особливості висувають нові задачі розвитку транспортних систем великих міст, а саме скорочення затрат часу населенням на поїздки, підвищення їхньої комфортабельності та покращення екологічного стану навколишнього середовища в містах. Для забезпечення міста надійними транспортними зв'язками необхідно провести ряд заходів, а саме:

- розширення дорожньо-транспортної інфраструктури міста;
- поліпшення транспортного забезпечення;
- забезпечення чіткої організації руху;
- розширення мережі метрополітену, залізниці в нові житлові райони;
- забезпечити швидке і комфортне перевезення пасажирів до/з аеропорту з/до центра міста;
- забезпечення доступності пасажирського транспорту до будь-якої точки міста;
- забезпечення громадського транспорту у великих містах автобусами, що мають велику місткість та надання можливості безперешкодного пересування на дорозі з мінімальним інтервалом слідування у пікові періоди;
- легкий доступ до всіх видів «електронного квитка», що дозволяє скоротити час на посадку пасажира у транспортний засіб (безконтактні

смарт-карти у Гонконзі Octopus Card та Лондоні Oyster Card);

- підвищення безпеки перевезення пасажирів;
- підвищення якості обслуговування пасажирів;
- введення екологічного транспортного засобу (наприклад, монорейковий) та розширення мережі тролейбусних і трамвайних маршрутів (відродження трамваїв відбувається в багатьох містах світу, наприклад, в Нанті, Греноблі, Страсбурзі, Парижі, Руан, Монпельє, Ліоні і Орлеані).

Транспортні системи міст України набувають особливого значення в сучасних умовах, тому, що транспорт є важливою складовою частиною інфраструктури мегаполісів. Ефективне та стійке його функціонування є необхідною умовою високих і стрімких темпів економічного зростання, підвищення якості життя населення, раціональної інтеграції держави у світову економіку. Разом із зростанням рухливості мешканців та формуванням нової культури споживання ефективного функціонування системи пасажирського транспорту стає необхідною умовою сталого розвитку сучасного міста.

*Василенко І. В. (НАУ)*

### **ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БІОПРЕПАРАТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ ЕКОНОМІКО- МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Автором процес перевезення біопрепаратів описано за допомогою моделі із дискретними та неперервними змінними та нелінійними функціями витрат з врахуванням ризиків недоставки неушкоджених зразків біопрепаратів до кінцевого пункту в назначений час внаслідок різного роду причин. Автором наголошується на тому, що перевезення зразків пов'язане із витратами на засоби збереження зразків при низькій температурі – спеціальні контейнери, сухий лід, зовнішня упаковка. Вага вантажу брутто визначається не стільки вагою зразків, скільки вагою додаткового обладнання і матеріалів. Загальна вага вантажу залежить певним чином від кількості одноразово підготовлених до перевезення і упакованих зразків. Далі підготовлений до перевезення вантаж відправляється наземним або повітряним шляхом до центрального складу. На центральному складі зразки, що надійшли з різних пунктів відправлення, сортуються і перепакуються в залежності від місця призначення. Перевезення до місць призначення відбувається авіаційним транспортом по тарифах та за правилами перевезень

спеціальних вантажів.

Ринок автотранспортних перевезень в Україні є насичений пропозиціями. Серед основних перевізників можна виділити такі найбільш популярні компанії як Автолукс, Нічний Експрес, Нова пошта, Гюнсел, DHL. Зазначені компанії дещо по різному формують свою тарифну політику, але вартість перевезення має загальну залежність від ваги вантажу, його об'єму, відстані перевезення та заявленої вартості вантажу. Для таких тарифів вартість перевезення найменшого описаного вище пакування буде визначатися об'ємом, а найбільшого вагою. Вартість перевезення середнього пакування може визначатися вагою або об'ємом в залежності від кількості зразків в упаковці.

Нами відзначено, що оскільки кількість можливих перевізників невелика, то задача може бути розв'язана для кожного дня і кожного перевізника. Таким чином буде визначено оптимальний варіант пакування та перевезення загальної кількості зразків до центрального складу для кожного пункту відправки на кожний день місяця. Партії зразків, що надійшли за добу на центральний склад, сортуються по напрямкам відправки та формується вантаж для відправки в кінцеві пункти поставки.

Подальше транспортування буде здійснюватися авіаційним транспортом. Вартість перевезення розраховується виходячи із тарифів на перевезення небезпечних вантажів. Ці тарифи ґрунтуються на загальних тарифах із додатковими зборами та нарахуваннями. Вартість перевезення вантажу можна розділити на такі складові: фіксована частина платежу, яка не залежить від ваги вантажу, та змінна частина, яка має нелінійну залежність від ваги. Для визначення авіаперевізника по фіксованому напрямку було проаналізовано тарифи можливих перевізників в цьому напрямку та вибрати мінімальні.

При роботі із клієнтами (а це пункти відправки зразків) експедитор виставляє рахунок за кожну упаковку, в якому враховує витратні матеріали (порожня упаковка, сухий лід) та транспортування на кожному етапі. Рахунок складається із фіксованої частини (базовий тариф) та змінної частини, пов'язаної із вагою. Робота експедитора пов'язана із можливістю невиконання перевезень в заплановані терміни або з пошкодженням вантажу.

Отже, загальний очікуваний фінансовий результат роботи експедитора щодо вирішення задачі обслуговування авіаційних перевезень біопрепаратів із використанням принципів економіко-математичного моделювання передбачає віднімання від із прогнозованих доходів тих витрат на перевезення до центрального складу від клієнтів та витрат на авіаперевезення, а також це витрат і можливі відшкодування при настанні ризиків.

*Литвиненко Л. Л. (НАУ)*

## **ОСНОВНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ АВІАПІДПРИЄМСТВ**

Можливість виживання компанії у динамічному міжнародному конкурентному середовищі прямо залежить від ефективності розвитку її інноваційного потенціалу. Головними носіями інноваційних ідей є людські ресурси підприємства, що визначає необхідність стимулювання їх раціоналізаторської діяльності. Зокрема, актуальною проблемою залишається управління інноваційним потенціалом авіапідприємства при реалізації вибраної стратегії розвитку.

На основі проведеного наукового дослідження автором було визначено, що інноваційний потенціал підприємства – це сукупність фінансово-економічних, виробничих, науково-технологічних та кадрових можливостей організації, що забезпечує гнучке пристосування соціально-економічної системи до змін у міжнародному конкурентному середовищі та дозволяє ефективно вирішувати проблеми розвитку.

На інноваційний потенціал підприємства безпосередньо впливає ступінь злагодженості командної роботи колективу, оскільки інновації – це аспект функціонування компанії загальнокорпоративного значення. Хоча інноваційні ідеї можуть розроблятися окремими особами, проте реальне їх втілення можливе лише за участі великої кількості спеціалістів. Лише тоді можна казати про повноцінний інноваційний процес. Наприклад, ідея про створення нової продуктової лінії потребуватиме проведення маркетингових досліджень цільового ринку, проектування та розробки бізнес-процесів, пошуку постачальників, розробки дизайну продукції тощо.

Відзначено, що забезпечення ефективного управління інноваційною діяльністю авіапідприємства передбачає: безперервний моніторинг внутрішнього та зовнішнього середовища організації в умовах невизначеності із прогнозуванням ситуації на ринку; дослідження досвіду інноваційної діяльності конкурентів; визначення рівня ризиків інноваційної діяльності та пошук заходів для їх мінімізації; формування інноваційного портфелю підприємства; проведення НДДКР та ефективне впровадження наукових розробок у діяльність організації; оцінка ефективності інноваційної діяльності підприємства та прийняття відповідних управлінських рішень; залучення підприємством необхідних ресурсів, зокрема інвестиційних, для здійснення інноваційної діяльності; розробка інноваційних проектів та моніторинг їх реалізації; використання переваг різних форм співробітництва (стратегічні альянси, інтерлайни, код-

шерінгові угоди тощо).

Управління міжнародною інноваційною діяльністю підприємств передбачає реалізацію цілого комплексу заходів для успішної реалізації стратегії розвитку, зокрема, навчання та підвищення кваліфікації персоналу, стимулювання раціоналізаторської та винахідницької діяльності працівників, формування гнучких організаційних структур управління, оновлення основних фондів підприємства, використання ресурсозберігаючих та екологічних виробничих технологій, активізацію НДДКР у компанії та повноцінне їх фінансування, освоєння нових методик проведення наукових досліджень з використанням сучасних комп'ютерних систем.

Таким чином, управління міжнародною інноваційною діяльністю підприємств є надзвичайно важливим аспектом розвитку кожного суб'єкта, оскільки зовнішнє середовище характеризується складністю і високим рівнем динаміки ринкових процесів, появою нових запитів, очікувань і потреб споживачів, масштабними технологічними зрушеннями. Стрімкий розвиток інформаційних систем сприяє появі нових можливостей для міжнародного бізнесу, пов'язаних з інноваційним баченням. Таким чином, відповідний інноваційний потенціал авіапідприємства допоможе вижити на ринку в умовах міжнародного конкурентного середовища, а також сформувати нові конкурентні переваги.

*Литвиненко С. Л. (НАУ)*

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНО- РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ АВІАЦІЙНОМУ ПЕРЕВЕЗЕННІ НАДВАЖКИХ ТА НЕГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ**

Доставка монолітних вантажів, які відносяться до класів надважких і негабаритних та мають оригінальну конструктивну будову вимагає створення достатньо дорогих та іноді навіть унікальних технологічних схем та методик, а також обкладання, яке використовується при організації навантажувально-розвантажувальних робіт, а також при їх доставці. Основою проблемою є те, що більшість технічних рішень для навантажувально-розвантажувальних робіт надважких та негабаритних вантажів оригінальної конструкції можуть застосовуватися лічені кількості разів, а у ряді випадків, лише одноразово. Отже, повинні бути певні методичні напрацювання щодо проведення таких робіт.

Спеціалізовані засоби для здійснення

навантажувально-розвантажувальних робіт при авіаційному перевезенні надважких та негабаритних вантажів, у ряді випадків, були створені у свій час для перевезення певного унікального вантажу. Автором встановлено, що їх активне використання можливе для перевезення найбільш розповсюджених унікальних негабаритних вантажів – турбін, аерокосмічної техніки, промислового устаткування, а також для доставки спеціального видобувного обладнання. Серйозним поштовхом для успішного розвитку перевезень унікальних негабаритних вантажів авіаційним видом транспорту стало врахування геометричних розмірів кабіни літаків типу Ан-124-100 та Ан-225 та особливості саме авіаційного перевезення цих вантажів.

Автором відзначається, що використання літака Ан-225 авіакомпанією «Авіалінії Антонова» має бути ґрунтоване на економічній доцільності та може бути суттєво розширеним. Використання літака Ан-225 більш доцільне при перевезенні довгомірних та унікальних надважких вантажів вагою понад 140 тон, що не може бути здійснено на літаках типу Ан-124-100. Автором встановлено, що критерієм оптимальності при перевезенні може бути мінімізація витрат при доставці вантажу, а також мінімізація часу доставки, при чому із обов'язковим забезпеченням якості доставки, схоронності вантажу та інших обов'язкових умов перевезення тих чи інших категорій вантажів.

Автором було створено логічну організаційно-економічну схему використання навантажувально-розвантажувального обладнання при авіаперевезенні надважких та негабаритних вантажів, що відображає економіко-організаційні засади використання цього обладнання. На думку автора, важливими складовими використання навантажувально-розвантажувального обладнання мають стати варіантне та методично-технологічне забезпечення цього процесу, а також встановлення необхідності розробки додаткового обладнання та технічних рішень із використанням власних зусиль, зусиль замовника та сторонніх організацій. Автором було визначено необхідність моделювання схеми завантаження унікальних негабаритних вантажів оригінальної конструкції із використанням рішення «SolidWorks» та відповідним інструментарієм.

Процес оцінювання витрат за перевезення таких вантажів має передбачати вирішення багатокритеріальної задачі, де критеріями оптимальності виступають мінімізація витрат від перевезення та максимізація швидкості доставки. Також автором наголошується на тому, що ступінь важливості цих критеріїв буде різною під час перевезення того чи іншого унікального надважкого вантажу та має встановлюватися у кожному випадку

окремо, залежно від особливостей доставки.

Отже, автором було визначено особливості здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт при авіаційному перевезенні надважких та негабаритних вантажів, які передбачають використання логічної організаційно-економічної схеми, яка передбачає вирішення багатокритеріальної задачі щодо мінімізації витрат від перевезення та максимізації швидкості доставки.

*Соколова О. Є. (НАУ)*

### **ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ РЕГІОНАЛЬНИХ АЕРОПОРТІВ**

Логістична організація взаємодії підприємств різних галузей економіки та координації діяльності різних видів транспорту на базі регіональних аеропортових комплексів є важливою складовою соціально-економічного розвитку окремих регіонів (країни), ефективного функціонування транспортного комплексу держави в межах міжнародних транспортно-логістичних систем, підвищення рівня якості обслуговування транспортної клієнтури за світовими стандартами.

Аеропортовий транспортно-логістичний комплекс повинен забезпечувати реалізацію певних вимог конкурентного середовища, сприяти розвитку партнерських відносин між різними бізнес-структурами, створювати всі необхідні умови для активізації ролі авіаційного транспорту в транспортному секторі країни та ін. Саме тому, в якості критерію ефективності на етапі проектування та подальшого розвитку таких об'єктів необхідно обрати: мінімізацію сукупних транспортно-логістичних витрат, скорочення часу на транспортно-логістичне обслуговування, оптимальне використання ресурсів та потенційних можливостей кожного з учасників ланцюга доставки, продуктивність об'єктів логістичної інфраструктури аеропорту тощо.

Важливо підкреслити, що аеропортові транспортно-логістичні комплекси повинні створюватися в межах концепції регіонального розвитку, враховувати характеристики регіонального виробництва, специфіку системи матеріально-технічного постачання, збуту та торгівлі, рівень транспортного забезпечення регіону, а також їх здатність забезпечувати обслуговування матеріальних потоків «від дверей до дверей» та «точно в термін». Звідси виходить, що необхідність та потужність аеропортових транспортно-логістичних комплексів визначається системою показників, що характеризують

сфери виробництва, постачання, збуту, транспорту та мають безпосередній вплив на процеси доставки та обробки матеріальних потоків.

Для отримання оптимального значення ключових показників ефективності на етапах проектування, функціонування та подальшого розвитку, аеропортові транспортно-логістичні комплекси повинні відповідати системі організаційно-економічних та техніко-технологічних принципів, основними з яких є:

1) оптимальний перерозподіл функцій, прав, відповідальності та звітності між усіма учасниками ланцюга доставки на умовах максимального задоволення їх економічних інтересів, що дозволить не лише сформувати відповідний асортимент аеропортових послуг, але й сприятиме розширенню сфер обслуговування аеропортів як на регіональному, так і міжрегіональному рівнях;

2) узгодженість інтересів між державними структурами та бізнес-середовищем для стимулювання, а також прогресивного розвитку транспортно-логістичної діяльності в межах регіону (держави);

3) організація, координація та синхронізація процесів транспортно-логістичного обслуговування повного ланцюга доставки;

4) інтеграція, кооперація та отримання синергійного ефекту від розвитку партнерських відносин в процесі формування, та реалізації високоякісної транспортно-логістичної продукції за оптимальною ціною;

5) оптимальне розміщення об'єктів регіональної транспортно-логістичної інфраструктури та суб'єктів управління транспортно-логістичної діяльністю;

6) ефективність системи управління аеропортовим транспортно-логістичним комплексом, її інтеграція з системами вищих рівнів;

7) формування та розвиток оптимальної логістичної інфраструктури аеропорту з позицій потенційних можливостей регіону та існуючих потреб бізнесу;

8) інформатизація процесів обслуговування матеріального потоку в межах повного ланцюга доставки;

9) забезпечення надійності об'єктів логістичної інфраструктури аеропорту та системи управління аеропортовим транспортно-логістичним центром тощо.

Вищенаведені принципи визначають напрями проектування, функціонування та подальшого розвитку аеропортового транспортно-логістичного центру, і тому для кожного з них повинна бути розроблена відповідна методологія їх реалізації, що буде базуватися на логістичній концепції, концепції організаційно-економічної та техніко-технологічної надійності, та економічної ефективності.

*Сулима Л.О., Акімова Т.А. (НАУ)*

## **РОЗВИТОК АЕРОПОРТУ «КИЇВ (ЖУЛЯНИ)» ШЛЯХОМ ОНОВЛЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

За проектом розвитку до європейського чемпіонату з футболу «Євро-2012» аеропорт «Київ (Жуляни)» повинен бути сучасним муніципальним аеропортом з туристичним, готельним і діловим комплексом, де будуть і зручні офіси, і конференц-зал для зустрічей, і ресторан, і кав'ярні.

Ефективність функціонування аеропорту залежить не тільки від рівня організації обслуговування повітряних перевезень та ведення диверсифікаційної діяльності, а й від інфраструктури аеропорту, яка створює умови для результативного здійснення основних виробничих процесів.

Інфраструктура аеропорту – це сукупність складових частин аеропорту, які мають підпорядкований допоміжний характер та забезпечують умови для нормальної діяльності аеропорту в цілому. Інфраструктуру аеропорту, як і будь-якого іншого виробничого підприємства, прийнято розділяти на дві основні частини: соціальну та виробничу інфраструктуру.

У даних тезах будемо розглядати оновлення виробничої інфраструктури аеропорту за рахунок уведення в експлуатацію нового пасажирського терміналу. Також авторами пропонуються шляхи удосконалення роботи хендлінгових служб аеропорту.

Найкращим відбиттям зв'язків робіт, виконавців і термінів їх виконання є подання комплексу робіт у вигляді математичної моделі технологічного процесу, який розділяє цей комплекс на окремі види робіт, що виконуються певними службами у встановлений термін. Така модель повинна вказувати послідовність виконання комплексу робіт реального технологічного процесу й надавати необхідну інформацію. Графічні моделі технологічних процесів широко поширені як найбільш універсальні, що дають доступну та необхідну інформацію про хід виконання робіт і можливість установаження математичної залежності між елементами моделі. Лінійні графіки дуже прості, їх нескладно будувати, і вони мають достатню наочність. При необхідності можна дописати деякі роботи або не розглядати роботи, що стали непотрібними. Але лінійні технологічні графіки мають і суттєві недоліки.

Тому у роботі хендлінгової служби аеропорту рекомендується використовувати та застосовувати не лише технологічні документи, які регламентують технологічні процеси, а також спеціальні блок-схеми, які полегшують роботу з даними процесами і є більш ефективними.

У новому терміналі з метою удосконалення технологічного процесу, а також для мінімізації витрат

та збільшення прибутку хендлінгової служби аеропорту та авіакомпаній, які безпосередньо оплачують дані послуги, було запропоновано та економічно вигідно запровадити новий, але такий що вже використовується в провідних аеропортах світу, метод реєстрації пасажирів - спільна реєстрація або Common check-in.

Даний метод реєстрації передбачає реєстрацію пасажирів та багажу однієї авіакомпанії (чи декількох авіакомпаній одного альянсу) на визначених стійках реєстрації, не залежно від номеру рейсу.

За цією технологією, на реєстрацію рейсу в новому пасажирському терміналі аеропорту «Київ» виділяється одна стійка для пасажирів бізнес-класу (С) та одна стійка на кожні п'ятдесят пасажирів, що зарезервовані в економ-класі (Y). За загальною завантаженістю пасажирів на нових проектних рейсах (С-52 та Y-498), не порушуючи стандарту якості обслуговування пасажирів, можемо залучити до роботи лише дві стійки для пасажирів С-класу і десять стійок для реєстрації пасажирів Y-класу. Але за проектом створення нового пасажирського терміналу планується тільки дванадцять стійок реєстрації, тому ми пропонуємо окремо не виділяти стійки реєстрації для пасажирів D-класу.

З даного дослідження робимо висновок, що для обслуговування запропонованих рейсів із завантаженням в економічному класі більше, ніж сто пасажирів, якість обслуговування пасажирських перевезень в аеропорту «Київ» буде не достатньо високою, оскільки застосовуючи цей прогресивний метод реєстрації Common check-in, ми не зможемо врахувати особливості реєстрації та виключити розрахункову можливість скупчення пасажирів у чергах.

Навіть із введенням у виробництво нового пасажирського терміналу та нової злітно-посадкової смуги, аеропорт «Київ» залишить свій статус регіонального аеропорту, оскільки для якісного обслуговування рейсів великої пасажирської вмістності не вистачає як мінімум дві стійки реєстрації.

Бізнес-пасажирів можуть реєструватися та летіти через VIP-зал, але ці послуги сплачуються ними додатково, і не всі пасажирів мають бажання ними користуватися.

*Марінцева К.В. (НАУ)*

## **ПРОЦЕСИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ В АЕРОПОРТАХ**

Як зазначено в [1], інфраструктура аеропортів України є незбалансованою, більшість аеропортів (22) потребують модернізації, пасажирські термінали не

відповідають сучасним вимогам. Середній за європейськими мірками міжнародний аеропорт «Бориспіль» перетягує на себе основну частку пасажирів, проте все одно не є локомотивом розвитку галузі. Його фактично монополічне становище на ринку обумовлено не якістю сервісу і не підвищеною пропускну здатністю, а слабкістю регіональних перевізників і аеропортів і тим, що він розташований біля столиці.

В аеропортах України застосовується порейсовий метод реєстрації. Даний метод реєстрації пасажирів полягає в тому, що на одному або декількох робочих місцях ведеться реєстрація тільки на один певний рейс. Як правило, реєстрація починається за 2 години і закінчується за 40 хвилин до вильоту літака за розкладом. Організація реєстрації пасажирів і оформлення багажу порейсовим методом має ряд істотних недоліків: низька пропускну здатність, нерівномірне завантаження робочих місць, тривале очікування пасажирів у черзі, неможливість завчасного приймання багажу у транзитних пасажирів і пасажирів, що прибувають в аеропорт більш ніж за 1 годину до вильоту. Тільки у аеропорті "Бориспіль" було впроваджено послугу реєстрації пасажирів з дійсним електронним квитком та підтвердженням бронюванням в Інтернеті, яка є зручним та сучасним способом реєстрації на рейси.

В даний час операції інтелектуальної праці, які піддаються формалізації, стають об'єктом механізації та автоматизації. Проведена класифікація засобів автоматизації і механізації обслуговування авіапасажирів в аеропорту показала, що структура засобів механізації практично не змінилася з 1980-х років. Проте, всі процеси і засоби обслуговування авіапасажирів в аеропорту проходять етапи автоматизації. Зростання авіаперевезень та обсягів авіапасажирів, підвищення вимог до безпеки і комфорту потребують системного підходу до процесу автоматизації, тобто автоматизація повинна бути комплексною і вимагає фінансової, технологічної та технічної взаємодії між авіакомпаніями, аеропортами, хендлінговими компаніями.

Введення автоматизації технологічних процесів в аеропортах дозволяє значно підвищити продуктивність праці, скоротити частку робітників, зайнятих у різних сферах обслуговування. Технологічний процес (ТП), у нашому випадку - це послідовність технологічних операцій, необхідних для виконання певної процедури обслуговування пасажирів і обробки багажу в аеропорту. ТП складається з робочих операцій, які у свою чергу складаються з робочих рухів (приймів).

Автоматизація процесів обслуговування в аеропортах - це процес у розвитку технологій обслуговування, при якому функції управління та контролю, які раніше виконувалися людиною, передаються приладам і автоматичним пристроям. На

сьогодні актуальними є задачі реалізації системи або систем, що дозволяють здійснювати управління ТП без безпосередньої участі людини, або залишення за людиною права прийняття найбільш відповідальних рішень.

Проведені дослідження процесів автоматизації в аеропортах світу показали, що самообслуговування і мобільність є ключовими характеристиками технології обслуговування завтрашнього дня. Повсюдна наявність зв'язку означає, що пасажирів завжди знаходяться в зоні доступності і, отже, налаштовані на онлайн-комунікацію, очікуючи негайного реагування на свій запит. Навіть таке просте удосконалення, як можливість перевірити наявність багажу на борту літака, може значно мінімізувати невдоволення і невпевненість. Як було відмічено, для того, щоб дійсно реалізувати проект аеропорту майбутнього, авіакомпаніям і аеропортам необхідно інвестувати в нові системи, які дозволять автоматизувати ручні операції, поширювати інформацію та забезпечувати проактивну комунікацію з пасажиром.

### Література

1. *World bank. Ukraine: Trade and Transit Facilitation Study. Kyiv, 2010 - 127 c.*

*Іваннікова В. Ю. (НАУ)*

### **ФУНКЦІЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ У ВАНТАЖНОМУ КОМПЛЕКСІ АЕРОПОРТУ**

Бурхливе зростання обсягів вантажних авіаперевезень – явище характерне не лише для України, але і для інших держав. Згідно з прогнозом Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО), членом якої є і Україна, у період з 1997 по 2020 рік загальний попит на повітряні перевезення в середньому щороку зростатиме на 4,5%. Все це вимагає розробки ефективних методів оцінки ефективності завантажувально-розвантажувальних процесів у системі управління вантажопотоками в аеропорті на плановий період, коли обсяги вантажів заздалегідь невідомі, з метою їх раціонального використання.

Для оцінки ефективності функціонування засобів перонної механізації вантажного комплексу аеропорту на перспективу, найкраще зарекомендувала себе методологія аналізу середовища функціонування, яка описана в роботах А. Чарнес та В. Купера, яку і будемо використовувати для побудови функції оцінки ефективності завантажувально-розвантажувальних процесів.



Для побудови моделі завантажувально-розвантажувального процесу, який розвивається у вантажному комплексі аеропорту, ототожнимо його об'єктом із двома вхідними  $x_1, x_2$  та двома вихідними  $y_1, y_2$ . Тут,  $x_1$  – обсяги імпорتنних вантажів;  $x_2$  – обсяги експортних вантажів;  $y_1 = x_2 - x_1$ ,  $y_2 = x_2 + x_1$ . Позначимо  $X = (x_1, x_2) \geq 0$  та  $Y = (y_1, y_2) \geq 0$ , і нехай  $X_k = (x_{1k}, x_{2k})$  та  $Y_k = (y_{1k}, y_{2k})$  значення векторів  $X$  та  $Y$ , які спостерігаються для  $k=1, \dots, P$ . Так як, у завантажувально-розвантажувальних процесах тип вантажу (експортний чи імпорتنний) не має значення, не порушуючи спільності, можна припустити, що отримані значення обсягів експортних та імпорتنних вантажів дорівнюють один одному, тобто  $x_2 = x_1$ . У цьому випадку із умови

$$\sum_{k=1}^P y_{jk} \lambda_k - v_j = \delta y_{j0}, \quad j=1, \dots, n, \quad (1)$$

отримуємо, що  $-v_1 = \delta y_{10}$  при  $j=1$ . Так як, функціонування досліджуваної системи вважається ефективним при  $\delta=1$ , то із нерівності  $-v_1 = \delta y_{10}$ , та із умови  $v_1 \geq 0$ ,  $y_{10} \geq 0$ , впливає, що  $v_1 = y_{10} = 0$ . Тут,  $\delta$  – міри ефективності функціонування засобів механізації. Тому, для оцінки ефективності завантажувально-розвантажувальних систем вантажного комплексу аеропорту, умова (1) має наступний вид:

$$\sum_{k=1}^P (x_{1k} + x_{2k}) \lambda_k = y_{20} + v_2, \quad (2)$$

при  $j=2$ . Враховуючи те, що відносно орієнтованої по виходу моделі, при  $\delta=1$  повинно бути  $\delta Y_0 = Y \lambda^*$ , то для  $y_2 = x_2 + x_1$  виконується наступна рівність:

$$\sum_{k=1}^P (x_{1k} + x_{2k}) \lambda_k = y_{20} \quad (3)$$

Так як  $\sum_{k=1}^P \lambda_k = 1$ , і  $\lambda_k \geq 0$  для всіх  $k=1, \dots, P$ ,

то значення змінних  $\lambda_k$  можна трактувати, як ймовірності розподілу значень фактичних обсягів вантажу певної категорії за період спостереження.

Тоді,  $y_{20}$  – середнє значення фактичних обсягів даного вантажу за період спостереження.

Отже, відповідно до умови (3), *кількісна міра ефективності функціонування засобів механізації в*

*завантажувально-розвантажувальних процесах аеропорту*, відносно планових обсягів вантажопотоків, досягає свого максимального значення, якщо для кожної категорії вантажу її плановий (той, який прогнозується) обсяг дорівнює середньому значенню фактичних обсягів цієї ж категорії вантажу.

Тому, в подальшому дослідженні нас буде цікавити визначення значення параметра  $y_{20}$ , як функції від суми обсягів експортних та імпорتنних вантажів.

*Омельченко А. Д., Кужель Н. В. (НАУ)*

### ПЕРСПЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОГРЕССОМ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ И КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ КРИТЕРИЕВ ПРОГРЕССИВНОСТИ

На современном уровне нет четкого понятия комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ (КМА ПРТСработ) вообще, в связи с этим существуют различные методы расчета их уровня развития. В транспортно-технологических процессах различают основные и дополнительные операции. Ликвидация диспропорции основных и дополнительных операций — одно из важнейших направлений экономической политики по повышению эффективности производств.

Согласно данным на процессах перемещения в стране занято миллион человек, в том числе в промышленности, на транспорте, в строительстве и т.д. Самую большую группу составляют складские работы: подносчики-транспортёры, грузчики и работники других профессий. Причем, на этих операциях работают вручную и производительность их в среднем в 5-6 ниже, чем у работников механизированного труда.

Большая часть подъемно-транспортных работ может и должна быть механизирована в ближайшее время с помощью уже созданных и создаваемых средств механизации.

Перевод на механизированный труд всех работающих вручную означал бы относительное высвобождение миллиона человек с годовым фондом зарплаты в млрд. гривен. Вместе с тем процесс механизации ПРТСработ ведет к совершенствованию организации всех технологических процессов, росту объемов производства и производительности труда. Учитывая то, что относительно много выполняемых ПРТСработ относится к тяжелым, а также большое число женщин, занятых на этих работах, и сравнительно низкий уровень их квалификации, следует подчеркнуть, что механизация решает не

только экономические, но также важные социальные задачи.

Если же учесть неизбежное уменьшение числа людей, вступающих в рабочий возраст, а также опережающий рост численности занятости в непроизводительной среде, высвобождение значительной части работников, занятых на подъемно-транспортных и складских работах, не только важна, но и совершенно необходимая задача. Это – один из крупнейших резервов экономии живого труда. Высвобождение рабочей силы, обслуживающей процесс перемещения и переход ее в основное производство, приобретает особую значимость в условиях нехватки рабочей силы в стране. Именно сокращение численности рабочих, занятых на подъемно-транспортных работах, – основной резерв экономии и повышения эффективности производства.

Самое существенное значение приобретает совершенствование системы технико-экономических показателей отчетности и планирования развития в транспортно-складском хозяйстве и создание такой системы показателей, которая стимулировала бы введение в производство достижений научно-технического прогресса, т.е. стоит проблема создание такой системы технико-экономических показателей, которая бы с достаточной точностью давала экономическую оценку направлений научно-технического прогресса в области процессов перемещения под углом зрения того потенциального экономического эффекта, который заложен в них с учетом фактора времени. Одной из проблем при создании системы показателей является всестороннее изучение уровней, тенденций развития отдельных направлений технического прогресса и анализ влияния их на производительность труда и другие технико-экономические показатели, характеризующие процессы перемещения.

Для этого были представлены направления технического прогресса и соответствующие им показатели (существующие или предлагаемые), наиболее отражающие, по нашему мнению, экономическую сущность того или иного направления научно-технического прогресса. Эти показатели служат для характеристики конкретных результатов внедрения новой техники, передовой технологии и организации на ПРТС работах, разрабатываемых проектов комплексной механизации и автоматизации, модернизации и обновления основных фондов и других мероприятий, направленных на повышение эффективности этих работ.

Приведенный анализ основных направлений технического прогресса и установление статистических показателей, измеряющих уровни соответствующих направлений, позволяют надеяться, что именно с помощью этой системы технико-экономических показателей можно управлять

развитием тех или иных направлений технического прогресса при совершенствовании ПРТС работ. Возможность планирования технического процесса в масштабах предприятий вытекает из самих законов способов производства. Чтобы превратить объективную возможность в действенный механизм управления научно-техническим прогрессом, необходимо включить в плановые документы на всех уровнях систему технико-экономических показателей, характеризующих все основные направления технического прогресса.

Кроме того, для перехода к научно обоснованному перспективному и текущему планированию технического прогресса необходимо иметь периодическую отчетность о состоянии и тенденциях развития техники, технологии и организации производства на ПРТС работах.

Это значит, что предложенная система технико-экономических показателей даст положительные результаты только в том случае, если на ее основе разработать систему директивных планируемых показателей на год и перспективу; систему отчетных статистических показателей; систему показателей для проведения сравнительного анализа.

*Крачковский Н. В. (ДонНУ)*

## **О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ МОТИВИРОВАННОГО КОНТЕКСТНОГО СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

В работе рассматривается модель ситуационного управления, модифицированная на основе данных физиологии и когнитивной психологии: в основе лежит прототип последовательностей действий «ситуация» – «реакция», связанные контекстом и активизируемые мотивом. Элементарная связь описывается ситуационным элементом, представленным мотивом, прототипом ситуации, реакции и контекстной связью.

Формализуется модель обучения системы нечеткого мотивированного контекстного ситуационного управления: формирование прототипа нового ситуационного элемента.

Выделены основные факторы, влияющие на обучение. Так в соответствии с наблюдениями физиологов эффективность научения зависит от времени, прошедшего между предъявлением стимула и изменением стимула потребности.

Величина подкрепления, которую можно охарактеризовать как снижение активности мотива, также влияет на эффективность обучения. В данной работе при описании подкрепления используется суммарный мотив, который определяется на основании

реального и фантомного мотивов. Данная форма позволяет описать такие явления как стимул потребности, научение при отсутствии реального мотива.

Формирование прототипа ситуации осуществляется на основе полной сенсорной информации за короткий промежуток времени (сенсорная память). Прототип реакции формируется аналогичным образом, но исходными данными выступает информация о совершаемых действиях.

В качестве примера рассматривается закрепление прототипов ситуации и реакции в системе моделирования подвижного робота при обучении предотвращения столкновения с препятствием.

*Маринцева К. В. (НАУ)*

## СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАПАСАЖИРІВ

### Вступ

У результаті здійснення технологічних процесів обслуговування пасажирів і їхнього багажу формується продукт - «авіап перевезення» або «авіапослуга». Найважливіші показники, що характеризують техніко-економічну ефективність технологічного процесу: питомі витрати ресурсів, у тому числі й енергії на одиницю авіап перевезення (на одного пасажирів); обсяги і якість надаваних авіап перевезень; рівень продуктивності праці; інтенсивність процесу; витрати на виконання технологічного процесу; собівартість технологічних операцій.

Завданням науки в області технологічних процесів обслуговування є виявлення закономірностей функціонування з метою визначення й використання на практиці найбільш ефективних і економічних процесів, що вимагають найменших витрат часу й матеріальних ресурсів.

Технологія обслуговування пасажирів на повітряному транспорті постійно оновлюється й змінюється в міру розвитку техніки і інформаційних технологій, тому удосконалювання технології обслуговування - важлива умова розвитку авіаційних перевезень.

Аеропорти світу активно впроваджують сучасні інформаційні системи (ІТ), реалізують масштабні програми з підвищення якості обслуговування всіх категорій пасажирів і авіакомпаній, а також комплекс заходів по забезпеченню безпеки польотів. Останнє глобальне дослідження SITA - однієї з провідних компаній з інформаційних технологій в авіації - показало: аеропорти продовжують інвестувати в ІТ під час кризи, демонструючи готовність до збільшення

кількості пасажирів [1]. У 2009р. розмір інвестицій в ІТ виріс до 3,6% від прибутку, а в 2011 р. 78% аеропортів планували збільшити або зберегти на колишньому рівні свої ІТ-бюджети. Основним стимулом для інвестицій є «скорочення витрат на бізнес-операції» (на це вказали 52% респондентів), а також підвищення якості обслуговування клієнтів» (48%).

### Мета

В Україні сьогодні активно проводиться оновлення інфраструктури для підвищення ефективності авіап перевезень. Для розробки й впровадження сучасних технологій обслуговування авіапасажирів необхідне розуміння загальносвітових тенденцій в даній галузі. Отже, метою роботи є визначення напрямків розвитку сучасних технологій обслуговування авіапасажирів та умов успішної реалізації нововведень.

### Постановка проблеми

Завжди визнавалося й визнається, що затримки, які є результатом обтяжливих формальностей, потрібно скорочувати не просто тому, що вони погані, а тому, що в практичному сенсі вони дорого обходяться всім "групам споживачів" у суспільстві й перешкоджають успіху кожного.

Дослідження скарг пасажирів відображає очевидні питання, які роблять авіап перевезення некомфортними та неефективними. Більшість скарг пасажирів представляють три основних напрямки: зриви в обслуговуванні, довга реєстрація та тривале очікування багажу. Ринку ІТ пропонує досить широкий спектр рішень щодо удосконалення окремих операцій технології обслуговування авіапасажирів. Проблема постає в реалізації системного підходу до розробки процедур обслуговування, впровадження інтегрованих систем управління замість розрізної автоматизації на локальному рівні. Для цього необхідно вирішити задачу вибору стратегії розвитку технології обслуговування авіапасажирів, яка б відповідала вимогам та можливостям як аеропортів, так і авіакомпаній.

### Аналіз досліджень і публікацій

На початку червня 2009 року в столиці Малайзії - Куала-Лумпур - відбулися загальні річні збори Міжнародної асоціації повітряного транспорту (ІАТА), де була представлена програма «Спрощення бізнесу» («Simplifying the Business» або «St») [2]. Дана програма була запущена в 2004 році. *Програма «Швидка подорож» («Fast Travel»)* - новий елемент програми «Спрощення бізнесу». Він наділяє пасажирів здатністю контролювати свою поїздку за рахунок функцій самообслуговування в чотирьох аспектах: реєстрація багажу, сканування документів, самостійний прохід на посадку й самостійна рекламація загубленого багажу.

Потенційна економія, по даним IATA становить \$1,6 млрд.

Онлайн-бронювання, самостійна реєстрація на рейс у кіосках реєстрації або через мобільні телефони стали більше популярні, чим відвідування офісу авіакомпанії або туроператора й одержання посадкових талонів на стійках реєстрації в аеропорті, про це говориться в дослідженні компанії SITA Air Transport World Passenger Self-Service [3]. У результаті тепер збільшилася кількість пасажирів, які хочуть розширити самообслуговування на всіх етапах подорожі, включаючи контроль багажу й посадку. Якщо раніше частка таких бажаючих становила 58% від всіх опитаних, то тепер вона збільшилася до 70%.

Постачальники IT-рішень для авіаційної індустрії усе більше просувають ідею про те, що в найближче десятиліття традиційна реєстрація на стійках в аеропортах, як ми її знаємо, піде в минуле. Більшість пасажирів будуть самостійно реєструватися вдома, а в аеропорті здавати багаж — знову ж самостійно [4].

Компанія SITA оголосила про запуск SITA Daа (комп'ютер як послуга) - першого сервісу на основі хмарних технологій, призначеного для авіагалузі [5]. Система Daа компанії SITA забезпечить авіакомпаніям і аеропортам доступ до прикладних систем, програмам, процесам і даним з інформаційних центрів, керування якими здійснюється безпосередньо компанією SITA. Рішення застосовне до будь-яких персональних комп'ютерів, планшетів і смартфонів, відрізняється ефективністю й простотою у використанні, не вимагаючи при цьому спеціальної апаратури. Таким чином, екіпажам авіакомпаній не прийдеться встановлювати специфічні програми на кожному робочому ноутбукі або персональному комп'ютері. Будь-який устрій, підключений до Інтернету, дозволить їм одержувати доступ до розміщеного в хмарі ресурсу, такого як графік роботи, електронна пошта й корпоративні додатки.

З вищезгаданих досліджень можна зробити висновок про те, що автоматизація сучасної технології обслуговування пасажирів тісно пов'язана з процесами інформатизації суспільства, застосуванням мобільних пристроїв і бездротового зв'язку.

### Основна частина

Введення кіосків самореєстрації і друку посадкового талону вдома через Інтернет зараз впроваджується в повному обсязі більшістю авіакомпаній світу і України, вся процедура реєстрації стає простіше, але розчарування авіапасажира залишається значним, тому що він все ще очікує проходження аеропортових формальностей у черзі. Навіть при використанні паперового або електронного посадкового талону, черги зберігаються. Чи може процес обслуговування авіапасажира бути ще простіше?

Існують різні категорії пасажирів. Диференціація продукту (послуг аеропорту) повинна виходити за рамки просто виділення окремої реєстрації, наприклад, для часто подорожуючих пасажирів. Є багато факторів, які впливають на значення клієнтів для авіакомпанії. Це не тільки ціна, яку вони заплатили за квиток. Такі фактори, як їх транспортні схеми (маршрути внутрішні і міжнародні), клас обслуговування, звички, місце покупки клієнтом квитка - все йде в розрахунок споживчої цінності. У зв'язку з усе більш автоматизованою процедурою обслуговування, авіакомпанії необхідні складні інструменти, які працюють в операційних системах, щоб забезпечити, для «найбільш цінних клієнтів» краще обслуговування. Це особливо актуально в періоди порушення (нерегулярності) обслуговування.

Сьогодні для багатьох керівників підприємств авіаційної галузі не стоїть питання про те, використовувати IT в бізнесі чи ні. Інформаційні технології, закладені в процеси автоматизації процесів обслуговування є потужним інструментом підвищення ефективності аеропортового бізнесу досягнення конкурентних переваг. Тим не менш, проблемним питанням є вибір впроваджуваних IT.

Всі галузі промисловості мають спільне бачення більш автоматизованого і, як наслідок, більш ефективного аеропорту. Використовуючи дослідження Amadeus [6] визначимо можливості нових технологій обслуговування і необхідні кроки, щоб реалізувати це бачення в реальності.

*Смартфони* нададуть унікальну платформу для взаємодії з клієнтами. Всі авіакомпанії повинні оптимізувати свої сайти для мобільного Інтернету, а також створювати інноваційні програми, які використовують переваги розташування і персоналізації, щоб надати унікальний сервіс для кращих клієнтів авіакомпанії. В середовищі аеропорту смартфон стає кращою платформою для зв'язку з споживачами. Згідно з даними comScore ринок смартфонів у США досяг 27% в грудні 2010 року, що на 10 процентних пунктів вище від попереднього року. У всіх регіонах світу, мобільний Веб-доступ збільшився на 7-9%. Nielsen прогнозує, що смартфони будуть краще телефонів. 73% аеропортів світу планують інвестувати в мобільні послуги для підвищення зручності клієнтів.

*Планшетні комп'ютери (ПК)* швидко стають основним продуктом часто подорожуючого пасажира. Враховуючи можливості інтеграції ПК в кілька джерел з форумами, авіакомпанії необхідно розробити конкретні програми, що використовують можливості цієї нової платформи. ПК також будуть мати широке практичне застосування, забезпечуючи роумінг агентів і надання льотним екіпажам більш повної інформації про клієнтів. NPD Group передбачає, що загальний обсяг річних продажів ПК буде рости в три рази

порівняно з близько 19 млн. чоловік в 2010 році до 172,4 мільйонів в 2014 році.

*Широкосмугові бездротові мережі.* Починаючи з 2011 року, в промислово розвинених країнах почали використовувати бездротові 4G мережі для того, щоб досягти більшої швидкості, і для усунення перешкоди передачі даних трафіку, який генерується зростаючим числом використання "розумних" телефонів. Капітальні вкладення в 4G будуть тривати як мінімум до 2014 року. Повсюдна комп'ютеризація і використання мереж 4G реалізує високу швидкість підключення і можливість взаємодії з великою кількістю даних по бездротовій системі, що призведе до нових рівнів інформації про клієнтів.

*Соціальні мережі* надають пасажиром можливість миттєво коментувати обслуговування клієнтів. Авіакомпанії можуть використовувати соціальні медіа для просування певних служб аеропорту або навіть в організації зустрічей з ключовими клієнтами. Facebook має більше 500 мільйонів активних користувачів. Люди витрачають більше 700 млрд. хвилин в місяць на Facebook. В середньому на 20-хвилинний період в 2010 році було: 15870000 повідомлень, 2716000 завантажених фотографій і 10208000 коментарів. 57% авіакомпаній розглядають використання соціальних мереж як засобів масової інформації для забезпечення пасажирів рейсовою інформацією.

*Системи управління відправками (DCS).* Для авіакомпаній DCS залишається пріоритетним у рейтингу IT-інвестицій. Це підтвердили майже 80% авіакомпаній. Нове покоління DCS усуває ручну роботу. Нова технологія DCS поєднується з системою обслуговування пасажирів (PSS), при цьому у пасажирів з'являється більше можливостей керувати цим сервісом. Інтеграція DCS і PSS також дозволяє збільшити ефективність роботи з пасажиром при збоях в обслуговуванні.

*Роумінг агентів.* 50% аеропортів очікують реалізації послуг мобільного зв'язку для співробітників, і 41% - для управління рамповими операціями.

*Інтегровані дані пасажирів.* З розширеною базою даних пасажирів, аеропорти можуть більш ефективно планувати персонал, краще виконувати польоти і поширювати інформацію про багаж та аеропортові послуги для авіакомпаній з метою подальшого розповсюдження серед пасажирів. Створення по-справжньому інтерактивного торгового середовища може допомогти аеропортам максимізувати продажі аеропорту через персоналізовані пропозиції, на основі врахування часу пасажирів, потреб і бажань.

*Інтеграція системи управління багажем (BRS).* Аеропорти і авіакомпанії здійснюють інтеграцію системи управління ресурсами для обробки багажу, але багато хто, як і раніше, мають автономні системи.

*Технологія бездротової високочастотного зв'язку*

*малого радіусу дії (Near field communication, NFC)* дає можливість обміну даними між пристроями, що знаходяться на відстані близько 10 сантиметрів. Третина всіх мобільних телефонів будуть обладнані NFC протягом трьох-п'яти років. За дослідженнями ABI Research, 450 мільйонів мобільних телефонів оснащено NFC в 2011 році, це близько 30% мобільних телефонів, що поставляються по всьому світу.

*RFID - мітки* - метод автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані, що зберігаються в так званих транспондерах, або RFID-позначок. Будь-яка RFID-система складається з зчитувального пристрою (зчитувач, рідер) і транспондера (він же RFID-позначка, іноді також застосовується термін RFID-тег). У 2007 році IATA, вважала реалістичним перейти на RFID-мітки в 80 аеропортах, які генерували 80% претензій щодо багажу. Вчені прогнозують, що необхідно 5-6 років, щоб нерегулярність багажу була на рівні не вище 20%.

Витрати на RFID-мітки стабільно падали за останні кілька років і будуть знижуватися далі з нарощуванням обсягів. Практичне використання технології RFID як багажних міток значно спростить пошук зниклого багажу.

*Коди швидкого реагування (матричний код) (QR)* - це легке розпізнавання сканувальним обладнанням (у тому числі і фотокамерою мобільного телефону). На даний час QR-код широко поширений у країнах Азії (особливо в Японії), поступово розвивається в Європі і Північній Америці. Найбільше визнання він отримав серед користувачів мобільного зв'язку - встановивши програму-розпізнавання, абонент може заносити в свій телефон текстову інформацію, додавати контакти в адресну книгу, переходити по web-посиланнями, відправляти SMS-повідомлення і т. д. 28% користувачів смартфонів вже мають програму сканування мобільних штрих-кодів. 48% користувачів Android і 39% користувачів iPhone будуть встановлювати програму сканування з їх смартфонів.

Отже, основна ідеологія сучасної технології обслуговування авіапасажирів це - зв'язок зі службами авіакомпанії та аеропорту у режимі «on-line» (рис.1).

Авіапасажирів будуть мати доступ до інформації в будь-якому місці і можуть поділитися цією інформацією через соціальні мережі. Авіакомпанії і аеропорти бачать необхідність активного використання цієї нової технології, щоб надавати інформацію про стан рейсу, багажу. Аеропорти зможуть передбачати потреби пасажирів і пропонувати рішення, перш ніж проблема стане серйозною.

У алгоритм оцінки ефективності впровадження нових технологій обслуговування авіапасажирів слід включити два ключові компоненти: організаційний і експлуатаційний. Розглянемо зміст кожного з них.

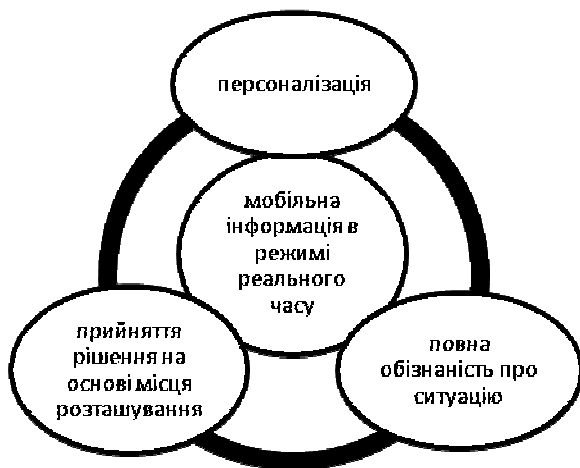


Рис. 1. Принципи нових технологій обслуговування пасажирів в аеропортах

Організаційний компонент включає в себе наступні фактори:

1. Перехід до електронного документообігу. Оцінюється упущена вигода із-за несвоєчасної обробки документів (інформації), шляхом порівняння витрат на обробку документів до і після впровадження ІТ.

2. Ліквідація і розподіл дублювання функцій. На етапі вибору ІТ при аналізі бізнес-процесів авіапідприємств, які беруть участь у організації та здійсненні авіаперевезень, можна виявити дублювання функцій співробітниками, яке зводиться до неявного скорочення величини доходу на підприємстві та знижує виробничі показники. Оцінка спрямована на визначення та раціональний перерозподіл таких функцій, виходячи з процедури мінімізації витрат на виконання кожної з них.

Експлуатаційний компонент ефекту від впровадження ІТ в процеси обслуговування авіапасажирів визначають наступні фактори:

1. Відповідність ІТ авіаційній специфіці підприємства. Для різних галузей характерні особливості методології управління і технології обробки інформації. Ефективно працююча система повинна бути орієнтована саме на авіаційну галузь.

2. Функціональна повнота інформаційної системи. Авіапідприємство має досить широкий спектр напрямків діяльності, функціональних підрозділів (підсистем) і має властивість інформаційно-алгоритмічної цілісності. Інформаційна система повинна надавати можливість управляти підприємством по всім підсистемам в цілому, з урахуванням повноти фаз управління і цілісності структури виробничого процесу.

3. Науково-технічний рівень системи. Обов'язковою умовою є орієнтація системи на сучасні інформаційні технології та економіко-математичні методи і засоби, включаючи можливість вбудовування власних розробок. Економіко-математичні методи можуть бути використані для прогнозу розвитку аеропорту та управління ризиками, управління якістю та сертифікації послуг.

4. Відповідність ІТ національним особливостям. Методи рішення функціональних завдань і форм представлення інформації повинні бути адекватні вимогам українського законодавства, стандартів та умовам роботи на підприємстві. Оцінка показника зводиться до обчислення витрат на усунення виявлених недоліків системи.

5. Програмно-апаратна складова системи. Використовувані в ІТ операційні системи, системи управління базами даних, мови програмування повинні бути загальноприйнятими і перевіреними практикою. Ризик вибору програмно-апаратного забезпечення враховується за допомогою коефіцієнта відповідності шляхом аналізу стратегічних даних відносного числа інсталяцій, реальних впроваджень, персоналу фірм - розробників за певний період.

6. Надійність функціонування інформаційної системи. Рівень захисту інформації від несанкціонованого доступу в рамках ІТ. На будь-якому авіапідприємстві присутні документопотоки, які містять конфіденційну, закриту інформацію, розкриття, псування, зміна яких може призвести до суттєвих втрат підприємства, аж до повного припинення діяльності. Часто недостатньо використовувати існуючі в системі засоби і методи захисту від несанкціонованого доступу. Порівняльний аналіз функціонування авіапідприємства з урахуванням можливих втрат при настанні випадку несанкціонованого доступу до інформації з використанням криптографічних засобів дозволить оцінити доцільність вбудовування в ІТ засобів захисту від несанкціонованого доступу до інформації.

### Висновки

Основні напрямки розвитку сучасної технології обслуговування: широке використання інформаційних технологій, збільшення числа технологічних операцій, які пасажирів можуть виконати самостійно, системний підхід до організації обслуговування від продажу авіаперевезення до доставки в кінцевий пункт призначення.

Щоб реалізувати бачення майбутнього аеропорту всі зацікавлені сторони: авіакомпанії, аеропорти і пасажирів, повинні бути зв'язані електронним зв'язком, що, у свою чергу, приведе до більшої ефективності та задоволеності клієнтів.

Такі технології як NFC, RFID-мітки, використання ПК, роумінг для агентів будуть мати величезний вплив

на діяльність аеропорту і авіакомпаній.

В основі цієї технологічної революції лежить концепція більшої обізнаності пасажирів. Пасажир буде завжди на зв'язку, і мати інформацію про послуги, що надається на їх власні персональні обчислювальні пристрої на всіх етапах подорожі.

Вплив ІТ-продукту на ефективність роботи авіапідприємства обмежується технологічними межами, які характеризуються максимальним значенням показника результату в рамках прийнятої технології. Поряд з цією межею існує ще ряд перешкод, що стримують отримання результатів від впровадження нових ІТ. По-перше, підвищення результативності трансформується в ринкову перевагу лише в тих організаціях, які домоглися його першими. Більше ніхто ринкової переваги вже не отримає. Тобто варто вкладати інвестиції в нові технології, саме вони можуть надати конкурентну перевагу. По-друге, стримуючим фактором є радикальна зміна бізнес-процесу. Так, наприклад, поки аеропорти України продовжують удосконалювати процес порейсової реєстрації пасажирів і обробки багажу, в інших аеропортах світу вже кардинально змінюється даний бізнес-процес. Отже, значні вкладення в ІТ «класичної» реєстрації пасажира у стійки в аеровокзалі вже є неефективними.

### Література

1. *Инвестиции в IT готовят аэропорты к увеличению пассажиропотока*  
<http://www.sita.aero/ru/content/investitsii-v-it-gotovyat-aeroporty-k-uvlicheniyu-passazhiropotoka>
2. *Международная организация гражданской авиации. Годовой доклад совета. DOC 9916, 2008* // <http://www.icao.int/annualreports/>
3. *Сороковая Е. От саморегистрации к самодосмотру в аэропортах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/ot-samoregistratsii-k-samodosmotru-v-aeroportakh>*
4. *Регистрации в аэропорту не будет. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/registratsii-v-aeroportu-ne-budet>*
5. *Сотрудничество компаний Amadeus и SITA сократит расходы авиаперевозчиков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/sotrudnichestvo-kompanii-amadeus-i-sita-sokratit-raskhody-aviaperevozchikov>*
6. *Navigating the Airport of Tomorrow. TRAVEL TECH CONSULTING. Amadeus // <http://www.amadeus.com/airlineIT/navigating-the-airport-of-tomorrow/index.html?OADS=29>*

Гончарова Л. Л. (ДЕТУТ)

### КОМП'ЮТЕРНИЙ МОНІТОРИНГ РЕЖИМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

В умовах ринку електроенергії до електротехнічної галузі висувається ряд підвищених вимог в процесі виробництва, передачі й споживання електроенергії, а також забезпечення надійності і якості функціонування. В цьому плані є показовим господарство електропостачання залізниць високий рівень надійності якого тісно пов'язаний з організацією безпеки руху залізничного транспорту, що є дуже важливо. Фізичне і моральне старіння електротехнічного устаткування, що перебуває в експлуатації значно зменшує надійність функціонування системи електропостачання на тягу, збільшує аварійність і, як наслідок, погіршує безпеку руху. В той же час, процес реабілітації і оновлення технічного стану електричного господарства залізниць вимагає істотного фінансування та багаторічної роботи. В зв'язку з цим проблеми забезпечення еколого-енергетичної безпеки та якості функціонування існуючих тягових мереж залізничного транспорту, при незначних інвестиціях, можуть бути розв'язані «практично безальтернативно» шляхом комп'ютеризації технологічних процесів постачання електричної енергії на тягу. Досвід застосування комп'ютерних засобів для управління електричними мережами стимулював проведення наукових досліджень в області розробки нових принципів організації систем управління, а також математичних моделей, методів і комп'ютерно-орієнтованих алгоритмів. В докладі приводиться спектр задач представлений в аспекті часової декомпозиції процесу керування у вигляді декількох рівнів. Задачі перших двох рівнів відносяться до класу автоматичного керування технологічними процесами електропостачання. На наступних рівнях завдяки використанню результатів моніторингу і реєстрації первинних даних автоматично вирішується клас задач пов'язаних з керуванням та оптимізацією електропостачання залізниць. Приводяться математичні моделі ідентифікації аварійних режимів та визначення відстані  $l$  до місця аварії, а також наведено результати експериментальних досліджень ІДК «Регіна» при проведенні моніторингу і реєстрації параметрів режимів тягових мереж електропостачання на Південно-західній залізниці.

### Література

1. Стогний Б.С. Застосування засобів моніторингу перехідних режимів в ОЕС України для розв'язання задач диспетчерського керування / Стогний Б.С.,

Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Сопель М.Ф.;  
Праці Інституту електродинаміки НАН України,  
2009, вип. 23. – С. 147-155.

2. Гончарова Л.Л. Современные методы компьютерного анализа режимов функционирования сложных электрических объектов./ Гончарова Л.Л.// Зб. наук. праць. ПІМЕ НАН України – Вип-56. – К: - 2010. С. 17 – 24.

$$u_c^c = [I_c^c R_\phi - I_c^s X_\phi] \cdot l + [I_A^c R_{M\phi} - I_A^s X_{M\phi} + I_B^c R_{M\phi} - I_B^s X_{M\phi}] \cdot l + I_3^c R_0$$

$$u_c^s = [I_c^c X_\phi + I_c^s R_\phi] \cdot l + [I_A^c X_{M\phi} + I_A^s R_{M\phi} + I_B^c X_{M\phi} + I_B^s R_{M\phi}] \cdot l + I_3^s R_0$$

где  $U_c^c$  и  $U_c^s$  - косинусная и синусная составляющие

значения комплексного напряжения  $\dot{U}_c$  где было короткое замыкание. Предложены способы, а также программные средства для обработки и представления первичной информации, формирования файлов экспресс и полной информации об аварийном режиме. Показаны пути передачи аварийной информации на все уровни управления с привязкой к сигналам точного времени, получаемом от GPS приемника, а также вывод и представление данных в виде цифровых массивов, текстовых сообщений, графиков, таблиц.

*Стасюк А. И., Железняк А. Л. (ДЕТУТ)*

### ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Внедрение компьютерных методов и средств в электроэнергетику призвано обеспечить системность управления, высокое качество принятия управленческих решений и, соответственно, высокий уровень безопасности и надежности функционирования, что отвечает современным требованиям автоматизации управления электропотребителей в условиях формируемого рынка электроэнергии. Существующие средства контроля, учета и регулирования ориентированы не редко на решение отдельных локальных задач и отличаются, как правило, принципами действия, метрологическими характеристиками, что приводит к высокому уровню погрешности измерения и многократному дублированию.

В настоящем докладе на основе проведенных исследований в области автоматизации, контроля и управления тяговыми электрическими сетями предложены компьютерные методы решения ряда важнейших задач связанных с регистрацией штатных, нештатных и переходных режимов функционирования силовых электрических сетей синхронно по времени с работой систем защиты. Результаты исследований позволили создать новый класс современных интегрированных компьютерных систем специального назначения базовым из которых является Информационно-диагностический комплекс «РЕГИНА». На базе информационно-диагностического комплекса «РЕГИНА» основываясь на принципе единого информационного пространства, разработаны новые компьютерные методы для анализа и коммерческого управления силовыми электрическими сетями в условиях рынка, открывающие возможность реализовать оптимизацию энергоемких процессов в энергетической отрасли. Приводится математическая модель определения расстояние  $l$  до места аварии в виде

*Бутько Т. В., Шандер О. Е. (УкрДАЗТ)*

### НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОМПАНІЙ

Процес створення конкурентного ринкового середовища, передбачений Програмою структурної реформи на залізничному транспорті, полягає в демонополізації окремих сфер його діяльності та створення умов доступності інфраструктури залізниць для користувачів різних форм власності. Виходячі з цього, постає задача інтенсивного пошуку ефективних технологій організації процесу вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних транспортних компаній.

Тому в ході проведеного аналізу основними напрямками удосконалення технології організації вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних транспортних компаній може бути реалізовано за двома варіантами:

1 варіант - створення автоматизованої системи управління парком вантажних вагонів різних форм власності, яка б містила в собі функції контролю та керування за вагонами на всіх ланках транспортного процесу, за умови управління основною частиною парку вантажних вагонів операторських компаній залізницею;

2 варіант - створення автоматизованої системи управління парком вантажних вагонів різних форм власності, але за умови самостійного управління своїм парком вантажних вагонів безпосередньо операторською компанією в залежності від попиту вагонів на ринку транспортних послуг.

У зв'язку з цим для двох конкурентних варіантів необхідним є вирішення питання формування моделі



організації залізничних вантажних перевезень при функціонуванні різних транспортних компаній на основі формування інтелектуальної системи управління для подальшого їх порівняння за основними показниками та впровадження найбільш ефективного у виробництво. Вирішення поставлених завдань надасть гнучкість системі, підвищить ефективність транспортного обслуговування та конкурентоспроможності залізниці на всіх ланках транспортного процесу.

*Яцько С. І. (УкрДАЗТ)*

### **РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОГО МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ НА ОСНОВІ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Постановка задачі.** В нашій державі моторвагонний рухомий склад (МВРС) є масовим й одним з важливих технічних засобів залізничного транспорту по забезпеченню пасажирських перевезень. Враховуючи тенденцію з використання МВРС не лише в приміському, а і в міжрегіональному сполученні, в умовах конкуренції з іншими видами транспорту в області пасажирських перевезень й загостренні питання економічної ефективності пасажирських перевезень, питання визначення раціональних характеристик перспективного МВРС є актуальним і викликає великий науково – практичний інтерес.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є вирішення науково – прикладної проблеми – розвитку наукових основ визначення раціональних характеристик перспективного МВРС на основі енерго – та ресурсозбереження

**Основні результати досліджень.** Аналіз результатів досліджень, виконаних провідними вченими та організаціями підтвердив актуальність проблеми та показав, що в умовах загостренні питання економічної ефективності пасажирських перевезень залізничним транспортом, при всій значимості отриманих результатів, недостатньо уваги приділяється питанню розгляду МВРС як складової надсистеми, а при акцентуванні уваги на доцільність широкого застосування модульного принципу побудови систем рухомого складу - питанню узагальнення вимог до побудови модулів та розвитку їх як мехатронних систем, що, як відомо, сприяє зменшенню маси та розмірів системи, підвищує її надійність та дає ряд інших переваг. Згідно із зробленим аналізом, в першому розділі сформульовані мета і задачі дисертації.

В другому розділі розроблена концепція, що узагальнює визначення науково - обґрунтованих характеристик і розвиває принципи побудови електричного МВРС з урахуванням вимог споживача, умов експлуатації, світового технічного рівня, зниження ресурсо– та енерговитрат.

Розробці методології вибору раціональної стратегії визначення характеристик перспективного МВРС в умовах не повної визначеності на основі системного аналізу присвячений третій розділ. Для досягнення поставленої мети були вирішити такі задачі, як визначення: сукупності тільки тих властивостей МВРС, які мають інтерес для конкретного споживача; перелік критеріїв, за якими визначатимуться характеристики МВРС в умовах не повної визначеності; запропоновані способи прийняття рішень щодо якості транспортних послуг при пасажирських перевезеннях, та визначення характеристик МВРС.

Четвертий та п'ятий розділи присвячено розробці методів енерго – та ресурсозбереженню МВРС, способам їх реалізації, та методології прийняття рішень.

Обґрунтування додаткових вимог до модульного принципу побудови систем МВРС приведено в шостому розділі.

**Висновки.** В рамках вирішення науково-прикладної проблеми виконані дослідження присвячені вирішенню актуальної науково – практичної проблеми - визначення раціональних характеристик перспективного моторвагонного рухомого складу на основі енерго- та ресурсозбереження.

*Лекаш А. А. (ХУВС)*

### **ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖ-НЫМ ТРАНСПОРТОМ В ИНТЕРЕСАХ МИНИСТЕР-СТВА ОБОРОНЫ УКРАИНЫ**

В докладе рассматриваются особенности перевозок железнодорожным транспортом личного состава и материально-технических средств в интересах Министерства обороны Украины в современных условиях. Определены основные требования, предъявляемые к ним. В этой связи напоминает про организацию ведомственных перевозок железнодорожным транспортом, которая включает комплекс оперативных, технических и тыловых мероприятий. Для осуществления планирования перевозок органам военного управления и органам военных сообщений необходимо определить: массу и длину состава с эшеленом; заданные темпы перевозок;

время нахождения эшелонов под погрузкой и выгрузкой; среднесуточную скорость эшелонов; нормы погрузки железнодорожного подвижного состава; потребность в железнодорожных направлениях; продолжительность перевозки.

Подчеркивается про особое значение перевозок железнодорожным транспортом в условиях локального конфликта, а также при ликвидации чрезвычайных ситуациях. Под воздействием кризисных факторов высока вероятность нарушения безопасности функционирования железной дороги, повреждения важных транспортных узлов, автомобильных и железнодорожных мостов, разрушения сети путей сообщения на изолированные участки, прекращения движения составов и в связи с этим нарушение сроков доставки личного состава и материально-технических средств. Поэтому данные перевозки должны осуществляться с минимальной задержкой на начальных, промежуточных и конечных пунктах передвижения, а также с максимальной скоростью.

Определены проблемы, которые увеличивают продолжительность перевозки и замедляют продвижение грузопотоков (не выдерживание временных параметров при погрузках и выгрузках, задержки на железнодорожных станциях в процессе осмотра эшелонов). Следовательно не обеспечивается своевременная доставка личного состава и материально-технических средств.

Для решения данных проблем предлагается усовершенствование информационной технологии обеспечения контроля за грузом и целостностью железнодорожных вагонов во время движения в системе логистики Министерства обороны Украины на основе средств видеоконтроля, которая должна сократить время на перевозку, повысить эффективность управления основными транспортными потоками, а также качество и безопасность перевозок.

*Гриб Р. М., Подорожняк А. О. (НТУ "ХПИ")*

### **МОРФОЛОГІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В ОБРОБЦІ ЗОБРАЖЕНЬ**

Задачі обробки зображень представляють собою дуже великий інтерес для багатьох галузей науки і техніки. Одним із провідних завдань обробки є формування та визначення меж (границь) певних очікуваних зон у візуальних даних. В процесі визначення меж суттєвим є наявність завад та переключень вихідних даних в залежності від методів їх формування та способів передачі по каналах зв'язку. Одним із напрямків формування та визначення меж, а також боротьби із деякими завадами є застосування методів та принципів математичної морфології.

За своїми механізмами взаємодії теорія множин дає значущий апарат для реалізації попередньої обробки, а саме виділення контурів, згладжування можливих нерівностей форм об'єкта, замикання контурів. Методика дозволяє більш інтуїтивно отримувати формалізацію поставленої задачі у наборі наглядних операцій, а також коригувати результати за рахунок модифікації центру формуючого примітиву. По найпростіших варіантах у бінарному зображенні отримуються підмножини простору із розмірністю 2. Саме на цьому базується універсальність морфологічного підходу, оскільки базовий набір операцій залишається комбінаторним набором основних операндів при незкінченній величині складності кінцевої необхідної операції. При цьому перехід на напівтонові або кольорові зображення додає лише вимірності множині, а отримані наочні операції повинні працювати при ускладненні задачі лише на збільшеній розмірності простору. Основа найпростішої формуючої операції базується на булевій алгебрі, що максимально ефективно для сучасної обчислювальної техніки.

Для аналізу механізму результатів, отриманих на базі морфологічних операцій, було реалізовано програмну інтерпретацію основних операцій: дилатації та ерозії для бінарних зображень. Як вхідні набори даних використовуються бінарні BMP-зображення та маски, які оператор має змогу формувати в залежності від поставленої задачі. Цикл обробки у найпростішому випадку реалізовується на базі вихідного зображення, маски та означеного центру маски. Більш складна обробка можлива у програмі за допомогою підбору певного послідовного набору операцій із різними масками. Це дозволяє на практиці отримувати фільтрування зашумленого зображення набором операцій ерозії та дилатації із вибраним примітивом, центр маски котрого більший за розмір елемента зашумлення. При цьому контури на зображенні для обробки зберігаються сталими і можуть бути використані як вхідні дані для модулів розпізнавання. Програмна система надає можливість вибору маски довільного розміру, а також її центру. Можливість візуального контролю результатів роботи, а також збереження результату обробки у стандартній BMP-файл є безперечними плюсами в роботі програми, що додає гнучкості у подальших наукових дослідженнях.

Дослідження програмної реалізації методів дилатації та ерозії показало ефективність їх застосування для фільтрування імпульсних шумів різної природи та визначення певних меж у бінарних зображеннях. Метою подальших досліджень є розширення класу оброблюваних тонових та кольорових зображень.

Кошевой Н. Д. (НАКУ «ХАИ»),  
Рожнова Т. Г. (ХНУРЭ)

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБАХ

Измерение барометрических величин является одной из ключевых задач при разработке и проектировании аэродинамических объектов и систем летательных аппаратов. Сложность таких объектов требует комплексного измерения барометрических параметров в реальном масштабе времени. Такая задача может быть решена только с применением информационно-измерительной системы, построенной на основе современных информационных технологий.

При испытаниях моделей современных самолетов в аэродинамической трубе возникает задача измерения давления в различных характерных точках при продувке модели. Очень важно знать распределение этих давлений по поверхности модели самолета. Поэтому необходимо решить задачу разработки современной барометрической информационно-измерительной системы для проведения испытаний в аэродинамических трубах. Важными задачами при разработке информационно-измерительных систем для измерения давления на поверхности модели в аэродинамической трубе являются: повышение точности измерения, увеличение быстродействия датчиков, увеличение количества точек, в которых производится измерение давления и автоматизация обработки результатов измерения.

Разработана барометрическая информационно-измерительная система, состоящая из блока датчиков Д, расположенных на объекте, пневмоизмерительной коммутирующей системы ПИКС, блока мультиплексирования и аналого-цифрового преобразования АЦП, персонального компьютера ПК и дисплея и буферного усилителя БУ. Обобщенная структурная схема такой системы представлена на рис. 1.

Данная система позволяет снимать барометрическое давление путем механического коммутирования к датчикам и одновременного его измерения в этих точках.

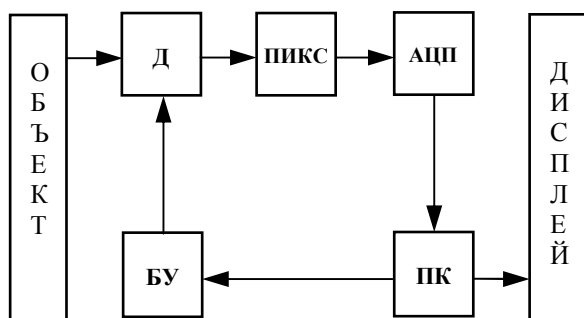


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема системы

Экспериментальное исследование многоканальной БИИС подтвердило её работоспособность и возможность передавать с высокой точностью на расстояние до 20 м давление, которое измеряется в шестидесяти точках аэродинамической трубы при продувке модели ЛА.

Применение в МБИИС вместо датчиков ДМИ-01 (или ДМИ-03) предложенных авторами аэрометрических датчиков с цифровым выходом дает возможность вывести из состава системы АЦП (рис. 2) и уменьшить погрешность измерения в 3,2 раза, так как погрешность датчиков ДМИ составляет 3%, а предложенных датчиков 0,9%.

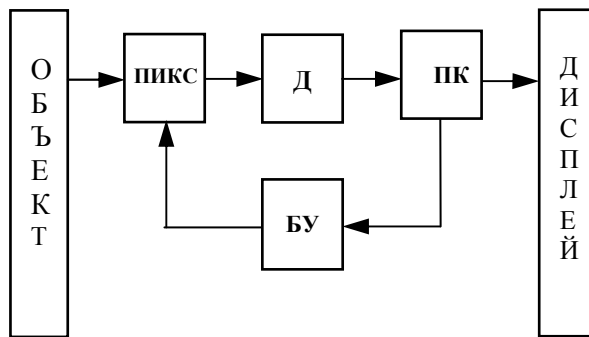


Рис. 2. Обобщенная структурная схема системы без АЦП

### Литература

1. Кошевой Н.Д. Автоматизация процессов испытания летной аппаратуры / Н.Д. Кошевой, А.Г. Михайлов, А.С. Кулик, Т.Г. Рожнова // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2004.– № 2. – С. 115–118.
2. Кошовий М.Д. Методи та засоби для вимірювання тиску в аеродинамічних об'єктах / М.Д. Кошовий., Т.Г. Рожнова //IV Междунар. науч.- практ. конф. «Качество технологий – качество науки» – Х.: УИПА, 2011. – С.52–53.

Плотникова З. В., Боцман В. И. (ХНАДУ)

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ С УЧЕТОМ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Существенное повышение роли инноваций в современных условиях предопределяет активизацию инновационной деятельности предприятий на основе осуществления перспективных научно-исследовательских разработок и реализации инновационных программ. Ситуация, сложившаяся в

мировой экономике, свидетельствует о том, что инновационная составляющая развития предприятий является основным источником экономического роста и способствует повышению уровня конкурентоспособности организации.

Соответственно, к классу актуальных задач относится проведение обоснованной оценки эффективности инновационного проекта, обуславливающей выбор нововведения, который предопределяет весь ход последующей инновационной деятельности предприятия.

По мнению ряда исследователей в части методов экономического анализа различия между инновационной деятельностью и долгосрочными инвестициями отсутствуют, особенности инноваций проявляются лишь при формировании исходных показателей доходов и расходов, денежных потоков, а также информационной базы. Это дает основания применять к оценке нововведений методы, разработанные для оценки долгосрочных инвестиций без их существенной адаптации. Другие ученые предлагают собственные системы показателей оценки инноваций, опираясь в своих выводах на необходимость учета особенностей процесса нововведений.

В украинской практике для анализа и оценки инноваций применяется «Методика определения экономической эффективности расходов на научные исследования и разработки и их внедрение в производство». Данной методикой установлены основные показатели эффективности инновационного проекта: научно-технический эффект, экономический эффект, социальный эффект, маркетинговый эффект.

Однако реализация инновационного проекта в сфере исследований и разработок сопряжена с рядом специфических сложностей: 1) более широкий круг участников; 2) многокритериальность оценки эффективности; 3) затруднительность использования только количественных критериев эффективности.

Соответственно, «Методика...» не полностью раскрывают суть экономической эффективности инвестиций в инновационную деятельность.

Анализ современной литературы показал, что вопросу оценки эффективности инновационных проектов посвящено большое количество трудов, причем, в целом, их можно разделить на две группы:

- оценка эффективности инноваций, характеризующаяся системой показателей, отражающих конечные результаты реализации инноваций;
- оценка эффективности инноваций в зависимости от жизненного цикла инновационного проекта.

Второй подход строится на распределении инвестиций в инновационном проекте по этапам его внедрения. Инвестиции по мере реализации инновационного проекта превращаются в денежные

доходы, т.е. конечный финансовый результат, а значит можно оценить его эффективность на основании показателей первого подхода.

По мнению авторов, второй подход является более корректным методом оценки экономической эффективности инноваций, однако он требует уточнения ряда пунктов и доработки.

Во-первых, существующие различия между типами проектов и многообразие условий их реализации, оценки эффективности проектов должны производиться в определенном смысле единообразно.

Во-вторых, практически все отрасли промышленности являются потенциальными загрязнителями окружающей среды, поэтому при разработке инновационного проекта необходимо учитывать затраты на экологическую экспертизу.

Учет всех вышеизложенных пунктов, позволит более точно проводить оценку эффективности инновационных проектов.

Авторами предлагается базовый вариант оценки эффективности инноваций с учетом её жизненного цикла.

Выбор метода оценки инновационного проекта с учетом этапа жизненного цикла инновационного проекта повышает эффективность и обоснованность принимаемых управленческих решений и способствует успешной реализации политики инновационного развития промышленного предприятия. При этом выбор метода оценки эффективности нововведения определяется конкретными целями и задачами на каждом этапе реализуемого инновационного проекта.

*Горбушко И. А, Приходько Ю. С.,  
Чуян Т. А. (УкрГАЗТ)*

## **АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ В БАЗАХ ДАННЫХ**

В настоящее время при разработке информационных систем широко используются системы управления базами данных (СУБД) на основе реляционной модели данных. Одной из составных частей этой модели являются методы оптимизации запросов, позволяющие анализировать множества альтернативных планов выполнения запросов и выбирать оптимальные планы их реализации.

Разработка эффективного оптимизатора запросов в составе СУБД остаётся одной из наиболее важных задач. Её решение позволит существенно уменьшить время выполнения запросов в системах разных классов. Например, при принятии решений в системах организационного управления выполняются SQL-запросы, соединяющие несколько десятков таблиц. При этом существующие оптимизаторы в основном

используют эвристические методы, что может приводить к выбору неоптимального плана выполнения запросов. Часто запросы выполняются часами. Другой класс систем - системы оперативной обработки информации - характеризуются большим числом клиентов и наличием дорогостоящей техники, обрабатывающей большой поток запросов. Уменьшение времени выполнения запросов для таких систем позволяет увеличить нагрузочную способность и сократить число единиц дорогостоящей техники. Рассматриваются возможности повышения эффективности планирования обработки запросов на основе сведения данного класса задач к определению кратчайших гамильтоновых путей и минимального покрытия. Предлагаются эффективные ранговые алгоритмы решения данных задач, позволяющие снизить временную сложность их решения и уменьшить погрешность решения.

---

*Загарий Г. И., Коновалов В. С., Панченко С.В.,  
Сытник Б. Т. (УкрГАЗТ)*

---

### **ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Подвижные объекты железнодорожного транспорта характеризуются нестационарностью параметров. Они функционируют в условиях воздействия случайных возмущений и помех.

Для построения эффективных контуров адаптивного управления такими объектами предложены процедуры настройки контроллеров, основанные на:

- выделении уровней спектральных плотностей полезного сигнала и помех;
- использовании критериев гарантированной степени устойчивости и интеграла модуля куба отклонения регулируемых величин от желаемых значений;
- вычислении параметров настройки в зависимости от отношения уровней сигнала и помехи;
- организации режима динамической адаптации в каждый дискретный момент времени, в котором контур управления рассматривается как линейный.

Разработаны компьютерные модели, подтверждающие теоретические положения.

**Секція 2**  
*Система технічної діагностики*

Романкевич А.М., Фесенюк А.П., Мораведж Сейед Милад (НТУУ «КПІ»)

### ОБ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Многопроцессорные системы находят все более широкое применение, в частности, как системы управления объектами критического применения. К таким системам управления устанавливаются высокие требования к надежности и технической безопасности, так как их отказы могут привести к значительным экономическим убыткам или даже к человеческим потерям.

Современные многопроцессорные системы управления могут содержать сотни разнотипных процессоров, могут быть оснащены встроенными средствами выявления неисправностей и устранения их последствий, могут иметь многоуровневую иерархическую структуру и т.д. Анализ технической безопасности таких систем управления представляется актуальной и весьма сложной научной задачей.

Отметим, что безопасность – составное понятие. В данном докладе мы будем рассматривать лишь один из аспектов этого понятия, а именно – техническую (функциональную) безопасность. Более конкретно, оценивается вероятность попадания системы в опасное состояние. Двоичный вектор  $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , компонентами которого являются состояния процессоров, будем называть вектором состояния системы. Множество всех возможных состояний системы обозначим  $B(n)$ .

Среди множества функций, которые выполняет система управления, есть такие, невыполнение хоть одной из которых приводит к опасному состоянию комплекса «объект управления – система управления». Такое состояние многопроцессорной системы управления при этом будем называть опасным. Множество опасных состояний системы обозначим  $D(n)$ .

Введем индикаторную функцию опасного состояния системы  $\varphi(\mathbf{X})$ :

$$\varphi(\mathbf{X}) = \begin{cases} 0, & \mathbf{X} \notin D(n), \\ 1, & \mathbf{X} \in D(n). \end{cases}$$

Вероятность  $P(D(n))$  попадания системы в опасное состояние можно определить следующим образом:

$$P(D(n)) = \sum_{\mathbf{X} \in B(n)} \varphi(\mathbf{X}) P(\mathbf{X}), \quad (1)$$

Очевидно, что при достаточно больших значениях  $n$  выполнить вычисления в выражении (1) за обозримое время практически невозможно. Поэтому для оценки величины вероятности появления опасного состояния системы можно прибегнуть к статистическим испытаниям, которые могут быть выполнены следующим образом.

Специализированный генератор формирует случайные или псевдослучайные испытательные воздействия, которые подаются на специальную модель исследуемого объекта. По результатам работы модели накапливаются статистические данные и строятся статистические оценки исследуемых величин. В качестве модели может быть использована известная графо-логическая модель поведения системы в потоке отказов с некоторой модификацией. В докладе получены формулы для оценки требуемой вероятности.

Гроль В.В., Морозов К.В.,  
Романкевич В.А. (НТУУ «КПІ»)

### УПРОЩЕННАЯ 3-ОТКАЗОУСТОЙЧИВАЯ GL-МОДЕЛЬ ДЛЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

При проектировании отказоустойчивых многопроцессорных систем (ОМС) управления различными объектами, в частности, объектами критического применения возникает задача обеспечения значений показателей их надежности на заданном уровне. При этом необходимо выполнять расчет этих показателей для разрабатываемой ОМС. Задача усложняется тем, что количество процессоров в сложных системах управления часто бывает достаточно большим. Кроме того, для большинства реальных систем расчет их показателей надежности классическими методами проблематичен вследствие их сложного поведения в потоке отказов.

Расчет показателей надежности ОМС с той или иной точностью может быть произведен путем проведения статистических экспериментов с моделями, описывающими поведение этой системы в потоке отказов. Графо-логические или GL-модели сочетают в себе преимущества графов и булевых функций, благодаря чему позволяют строить эффективные модели для любых ОМС.

Существуют различные алгоритмы построения моделей базовых систем, т.е. таких систем, которые остаются работоспособными до тех пор, пока вышли из строя не более, чем  $m$  из  $n$  их процессоров. Модели небазовых систем могут быть построены путем

модификации базовых моделей.

В докладе предложен новый тип GL-модели базовой 3-отказоустойчивой системы. Предложен алгоритм ее построения, основанный на последовательном сдвиге переменных. Проведено сравнение данной модели с другими моделями и исследованы ее свойства.

В докладе предложены: упрощенный алгоритм формирования реберных функций модели и алгоритм ускоренного расчета ее реберных функций. Основной недостаток данной модели – возможность построения моделей только для 3-отказоустойчивых систем.

---

*Потанова Е.Р., Шурига А.В.,  
Майданюк И.В.(НТУУ «КПИ»)*

---

### **ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ МОДИФИКАЦИИ РЕБЕРНЫХ ФУНКЦИЙ GL МОДЕЛИ**

В настоящее время системы управления сложными объектами находят широкое применение во всех сферах человеческой деятельности. При этом сложность таких систем постоянно возрастает вместе с ростом требований к ним, что обусловлено их применением для управления потенциально опасными объектами. Часто для обеспечения необходимого уровня надежности, а также в связи с большой сложностью самого процесса управления используются различные архитектурные решения отказоустойчивых многопроцессорных систем (ОМС).

Важной проблемой является оценка надежности ОМС, например, с целью проверки соответствия надежности систем техническим требованиям, для технико-экономического сравнения различных систем и т.д. Одним из универсальных и эффективных подходов к расчету показателей надежности отказоустойчивых многопроцессорных систем является использование GL-моделей и метода статистического моделирования.

GL-модель представляет собой неориентированный граф, ребрам которого приписаны булевы функции. Аргументами булевых функций выступают индикаторные переменные, которые отображают состояние (работоспособное или неработоспособное) соответствующих им элементов ОМС. Ребро удаляется из графа, если соответствующая ему реберная функция принимает нулевое значение. Связность графа отражает работоспособность ОМС в целом.

Важным вопросом является построение GL-моделей для различных систем. Здесь необходимо выделить два типа систем: базовые и небазовые, поскольку построение их моделей выполняется по-разному. Базовой называется система, которая устойчива к отказу  $m$  и менее элементов системы,

небазовой – система, которая не является базовой.

Построение GL-модели базовой системы обычно выполняется на основе двух значений: количества процессоров системы  $n$  и степени отказоустойчивости  $m$ . В это же время построение модели небазовой системы обычно выполняется преобразованием модели базовой системы путем блокирования множества векторов состояния системы с большей кратностью отказов. Одним из подходов к такому преобразованию является модификация реберных функций GL-модели.

Ограничимся рассмотрением преобразования GL-моделей систем со степенью отказоустойчивости  $m \geq 3$ . В этом случае модификация функций сводится к инверсии значений некоторых реберных функций на некоторых наборах индикаторных переменных, которые соответствуют блокируемому векторам. При этом существует несколько вариантов выбора функций для модификации, и возникает вопрос их оптимального выбора.

В докладе предлагается способ выбора функций, который позволяет учитывать один из следующих критериев оптимизации:

- - сложность функций модели после их оптимизации;
- - сложность самого процесса модификации функций;
- - количество модифицируемых функций.

Проводится анализ целесообразности выбора того или иного критерия оптимизации.

---

*Изотов А.С. (ХНУРЭ)*

---

### **АВТОМАТНЫЙ ПОДХОД К ТЕСТИРОВАНИЮ КОНФОРМНОСТИ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ**

Процесс проектирования, разработки и внедрения в практику новых сетевых протоколов, таких как протоколы стека TCP/IP6, например, является достаточно трудоемким и длительным. При этом возникает необходимость в решении задачи проверки вновь создаваемых протоколов на соответствие характеристикам, задекларированным в их спецификации. Также решается задача проверки протоколов на отказоустойчивость в непредусмотренных заранее условиях эксплуатации, на возможность их корректного взаимодействия с существующими протоколами. Все это приводит к необходимости формализации и упрощения этого процесса.

Одним из начальных этапов разработки протокола является создание его спецификации. При этом требуется удостовериться в правильности реакции системы на действие сетевого протокола. Сложность данного этапа состоит в необходимости проверки



протокола в условиях реально существующей и функционирующей сетевой структуры.

Целью настоящей работы является упрощение процесса создания новых сетевых протоколов, путем создания системы проверки протоколов на их соответствие задекларированной спецификации, то есть проверка конформности протоколов.

Предлагаемый в работе подход основан на использовании программной или аппаратной модели протокола, базирующейся на классической теории проектирования и синтеза конечных автоматов (Finite-State Machine - FSM), которая в общем случае описывает поведение тестируемой протокольной сущности. При этом проверка протокола на конформность может осуществляться на этапе проектирования протокола.

*Бабич А.В. (ХНУРЭ)*

### ПАКЕТ DNR ДЛЯ ПРОТОКОЛА RTCP

В целях сокращения уровня группового трафика RTCP предлагается модель обратной связи RTCP с вводом диагностического узла, в рамках которой вводится пакет отчета DNR.

Пакет DNR включает в себя заголовок DNR, служебные поля (в том числе и идентификаторы) и блоки отчетов SR и RR, каждый из которых отправлен диагностическому узлу одноадресным образом. В данном случае было принято решение отказаться от использования составного пакета RTCP, рекомендуемого стандартом, так как в дальнейшем планируется применение методов статистической обработки данных, отправленных в RTCP-отчетах и рассылка в пакетах DNR результатов этой обработки, а не совокупности «сырых» пакетов RTCP, как показано сейчас. Применение методов статистической обработки позволит реализовать улучшенные функции диагностики и мониторинга в рамках сессии ВКС, а также сократить объем пересылаемых данных обратной связи как за счет удаления избыточных служебных заголовков IP и UDP, так и за счет более компактного представления информации в блоках отчетов.

Пакеты RTCP типов SDES, BYE и APP в предлагаемой модели обратной связи не рассматриваются и в пакет DNR не включаются. Это связано с тем, что данные пакеты характеризуются небольшим размером, невысокой частотой передачи и некритичны для решения задачи статистической обработки данных с целью дифференцирования интервала посылки отчетов. Поэтому, отчеты RTCP перечисленных выше типов, их формат и поведение, в предлагаемой модели остаются без изменений и соответствуют стандартному описанию.

*ДУБИНСКАЯ Н.Г., ДУДАР З.В. (ХНУРЭ)*

### ИМПЛИКАТИВНЫЙ БАЗИС В МЕМРИСТОРНЫХ КРОССБАРАХ

В последние годы одной из самых важных задач для схемотехники является продление закона Мура, так как современная микропроцессорная техника быстро приближается к своим технологическим пределам. Создание на уровне нанотехнологий компанией Hewlett Packard (HP) четвертого элемента схемотехники – мемристора, может стать необходимой базой для реализации новых схемных решений [1]. Мемристор можно определить как пассивный элемент электрической цепи, сопротивление которого зависит от величины прошедшего через него тока. После отключения напряжения мемристор не изменяет свое состояние, т.е. "запоминает" последнее значение сопротивления. Подобная характеристика мемристора позволяет использовать его в качестве биполярного переключателя - при подаче напряжения противоположной полярности мемристор замыкает или размыкает проходящую через него цепь. С точки зрения цифровой электроники можно сказать, что мемристор переходит из состояния "0" в состояние "1" и наоборот. Причем это состояние мемристор может хранить практически неограниченно долго и для этого ему не требуется источник напряжения [2].

Кроссбар на мемристорах представляет собой набор параллельных нанопроволок шириной около 50 нм, которые пересекаются другим набором нанопроволок. Между ними находятся прокладки из материала, который под действием приложенного напряжения может изменять свою проводимость. Регулярная структура из пересекающихся нанопроволок делает их изготовление достаточно простым, особенно в сравнении со сложной структурой современных процессоров на основе КМОП-технологий. На основе кроссбаров можно построить полноценный процессор для компьютерной техники. При этом каждый мемристор может использоваться как логический вентиль и как ячейка оперативной памяти. Динамическая пере-настройка мемристоров между памятью и логическими операциями составляет новую компьютерную парадигму "позволяя выполнять вычисления в том же чипе, где хранятся данные, а не в специализированном процессорном устройстве".

Кроссбары обеспечивают высокую плотность размещения логических вентилях и ячеек памяти. Компания HP объявила о том, что она разработала архитектуру, позволяющую использовать много слоев кроссбаров. За счет этого можно значительно увеличить плотность памяти, а также отношение производительность/энергопотребление. Чипы с такой архитектурой получили название "нанохранилища".

(nanostores) и они должны стать основой будущих компьютеров. На основе единой архитектуры и единых элементов можно реализовать память, логику и межсоединения.

По мнению исследователей компании HP в кроссбарах на мемристорах наиболее эффективно используется логика, основанная на операции импликации, а на ее основе - и другие логические операции. Импликация совместно с операцией FALSE (ЛОЖЬ) образует функционально полный логический базис для выполнения двоичных операций в процессорах [3]. До настоящего времени данный базис практически не использовался в вычислительной технике.

Существующие базисы состоят из одной, двух и трех операций. Полный набор таких базисов представлен ниже:

- Одна операция базиса -  $\{\downarrow\}, \{/ \}$ ;
- Две операции базиса -  $\{0, \rightarrow\}; \{HE, \leftarrow\}; \{HE, \rightarrow\}; \{I, HE\}; \{ИЛИ, HE\}; \{\leftarrow, \square\}; \{\leftarrow, \rightarrow\}; \{\leftarrow, 1\}; \{\oplus, \rightarrow\};$
- Три операции базиса -

- $\{0, I, \square\}; \{0, ИЛИ, \square\}; \{\oplus, I, \square\}; \{\oplus, ИЛИ, \square\}; \{\oplus, ИЛИ, 1\}; \{\oplus, I, 1\};$

Базис “логический 0, импликация”  $\{0, \rightarrow\}$ ; представляет функционально полный логический базис двух операций и с использованием его можно выразить все возможные логические функции. Исторически операция импликации была введена для полноты системы логических функций двух переменных и в практических задачах не использовалась.

Импликация двух высказываний  $p$  и  $q$  соответствует союзу «ЕСЛИ...ТО», обозначается символом  $\rightarrow$  или “IMP”. Запись  $p \rightarrow q$  ( $p$ IMP  $q$ ) читается как «из  $p$  следует  $q$ ». Могут быть другие интерпретации операции импликации:

Если  $p$  то  $q$ ;  $q$  если  $p$ ;  $q$  необходимо для  $p$ ;  $p$  достаточно для  $q$ ;

$p$  только тогда, когда  $q$ ;  $q$  тогда, когда  $p$ ; все  $p$  есть  $q$

В таблице представлены 16 функций двух переменных в базисе  $\{0, \rightarrow\}$ ;

Операция	Таблица истинности				Эквивалентная операция
$p$	1	1	0	0	$= p$
$q$	1	0	1	0	$= q$
$p$ AND $q$	0	0	0	0	$= (p$ IMP $(q$ IMP $0))$ IMP $0$
$p$ NAND $q$	0	1	1	1	$= p$ IMP $(q$ IMP $0)$
$p$ XOR $q$	0	1	1	0	$= (p$ IMP $q)$ IMP $((q$ IMP $p)$ IMP $0)$
NOT $q$	0	1	0	1	$= q$ IMP $0$
$p$ NIMP $q$	0	1	0	0	$= (p$ IMP $q)$ IMP $0$
NOT $p$	0	0	1	1	$= p$ IMP $0$
$q$ NIMP $p$	0	0	1	0	$= (q$ IMP $p)$ IMP $0$
$p$ NOR $q$	0	0	0	1	$= ((p$ IMP $0)$ IMP $q)$ IMP $0$
FALSE	0	0	0	0	$= 0$
TRUE	1	1	1	1	$= p$ IMP $p$
$p$ OR $q$	1	1	1	0	$= (p$ IMP $0)$ IMP $q$
$q$ IMP $p$	1	1	0	1	$= q$ IMP $p$
$p$	1	1	0	0	$= (p$ IMP $0)$ IMP $0$
$p$ IMP $q$	1	0	1	1	$= p$ IMP $q$
$q$	1	0	1	0	$= (q$ IMP $0)$ IMP $0$
$p$ EQUAL $q$	1	0	0	1	$= ((p$ IMP $q)$ IMP $((q$ IMP $p)$ IMP $0))$ IMP $0$

### Литература

1. *Strukov D.B., Snider G.S., Stewart D.R., Williams R.S.* The missing memristor found. – Nature letters, 2008, v.453, p.80–83.
2. *Kuekes P.J., Snider G.S., Williams R.S.* Crossbar nanocomputers. – Scientific American, 2005, v.293, p.72–78.
3. *Borghetti J., Snider G.S., Kuekes P.J.* ‘Memristive’ switches enable ‘stateful’ logic operations via material implication. – Nature letters, 2010, v.464, p.873–876.

Ізотов А.С., Немченко В.П. (ХНУРЭ)

## АВТОМАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ

### Анализ предметной области и постановка задачи

Характерной особенностью современного этапа развития информационных технологий является повсеместный переход к использованию сетевых технологий практически во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и использование сетевых "облачных вычислений" (clouding computing).

Как известно, базовым в сетевых взаимодействиях является использование сетевых протоколов. При этом количество и разнообразие протоколов впечатляет. Более того, сейчас мы наблюдаем этап перехода от использования стека протоколов TCP/IP четвертой версии к стеку TCP/IP version 6, а это неизбежно ведет, с одной стороны, к модификации существующих протоколов и созданию новых, с другой стороны, к необходимости проверки на совместимость новых реализаций протоколов с уже существующими.

Необходимость решения данной задачи привело к развитию такой области исследований как тестирование сетевых протоколов, как на их соответствие задекларированной спецификации, так и на их совместимость.

Отметим, что начальным этапом процесса тестирования является моделирование проверяемых объектов, в нашем случае - сетевых протоколов. Исследование показало необходимость использования наиболее приемлемых форм представления сетевых протоколов с целью их формального моделирования. В работе проведен анализ одного из решений задачи.

Модель конечного автомата (Finite-State

Machine - FSM) в общем случае описывает поведение протокольной сущности, и представляет собой множество следующих параметров:

$$S = \{A, X, Y, a_0, f, \psi\},$$

где:  $A$  – множество состояний автомата,  $X$  – входной алфавит автомата,  $Y$  – выходной алфавит автомата,  $f$  – функции переходов состояний автомата,  $\psi$  – функции выходов автомата.

### 2 Модели ошибок сетевых протоколов на базе FSM – автомата

Следует отметить, что протокол может быть представлен либо в виде графа потока управляющих команд контроллера или в виде графа потока данных между входными параметрами и выходными переменными контекста [2]. В качестве рабочей диагностической модели для сетевых протоколов будем рассматривать модель Мили, на основе которой

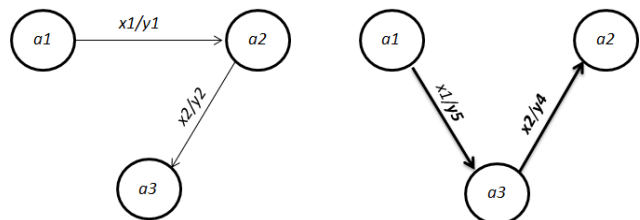
проведем классификацию ошибок. Выделим следующие классы ошибок.

- Ошибка на выходе автомата имеет место в случае, когда полученный выходной сигнал не совпадает с ожидаемым. При этом переход автомата из одного состояния в другое является правильным.

- Ошибка перехода имеет место в случае, когда автомат под воздействием правильного (заданного) входного слова переходит в некоторое не предусмотренное алгоритмом состояние.

- Наконец, под ошибкой состояния мы будем понимать случай, когда множество состояний автомата  $A = \{a_0, a_1, \dots, a_n\}$  не совпадает с множеством, заданным спецификацией.

Отметим, что на практике в большинстве случаев в автоматах могут иметь место различные сочетания ошибок, как это показано на рисунке. Здесь: вместо запланированных переходов появились два новых. Из состояния  $a1$  под воздействием входного слова  $x1$  автомат перешел в состояние  $a3$  вместо состояния  $a2$ . При этом было выработано выходное слово  $y5$ , а затем из состояния  $a3$  под воздействием входного слова  $x2$  автомат перешел в состояние  $a2$  и выработал при этом незапланированное выходное слово  $y4$ . Поскольку состояние  $a2$  является одним из устойчивых состояний автомата, то дальнейшее функционирование автомата может пойти по ложному пути.



без ошибки с комбинированной ошибкой  
Поведение автомата без ошибки и с комбинированной ошибкой

### 3 Использование FSM-моделей при тестировании протоколов

Практические вопросы, возникающие в процессе разработки нового семейства протоколов IPv6 это - генерация тестов проверки соответствия спецификации протоколов, а также генерация тестов проверки взаимодействия вновь создаваемых протоколов с уже существующими. Данная проблема в общем случае может решаться путем: использования общих входных параметров; путем использования общих баз данных; путем выработки выходных значений в заданном формате; путем реализации «единой политики», принятой в стеке IPv6 для всех протоколов. При этом следует учитывать такие особенности нового

поколения протоколов как мобильность, безопасность и multicast [3].

Обобщенная процедура тестирования сетевых протоколов состоит из следующих этапов: построение модели протокола на основе заданной спецификации; выбор и использование специализированного языка описания модели; генерация тестовой последовательности; верификация тестов; тестирование протокола.

Подчеркнем, что обычно исходной информацией при построении тестов является спецификация, называемая RFC (Request for Comments). При этом спецификация задается в описательном не формализованном виде. Поэтому требуется переход на этап представления RFC в виде некоторой формальной модели.

В качестве примера был рассмотрен базовый протокол TCP. На основе RFC мы строим граф протокола в виде FSM, затем проводим формальный синтез автомата: строится обратная таблица переходов, из которой получаем аналитическую форму представления протокола TCP, состоящую из двух систем уравнений (функции переходов и выходов автомата). Полученные системы булевых уравнений минимизируются и оптимизируются с использованием законов булевой алгебры. В результате на основе аналитической формы представления протокола мы строим эталонный автомат, реализующий заданный RFC протокола TCP.

### Заключение

Построение эталонного автомата, реализующего некоторый протокол, позволяет разработчику еще на этапе проектирования новых сетевых протоколов осуществлять их проверку на соответствие задекларированной спецификации, что значительно упрощает и удешевляет сам процесс проектирования. Кроме того, мы имеем возможность проанализировать поведение протокола на практике при внесении в его работу некоторых возмущающих воздействий (ошибок) путем анализа получаемых выходных реакций автомата. Т.е. имеется возможность сформировать так называемую таблицу «неисправностей» протокола.

### Литература

1. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов. Л.: Энергия, 1979. –232 с.
2. Немченко В.П., Изотов А.С. Автоматный подход к тестированию сетевых протоколов. Вестник Херсонского нац. технич. университета, № 2(38). – Херсон, 2010. - с. 272–275.
3. Schaff A., Nemchenko V. - Test of the new generation internet protocols IPv6. // Radioelectronika i informatika. - Kharkiv, Ukraine. 2001. No.1, P. 87-89.

Королева Я.Ю., Левченко Є.О., (НТУ «ХПИ»),  
Коновалов В.С. (УкрГАЗТ)

## СИНТЕЗ ДВУМЕРНЫХ СЕТЕЙ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Предложен методологический подход к решению задачи тестового диагностирования ДСКА, основанный на использовании автоматных моделей КА теории экспериментов с автоматами и разработка метода модификации автоматной диаграммы КА, обеспечивающей С-тестируемость ДСКА для класса неисправностей  $F_1$ .

Запропоновано методологічний підхід до вирішення завдання тестового діагностування ДМКА, заснований на використанні автоматних моделей КА теорії експериментів із автоматами та розробка методу модифікації автоматної діаграми КА, що забезпечує С-тестуваність ДМКА для класу несправностей  $F_1$ .

Proposed for the methodological approach to the solution diagnostics DSKA test based on the use of the theory of automata models of spacecraft experiments with machine guns and develop a method for modifying the automaton chart spacecraft, which provides C-testability for DSKA class of faults  $F_1$ .

Анализ существующих методов тестового диагностирования двумерных сетей клеточных автоматов (ДСКА) и их преобразование к тестопригодному виду показывает, что использование необходимых и достаточных условий построения С-тестируемых сетей в большинстве случаев ограничивается сложностью аппаратной реализации этих условий.

С целью упрощения процедур синтеза тестов и проверки исправности ДСКА предлагается проверяющий эксперимент в двунаправленных ДСКА выполнять в два этапа в соответствии с различными направлениями распространения сигналов: слева-направо, сверху-вниз и справа-налево, снизу-вверх (рис.1).

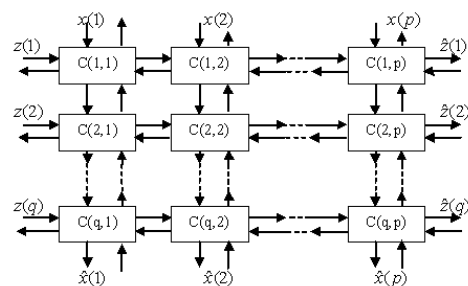


Рис.1. ДСКА

Из структуры ДСКА следует, что любая неисправность в соединениях между ячейками покрывается неисправностями входов и выходов ячеек из этого следует, что если исправны все ячейки, то исправна и ДСКА. Тестовое диагностирование ДСКА

заключається в приложенні множини тестових наборів к доступним входам сети и наблюдении реакции на доступных выходах сети. Для полной проверки исправности ячейки сети осуществляется идентификация таблицы переходов-выходов (ТПВ) исправной ячейки при ограничениях на классы одиночных  $F_1$  и кратных  $F_k$  неисправностей ячеек сети.

Условия, обеспечивающие транспортировку неисправности проверяемой ячейки сети на наблюдаемые выходы определяются следующей ниже теоремой.

*Теорема 1.* В произвольной ячейке ДСКА  $C(i,j)$  неисправность может быть обнаружена, если

а) существует входной символ  $x_n \in x$  такой, что  $\hat{z}(z_i, x_n) \neq \hat{z}(z_j, x_n), i \neq j, \hat{x}(z_k, x_n) = x_n, \forall z_i, z_j, z_k \in z,$

б) существует состояние  $z_v \in z$  такое, что  $\hat{z}(z_v, x_j) = z_v, \hat{x}(z_v, x_a) \neq \hat{x}(z_v, x_b), a \neq b, \forall x_a, x_b, x_j \in x.$

Так как, в большинстве реальных ДСКА эти условия не выполняются, было предложено модифицировать ТПВ ячейки сети добавлением строки  $z_n$  и столбца  $x_a$ , что обеспечивает ей свойство «прозрачности» в направлении  $z$  и  $x$  ДСКА, когда к ячейке приложены входные наборы  $z_n$  и  $x_k$ . Реализация предложенного метода преобразования ячейки ДСКА выполняется путем введения в схему ячейки мультиплексоров 1 из 2, управляемых входными символами  $z_n$  и  $x_a$ . Очевидно, что предложенное преобразование обеспечивает ДСКА свойством L-тестируемости в направлениях  $z$  и  $x$ .

В работе Cheng W.T. был предложен подход, который основан на разбиении ДСКА на одномерные строки, что упрощает достаточные условия тестируемости ДСКА. Каждая строка рассматривается как одномерная СКА, которая проверяется известными тестовыми процедурами при выполнении условий транспортировки реакций строки на наблюдаемые выходы ДСКА. При этом если, строка ДСКА является С-тестируемой, то наличие условий транспортировки реакций строки на наблюдаемые выходы ДСКА обеспечивает L-тестируемость в направлении  $x$  сети. Если несколько строк могут проверяться одновременно с некоторым циклом повторения проверяемых параллельно строк, то сеть в целом является С-тестируемой. Так как каскадное соединение исходного автомата с инверсным ему автоматом позволяет восстановить входную последовательность исходного автомата, то в ДСКА сеть представляется последовательным, соединением конечных автоматов, где функция выходов  $\hat{x}$  предыдущей строки является входным воздействием  $x$  последующей строки. Это все приводит к удвоению аппаратных затрат на реализацию С-тестируемой ДСКА. В связи с этим для сокращения аппаратных затрат предлагается

совместить реализацию С-тестируемых строк ДСКА в направлении  $z$  с L-тестируемостью столбцов ДСКА в направлении  $x$ . Предложенная модификация структура ячейки двумерной сети позволяет осуществить преобразование сети путем мультиплексирования выходов  $\hat{x}$  и  $\hat{z}$  каждой ячейки сети.

*Кривуля Г.Ф., Шкиль А.С.,  
Кучеренко Д.Е. (ХНУРЭ)*

### ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА В ЭРГАТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Эргатехническая система (ЭТС) – это сложная система управления, составными элементами которой являются технический объект, программно-аппаратные компьютерные средства и оперативный персонал для эксплуатации системы. Возникновение сложноорганизованных ЭТС связано со стремительным развитием компьютерных информационных технологий и необходимостью работы операторов с интерфейсами управления современными промышленными объектами критического применения, такими как объекты космической и авиационной техники, энергетические предприятия, системы управления технологическими процессами, сети интернет и т. д. ЭТС нашли своё применение на тех объектах, где для обеспечения их надежной работы требуется вмешательство оператора. Человек является основным звеном современных ЭТС и статистика аварийных ситуаций свидетельствует о том, что примерно 30% всех отказов непосредственно или косвенно связаны с ошибками оператора.

Надежность работы оператора определяется как необходимость успешного выполнения им поставленной задачи на определенном этапе функционирования системы в течение некоторого интервала времени при заданных требованиях к продолжительности выполнения работы.

Ошибка (отказ) оператора определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение запрещенного действия), которое может привести к нарушению нормального хода запланированных операций.

Примем следующие допущения для оценки надежности ЭТС с учетом всех компонентов системы и действий оператора: - как отказы техники, так и ошибки оператора являются редкими, случайными и независимыми событиями;

- появление более одного однотипного события за

время работы системы от  $t$  до  $t_0+t$  практически невозможно;

- способность оператора к компенсации ошибок и к безошибочной работе - это независимые свойства оператора.

Если рассматривать человека-оператора в качестве компоненты ЭТС, то свойство сохранять работоспособность оператора для соответствующей функциональной деятельности при условии обучения можно описать двойной экспоненциальной моделью:

$$P_3(t, \tau) = e^{-\lambda t_3} e^{-V\tau}$$

где  $t_3$  – необходимое для выполнения задачи время работы оператора в информационной системе,  $\lambda$  – интенсивность ошибок при выполнении работы,  $\tau$  – время обучения,  $V$  – интенсивность ошибок при обучении.

*Кулак Э.Н., Ларченко Л.В.,  
Хаханова И.В. (ХНУРЭ)*

### ЦИФРОВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

В настоящее время преобразование двух входных частот  $f_1$  и  $f_2$  в выходную частоту  $f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$  осуществляется в преобразователях посредством промежуточного преобразования входных частот в цифровой код.

Такие устройства находят широкое применение в векторных анализаторах с частотными входами и выходом, при частотном представлении модуля рассогласования двух процессов, при построении преобразователей форм представления информации с промежуточным время-импульсным преобразованием и др.

Целью разработки является упрощение технической реализации преобразователя.

В случае, когда  $f_1$  и  $f_2$  лежат в области низких и инфранизких частот, в известных преобразователях реализуют выражение

$$f = \frac{f_0}{f_0} \sqrt{\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}} = f_0 \frac{\sqrt{N_1^2 + N_2^2}}{N_1 N_2}, \quad (1)$$

Из выражения (1) следует, что выходная частота  $f$  функционального преобразователя может быть получена путем умножения эталонной  $f_0$  в дробное число раз, что и осуществляется в предложенном устройстве.

При этом числитель дроби может быть реализован предложенным преобразователем. А так как на

практике  $N_1^2 N_2^2 \gg N_1^2 + N_2^2$ , уже при  $N_1 = N_2 = 2$  имеет место  $f < f_0$ . Следовательно, числоимпульсная последовательность частоты  $f$  может быть сформирована из числоимпульсной последовательности частоты  $f_0$  путем выборки определенных ее импульсов. Так как числа  $N_1$  и  $N_2$  в выражении (1) целые, вычисление произведения  $N_1 N_2$  и квадратов  $N_{T_1}^2$  и  $N_{T_2}^2$  может быть выполнено в цифровом преобразователе без погрешности. Погрешность же вычисления корня квадратного может быть обеспечена не хуже  $|\delta_{\max}| = 0,5$ .

Предложен цифровой функциональный преобразователь двух входных частот в выходную частоту, равную корню квадратному из суммы их квадратов. Научная новизна состоит в разработке такого алгоритма преобразования, при котором обеспечивается существенное упрощение его технической реализации.

### Литература

1. Ларченко Л.В. Метод формирования приращений при функциональной обработке единичных кодов /Радиоэлектроника и информатика. 2001. № 3(16) – с.61 – 63. Изд – во Харьк. Нац. унив. радиоэл.
2. Ларченко Л.В., Хаханова А.В. Специализированный вычислитель для извлечения корня квадратного из суммы квадратов /Радиоэлектроника и информатика. 2010. №1 – с.00 – 00. Изд – во Харьк. Нац. унив. радиоэл.
3. Джексон Р. Г. Новейшие датчики. 2 – е изд., доп. Москва: Техносфера, 2008. – 400с.
4. Волков В.Г. Устройство для измерения модуля рассогласования двух процессов. Описание изобретения по авторскому свидетельству № 993277, G 06 G, 7/14, Бюллетень №4, 1983.

*Мова А.Ю. (ХНУРЭ)*

### МОДИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЕЙ RTP И RTCP В СИСТЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ NS2

В системе моделирования ns2 протоколы RTP и RTCP реализованы в качестве классов RTP Agent и RTCP Agent, соответственно. RTP Agent содержит все функции для отправки и получения пакетов данных, а RTCP Agent отвечает за передачу и прием отчетов обратной связи. Класс RTP Session содержит функции построения отчетов обратной связи и таблиц обслуживания участников сессии информацией от

RTCP агентів. Этот класс также определяет процедуры инициализации сессии, рассчитывает интервал отчета, связывает новую RTP сессию с узлами, управляет присоединением и отсоединением приемников от многоадресных групп рассылки, останавливает поток RTP данных и т.д.

Многие атрибуты, указанные в RFC 3550, либо не включены в соответствующие модули ns2, либо работают некорректно. К примеру, определены не все типы RTCP пакетов (поддерживаются только Sender Reports (SR), при этом их формат не является полным); не обрабатываются метрики QoS; поля заголовка пакета задаются с помощью неправильных переменных типов и размеров; имеет место ошибка в конфигурации многоадресной рассылки; модуль RTP Agent может генерировать только CBR (Constant Bit Rate) трафик и т.д.

Предлагается новый RTP/RTCP модуль для ns2 с более полной и точной реализацией данных протоколов, который имеет следующие усовершенствования: определение всех типов пакетов RTCP с их точным форматом; отображение, обработка и регистрация метрик сетевого уровня во время моделирования; возможность обработки любого типа трафика; поддержка нескольких групповых рассылок одним узлом.

*Загуменная Е.В. (ХНУСХ)*

### МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ АЛГЕБРАИЧЕСКОГО УМНОЖЕНИЯ В КЛАССЕ ВЫЧЕТОВ

Цель доклада – представить разработанный табличный метод реализации операции алгебраического умножения в классе вычетов (КВ).

Для рассмотрения табличного метода реализации операции алгебраического умножения в КВ, т.е. для положительного и отрицательного числовых диапазонов, представим входные числа  $A$  и  $B$  в следующем виде (искусственная форма представления чисел в КВ

$$A' = A + \frac{m}{2} \text{ и } B' = B + \frac{m}{2}, \text{ для } m - \text{ четных чисел};$$

$$A' = A + \frac{(m-1)}{2} \text{ и } B' = B + \frac{(m-1)}{2}, \text{ для } m - \text{ нечетных чисел.}$$

Если, например, модуль  $m$  четное число, тогда выполняются следующие соотношения

$$\begin{cases} -\frac{m}{2} \leq A(B) < \frac{m}{2}, \\ 0 \leq A'(B') < m-1, \\ -\frac{m}{2} \leq A \cdot B < \frac{m}{2}, \\ 0 \leq (A \cdot B)' < m-1. \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Очевидно, что } (A \cdot B)' = A \cdot B + \frac{m}{2}. \quad (2)$$

Тогда имеем

$$\begin{aligned} (A' \cdot B') \bmod m &= \left[ \left( A + \frac{m}{2} \right) \left( B + \frac{m}{2} \right) \right] \bmod m = \\ &= \left[ AB \bmod \frac{m}{2} + \frac{m}{2} \cdot \left( A + B + \frac{m}{2} \right) \right] \bmod m. \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{Из выражения (3) очевидно, что } A \cdot B = A' \cdot B' - \frac{m}{2} \cdot \left( A + B + \frac{m}{2} \right) \quad (4)$$

Подставим выражение (4) в формулу (2). Получим, что

$$(A \cdot B)' = A' \cdot B' - \frac{m}{2} \cdot \left( A + B + \frac{m}{2} \right) + \frac{m}{2} \quad (5)$$

В выражении (5) есть член, который имеет численное значение  $m/2$ . Он и обуславливает ошибку в вычислении значения  $A' \cdot B' \bmod m$ . Таким образом формулы для вычисления  $AB \bmod m$  имеют следующий вид для  $m$  четных чисел

$$\left[ (A \cdot B) \bmod \frac{m}{2} \right]' = (A' \cdot B') \bmod m + \frac{m}{2}, \quad (6)$$

или

$$\left[ (A \cdot B) \bmod \frac{m}{2} \right]' = (A' \cdot B') \bmod m. \quad (7)$$

Для  $m$  нечетного имеем

$$\left[ (A \cdot B) \bmod \frac{(m-1)}{2} \right]' = (A' \cdot B') \bmod m + \frac{(m-1)}{2}, \quad (8)$$

или

$$\left[ (A \cdot B) \bmod \frac{(m-1)}{2} \right]' = (A' \cdot B') \bmod m. \quad (9)$$

Учитывая выражения (2) ÷ (9), построим математическую модель (ММ) процесса модульного умножения для положительного и отрицательного (алгебраическое умножение) целочисленных числовых диапазонов.

$$\begin{aligned} a'_i &= a_i + m_i / 2, a'_i = a'_i + (m_i - 1) / 2; a'_i = [\gamma'_i, (a'_i)^*] \\ b'_i &= b_i + m_i / 2, b'_i = b'_i + (m_i - 1) / 2; b'_i = [\gamma'_i, (b'_i)^*] \end{aligned} \quad (10)$$

Для  $m_i$  - четного

$$\gamma'_{a_i}(\gamma'_{b_i}) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq a'_i(b'_i) \leq m_i / 2, \\ 1, & \text{если } m_i / 2 < a'_i(b'_i) \leq m_i - 1. \end{cases} \quad (11)$$

Для  $m_i$  - нечетного

$$\gamma'_{a_i}(\gamma'_{b_i}) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq a'_i(b'_i) \leq (m_i - 1) / 2, \\ 1, & \text{если } (m_i - 1) / 2 < a'_i(b'_i) \leq m_i - 1. \end{cases} \quad (12)$$

Числовая часть  $(a'_i)^* [(b'_i)^*]$  кода информационного сжатия данных (КИСД) определяется следующим образом. Для  $m_i$  - четного

$$(a'_i)^* [(b'_i)^*] = \begin{cases} a'_i(b'_i), & \text{если } 0 \leq a'_i(b'_i) \leq m_i / 2; \\ \overline{a'_i(b'_i)} = m_i - a'_i(b'_i), & \\ \text{если } m_i / 2 < a'_i(b'_i) \leq m_i - 1, \end{cases} \quad (13)$$

при этом  $0 \leq (a'_i)^* [(b'_i)^*] \leq m_i / 2$ .

Для  $m_i$  - нечетного числа

$$(a'_i)^* [(b'_i)^*] = \begin{cases} a'_i(b'_i), & \text{если } 0 \leq a'_i(b'_i) \leq (m_i - 1) / 2; \\ \overline{a'_i(b'_i)} = m_i - a'_i(b'_i), & \\ \text{если } (m_i - 1) / 2 < a'_i(b'_i) \leq m_i - 1, \end{cases} \quad (14)$$

при этом  $0 \leq (a'_i)^* [(b'_i)^*] \leq (m_i - 1) / 2$ .

Результат  $(a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i$  операции представляется в КИСД, т.е. в виде

$\{\gamma'_i, [(a'_i)^* (b'_i)^*] \bmod m_i\}$ , тогда

$$(a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i = \begin{cases} [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*] \bmod m_i, & \\ \text{если } (\gamma'_{a_i} + \gamma'_{b_i}) = 0 \pmod{2}; \\ m_i - [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*] \bmod m_i, & \\ \text{если } (\gamma'_{a_i} + \gamma'_{b_i}) = 1 \pmod{2}, \end{cases} \quad (15)$$

при этом  $0 \leq [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*] \bmod m_i \leq m_i - 1$ .

Формула для определения произведения двух чисел в КВ имеет следующий вид

$$(A \cdot B) \bmod M = (A' \cdot B') \bmod M = [(a'_1, a'_2, \dots, a'_i, \dots, a'_n) \cdot (b'_1, b'_2, \dots, b'_i, \dots, b'_n)] = [(a'_i \cdot b'_i) \bmod m_1, (a'_2 \cdot b'_2) \bmod m_2, \dots, (a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i, \dots, (a'_n \cdot b'_n) \bmod m_n]. \quad (16)$$

Так, как все модули  $\{m_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$  КВ, (за исключением возможно только одного основания), нечетные числа, то в дальнейшем, без потери общности рассуждений, будем считать что основание КВ нечетные числа. Формула (16) с учетом КИСД имеет следующий вид

$$(A' \cdot B') \bmod M = (\{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \cdot [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_1, \{[\gamma'_{a_2}, (a'_2)^*] \times [\gamma'_{b_2}, (b'_2)^*]\} \bmod m_2, \dots, \{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \times [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_i, \dots, [\gamma'_{a_n}, (a'_n)^*] \cdot [\gamma'_{b_n}, (b'_n)^*] \bmod m_n) = (\{\gamma'_1, [(a'_1)^* \cdot (b'_1)^*] \bmod m_1\}, \{\gamma'_2, [(a'_2)^* \cdot (b'_2)^*] \bmod m_2\}, \dots, \{\gamma'_i, [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*] \bmod m_i\}, \dots, \{\gamma'_n, [(a'_n)^* \cdot (b'_n)^*] \bmod m_n\}),$$

$$(a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i = \{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \cdot [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_i = \{\gamma'_i, [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*]\} \bmod m_i. \quad (18)$$

Исходя из (17) ÷ (18) где, а также учитывая, что (10) ÷ (16), для  $m$  - нечетного модуля получим следующие соотношение для реализации модульной операции алгебраического умножения в КВ

$$\begin{cases} \{(a_i \cdot b_i) \bmod [(m_i - 1) / 2]\}' = \{[(\gamma_{a_i}, a_i) \times (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [(m_i - 1) / 2]\}' = (a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i + (m_i - 1) / 2 = \{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \cdot [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_i + (m_i - 1) / 2 = \{\gamma'_i, [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*]\} \bmod m_i + (m_i - 1) / 2; \\ \{(a_i \cdot b_i) \bmod [(m_i - 1) / 2]\}' = \{[(\gamma_{a_i}, a_i) \times (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [(m_i - 1) / 2]\}' = (a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i = \{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \cdot [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_i = \{\gamma'_i, [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*]\} \bmod m_i. \end{cases} \quad (19) \text{ Для}$$

$m_i$  - четного числа получим

$$\begin{cases} (a_i \cdot b_i) \bmod [m_i / 2]\}' = \{[(\gamma_{a_i}, a_i) \times (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [m_i / 2]\}' = (a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i + m_i / 2 = \{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \times [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_i + m_i / 2 = \{\gamma'_i, (a'_i)^* \times (b'_i)^*\} \bmod m_i + m_i / 2; \\ (a_i \cdot b_i) \bmod [m_i / 2]\}' = \{[(\gamma_{a_i}, a_i) \cdot (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [m_i / 2]\}' = (a'_i \cdot b'_i) \bmod m_i = \{[\gamma'_{a_i}, (a'_i)^*] \cdot [\gamma'_{b_i}, (b'_i)^*]\} \bmod m_i = \{\gamma'_i, [(a'_i)^* \cdot (b'_i)^*]\} \bmod m_i. \end{cases} \quad (20)$$

На основании соотношений (19) ÷ (20) разработан табличный метод табличной реализации операций алгебраического умножения в КВ.

Таким образом, в статье предложен метод реализации операции алгебраического умножения в классе вычетов. Данный метод рекомендован к практическому применению при разработке табличных алгоритмов быстрой реализации криптографической информации.

## Литература

1. Е. Г. Качко, С. С. Батюшко. Параллельные вычисления в криптографических алгоритмах на основе эллиптических кривых // Прикладная радиоэлектроника. Научно-технический журнал.



Тематический выпуск, посвященный проблемам обеспечения безопасности информации. Том 9. 2010. № 3. С. 370-373.

2. А. В. Бессалов, А. В. Неласая. Изоморфизм дивизоров и пар точек гиперэллиптической кривой рода два // Прикладная радиоэлектроника. Научно-технический журнал. Тематический выпуск, посвященный проблемам обеспечения безопасности информации. Том 9. 2010. № 3. С. 418-420.
3. S. A. Koshman, V. I. Barsov, V. A. Krasnobayev, K. V. Yaskova, N. S. Derenko. Method of bit-by-bit tabular realization of arithmetic operations in the system of residual classes // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 5 (39). – С. 44–48.

Мороз С.А. (ХНУСХ)

### МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗИЦИОННОГО ПРИЗНАКА НЕПОЗИЦИОННОЙ КОДОВОЙ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ В КЛАССЕ ВЫЧЕТОВ

Основными недостатками всех существующих позиционных признаков непозиционного кода (ППНК) является, во-первых, техническая и временная сложность их формирования для заданной кодовой структуры  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n, a_{n+1})$  данных и, во-вторых, значительное время реализации, посредством существующих позиционных признаков, немодульных операций в классе вычетов (КВ), в частности, операции контроля данных.

Таким образом, важны исследования, посвященные разработке ППНК в КВ, с помощью которых оперативно реализуются немодульные операции. Отметим, что любая немодульная операция может быть реализована посредством совокупности (последовательности) определенных модульных и немодульных операций, реализующиеся посредством ППНК.

Цель доклада – разработка метода формирования ППНК в КВ.

Вначале рассмотрим основные требования к ППНК, на основе которого в дальнейшем предполагается разработка метода повышения оперативности контроля данных:

- посредством используемого (выбранного, разработанного, сформированного) ППНК необходимо достоверно определить правильность или неправильность числа  $A$  в КВ (определить факт нахождения или нет числа  $A$  в информационном числовом  $[0, M]$  интервале, где

$$M = \prod_{i=1}^n m_i);$$

- простота формирования ППНК для заданной кодовой  $A=(a_1, a_2, \dots, a_n, a_{n+1})$  структуры данных;
- простота использования сформированного признака для проведения контроля данных в КВ;
- признак должен иметь четкий и понятный физический смысл;
- аналитически признак должен описываться не сложным математическим соотношением;
- посредством использования ППНК возможно технически просто реализовать систему контроля (СК) данных в КВ;
- применение выбранного признака непозиционного кода должно обеспечить повышение контроля данных в КВ;
- использование ППНК должно по возможности исключать наиболее сложные позиционные операции из процедуры контроля, диагностики и коррекции ошибок в КВ.

В основе метода формирования ППНК непозиционной кодовой структуры  $A=(a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n, a_{n+1})$  в КВ с основаниями  $\{m_i\}$ ,

$i = 1, n + 1$ , лежит процедура так называемого однорядового кода (ОК). В общем виде ОК  $K_N^{(n_A)} = \{Z_{N-1}^{(A)} Z_{N-1}^{(A)} \dots Z_1^{(A)} Z_0^{(A)}\}$  представляет собой

последовательность двоичных  $Z_K^{(A)}$  ( $K = 0, N - 1$ ) разрядов, состоящую из единиц и только одного нуля, находящегося на  $n_A$ -м месте (считая справа, от разряда  $Z_0^{(A)}$ , налево, до разряда  $Z_{N-1}^{(A)}$ ).

Физически ППНК  $n_A$  определяет номер  $j$  числового  $[j \cdot m_i, (j+1) \cdot m_i]$  числового интервала нахождения числа  $A$ . Математически ППНК представляет собой натуральное  $n_A$  число, которое указывает на местоположение нулевого двоичного разряда в записи ОК  $K_N^{(n_A)} (Z_{n_A}^{(A)} = 0)$ .

Процедура формирования ОК  $K_N^{(n_A)}$  состоит в следующем. Для выбранного основания  $m_i$  КВ по значению остатка  $a_i$  числа  $A=(a_1, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n, a_{n+1})$  в блоке констант нулевизации (БКН) определяется константа вида  $KH_{m_i}^{(A)} = (a'_1, \dots, a'_{i-1}, a_i, a'_{i+1}, \dots, a'_{n+1})$ .

Далее, посредством выбранной константы нулевизации  $KH_{m_i}^{(A)}$ , число  $A$  смещаем на левый край интервала  $[j \cdot m_i, (j+1) \cdot m_i]$  путем реализации операции

$$A_{m_i} = A - KH_{m_i}^{(A)} = (a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_{n+1}) - (a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_{n+1}) = [a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, \dots, a_{i-1}^{(1)}, 0, a_{i+1}^{(1)}, \dots, a_{n+1}^{(1)}].$$

Очевидно, что число  $A_{m_i}$  кратно значению модуля  $m_i$  КВ.

Известно, что правильность числа  $A$  в КВ определяется попаданием или непопаданием его в числовой информационный  $[0, M)$  интервал. Если число  $A$  находится вне этого интервала ( $A \geq M$ ), то оно считается искаженным (неправильным). В этом случае ППНК  $n_A$  должен определить факт попадания или непопадания исходного числа  $A$  в интервал  $[0, M)$ . Чтобы определить факт нахождения числа в информационном  $[0, M)$  числовом интервале необходимо провести операцию вида

$$A_{m_i} - K_A \cdot m_i = Z_{K_A}^{(A)} \quad (1). \text{ Данная операция (1)}$$

проводится одновременно и параллельно во времени посредством совокупности из  $N$  констант

$$K_A \cdot m_i \left( K_A = \overline{0, N-1} \right), \text{ где } N = \prod_{\substack{K=1 \\ K \neq i}}^{n+1} m_K :$$

$$\begin{cases} A_{m_i} - 0 \cdot m_i = Z_0^{(A)}, \\ A_{m_i} - 1 \cdot m_i = Z_1^{(A)}, \\ A_{m_i} - 2 \cdot m_i = Z_2^{(A)}, \\ \dots \\ A_{m_i} - (N-2) \cdot m_i = Z_{N-2}^{(A)}, \\ A_{m_i} - (N-1) \cdot m_i = Z_{N-1}^{(A)}. \end{cases} \quad (2)$$

В этом случае ОК представится в виде  $K_N^{(n_A)} = \{Z_{N-1}^{(A)} Z_{N-2}^{(A)} \dots Z_1^{(A)} Z_0^{(A)}\} \quad (3).$

В совокупности (2) аналитических соотношений существует единственное значение  $n_A$  из (1) для которого  $Z_{K_A}^{(A)} = Z_{n_A}^{(A)} = 0 \quad (K_A = n_A),$  т.е.

$A_{m_i} - n_A \cdot m_i = 0.$  Остальные значения (2) равных  $Z_l^{(A)} = 1 \quad (A_{m_i} - l \cdot m_i \neq 0; \quad l \neq n_A).$  В общем случае

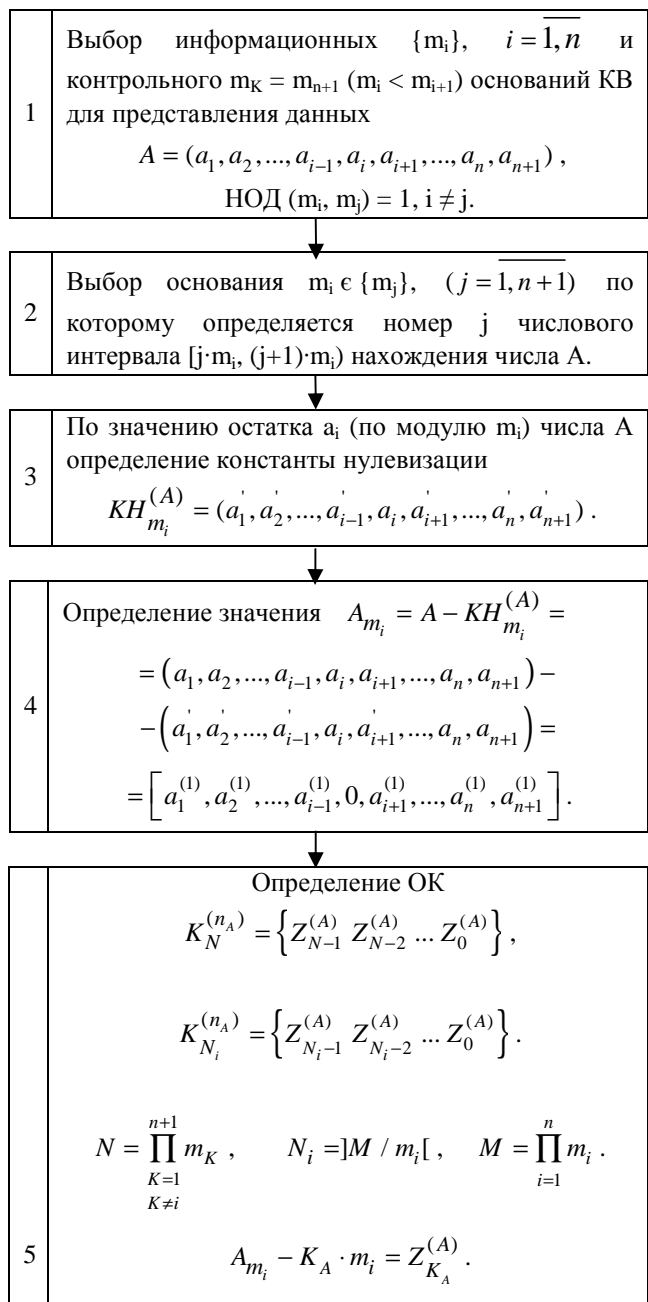
количество  $N$  двоичных разрядов в записи ОК  $K_N^{(n_A)}$  равно значению  $N = \prod_{\substack{K=1 \\ K \neq i}}^{n+1} m_K.$  Отметим, что для

определения только факта искажения числа ( $A \geq M$ )

нет необходимости иметь всю последовательность значений  $Z_{K_A}^{(A)}$  совокупности (3). Достаточно иметь

ОК  $K_{N_i}^{(n_A)}$  длиной всего  $N_i = ]M / m_i[$  двоичных разрядов (где значение  $]M / m_i[$  обозначает целую часть числа  $M / m_i,$  его не меньшую). Так как в этом случае значение величин числовых интервалов  $[j \cdot m_i, (j+1) \cdot m_i),$  расположенных вне информационного интервала  $[0, M),$  не имеют никакого значения для установления факта контроля правильности числа  $A.$

Метод формирования ППНК  $n_A$  в КВ представлен на рис. 1.



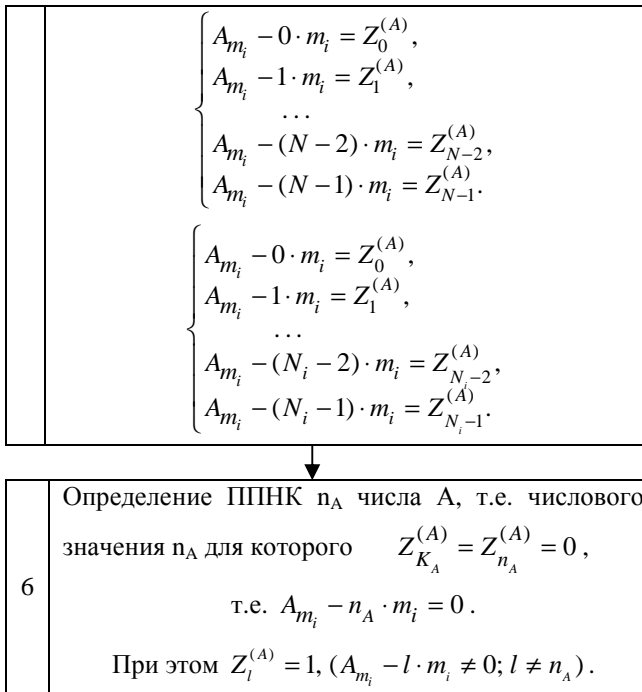


Рис. 1. Метод формирования ППНК в КВ

Таким образом, в докладе представлен разработанный метод формирования ППНК в КВ. Данный ППНК  $n_A$  может быть положен в основу создания метода оперативного контроля данных в КВ.

### Литература

1. *И. Я. Акушский, Д. И. Юдицкий.* Машинная арифметика в остаточных классах. – М.: Советское радио, 1968. – 440 с.
2. *S. A. Koshman, V. I. Barsov, V. A. Krasnobayev, K. V. Yaskova, N. S. Derenko.* Method of bit-by-bit tabular realization of arithmetic operations in the system of residual classes // *Радиоелектронні і комп'ютерні системи.* – 2009. – № 5 (39). – С. 44–48.
3. *Мороз С. А., Краснобаев В.А.* Исследование путей повышения эффективности использования информационно-телекоммуникационных систем на основе применения непозиционных кодовых структур класса вычетов // *Системы озброєння та військова техніка: Науковий журнал.* – Х.: ХУПС ім. Івана Кожедуба. – 20011. - № 1 (25). – С. 114–118.
4. *С. А. Мороз, В. А. Краснобаев.* Метод контроля информации в непозиционной системе счисления класса вычетов // *Системи управління, навігації та зв'язку.* – 2011. – Вип. 2 (18). – С. 134–138.
5. *Мороз С. А., Краснобаев В.А.* Метод контроля данных, представленных кодом непозиционной

системы счисления класса вычетов // *Радиоэлектроника и информатика.* 2011. Вып. № 1 (52). С. 47-51.

*Самсонкин В.Н. (ГНИИЖТ),  
Меркулов В.С. (УкрГАЗТ)*

### МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Рассматриваются подходы к решению задачи оптимизации процесса обеспечения станций погрузочными ресурсами.

Затронуты вопросы определения наиболее рационального уровня принятия решений, распределения полномочий и ответственности при выделении ресурсов в процессе разработки регулировочных заданий.

Построить аппарат управления как организационный механизм принятия решений означает необходимость, во-первых, определить в нем местонахождение и сферу ответственности центров принятия решений по всему кругу организационных проблем и, во-вторых, наладить организационное взаимодействие на всех этапах процесса разработки, принятия и реализации решений. Такой подход позволяет учесть единство формальных и неформальных аспектов организационных структур, а также отразить динамику организационных структур.

Отмечено, что при формализации постановки задачи календарного планирования существенными являются следующие два обстоятельства. С одной стороны, система существует для достижения каких-либо определенных целей, т. е. можно говорить об интересах системы в целом. С другой стороны, элементы системы зачастую преследуют собственные интересы, вообще говоря, не совпадающие с интересами системы в целом.

Делается вывод о целесообразности формализации задачи в терминах теории игр и решении ее с привлечением соответствующего математического аппарата.

*Miroshnik M., Miroshnik N.,  
Panchenko S.V. (УкрГАЗТ)*

### DESIGN OF A BUILT-IN DIAGNOSTIC INFRASTRUCTURE FOR FAULT-TOLERANT TELECOMMUNICATION SYSTEMS

В докладе проведен анализ современных технологий обработки данных в телекоммуникационных сетях. За последние

десятилетия появилось множество работ, посвященных данной тематике, что свидетельствует об активных разработках и использовании интеллектуальных автоматизированных систем, интегрирующих текстовую, речевую и графическую информацию. Именно на раскрытие современных технологических решений в сфере обеспечения информационной безопасности компьютеризированных систем направлена данная работа, актуальность которой не вызывает сомнений.

## 1. Introduction

Fault-tolerant telecommunication networks (TN), built from configurable processors, can offer performance in a wide range of applications. We focus our attention on a TN with distributed, deterministic packet routing, based on routing tables in each node. With a trend toward increasing levels of complex TN design, designers are faced with specifically reliability degradation over lifetimes of the TN. Failure mechanisms affect lifetimes and trigger the development of migration techniques for recovery from failures. A precursor for such techniques is detection of failure prior to recovery initiation. For failure detection different built-in test and diagnostic techniques can be utilized. In this paper we assume that all node and link failures in the TN are permanent and propose the integration of BDI-IP into reconfigurable fault-tolerant system designs to provide concurrent online test — test of the nodes without excluding from operation.

## II. BDI-IP Design

The most popular typical non-concurrent test techniques provide unacceptable solutions with prohibitive test costs: test power and test time. But with test costs the ideal solution entails an online integrity check of the system. The introduction of BDI-IP blocks in each TN node is an emerging trend that provides support infrastructure addressing enhanced faults detection, diagnosis and optimization solutions. If exact test information on executing applications is available, tests can be scheduled under power and performance constraints using existing optimization procedures [1].

For the online test of multiprocessor nodes, the following components in the TN are the main participants: BDI-IP, care network interfaces (CNI) and the test wrappers around the node under test with BDI-IP that controls online testing of node. The main BDI-IP components are: 1) BDI-IP engine, 2) memory with magazine feed, 3) input/output queues. The input/output queues handle incoming and outgoing requests and responses between CNI of the TN and BDI-IP engine.

To ensure minimal intrusion of online test to executing application, the BDI-IP uses system snapshot information. The quality of this information and utilization prediction affects intrusion of application execution will affect node test and application performance.

The BDI-IP must provide both highly varied concurrent online testing and outstanding application performance within the available resources.

In this paper a technique for design fault-tolerant BDI-IP control unit with using watchdog processors that helps to achieve low cost concurrent error detection of two important types of faults, software and hardware data-access faults.

The usage of checkpointing schemes with test application allow to detect and rollback recover from transient faults in control unit. The signature monitoring scheme to detect fault that causes an incorrect mapping of program page and execution time is described. The online algorithm, based on a graph theoretic method for a placement of checkpoints in BDI-IP control program is proposed.

## III. Conclusion

In this paper conceptual model and design technique of a built-in diagnostic infrastructure for fault tolerant TN are given. We propose the introduction of a BDI-IP with built-in autodiagnosics into TN design to provide online test support in presence of executing applications.

## References

1. *Y. Gorian*, "Guest editor's introduction: what is infrastructure IP", IEEE Design and Test Computers, vol. 19, Jan. 2002, pp. 3-5.
2. *N. Saxena, E. McCluskey*, "Control-Flow Checking Using Watchdog Assist and Extended-Precision Checksums", IEEE Trans. On Computers, vol. 39, №4, 1990, pp. 554-558.
3. *K. Wilken*, "An Optimal Graph-Construction Approach to Placing Program Signatures for Signature Monitoring", IEEE Trans. On Computers, vol. 42, №11, 1993, pp. 1372-1381.

*Королева Я.Ю.,  
Салфетникова Ю.Н. (НТУ «ХПИ»)*

## ТЕСТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОДНОМЕРНЫХ ОДНОРОДНЫХ КЛЕТОЧНЫХ СЕТЕЙ

Предложен методологический подход к решению задачи тестового диагностирования ОКС, основанный на использовании автоматных моделей КА теории экспериментов с автоматами.

Одним из основных критериев высокоэффективных реконфигурируемых многопроцессорных вычислительных сетей и систем (МВС) с однородными структурами является минимальность затрат на организацию процедур тестового диагностирования однородных клеточных сетей (ОКС), что обеспечивается экономичностью встроенных средств диагностирования исправности или работоспособности МВС и уменьшением времени выполнения диагностических экспериментов.

Анализ работ, проведенный в области тестового диагностирования ОКС показал, что для проектирования легкотестируемых отказоустойчивых ОКС отсутствует единый методологический подход, ориентированный на обнаружение расширенного класса дефектов в СБИС. На основании этого было предложено модифицировать структуры ОКС и процедуру проверки ее исправности:

- 1) ввести в каждый клеточный автомат сети (КА) дополнительный вход  $x_i, i = \overline{1, n}$  для обеспечения условий управляемости и транспортировки неисправностей в сети на наблюдаемые боковые выходы  $z'$ ;
- 2) ввести в каждый КА сети дополнительный выход  $x'_i, i = \overline{1, n}$  для обеспечения условий наблюдаемости состояний КА;
- 3) процедуры проверки исправности элементов памяти и комбинационной части ячеек сети проводить раздельно;
- 4) проверяющий эксперимент выполнять в два этапа в соответствии с двумя направлениями распространения сигналов.

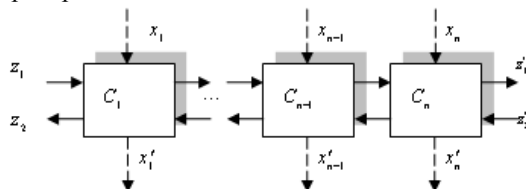


Рис.1 Структура модифицированной одномерной сети КА

При реализации ОКС на базе ПЛИС типа FPGA перечисленные выше условия легко выполняются путем соответствующего выбора типа ПЛИС и настройки конфигурируемых логических блоков.

Таким образом, задача тестового диагностирования ОКС сводится к задаче тестового диагностирования одномерной однонаправленной сети КА либо только с управляемыми входами  $x_i$  в каждом КА – условие 1, либо к проверке исправности сети КА с управляемыми входами  $x_i$  и наблюдаемыми выходами  $x'_i$  в каждом КА – условие 1 и 2.

Кошман С. А. (ХНТУСХ)

### МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В МОДУЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ СЧИСЛЕНИЯ

Одним из основных способов обеспечения заданного уровня надёжности, который определяется техническим заданием при построении вычислительных систем (ВС), является введение избыточности или резервирования. В тоже время использование различных систем счисления при проектировании ВС вносит свои особенности в архитектуру, принципы обработки информации, выбор способов резервирования и др.

Как известно, в модулярной системе счисления (МСС) операнд  $A$  представляется в виде набора остатков  $\{a_i\}, i = \overline{1, n}$ , которые образуются путём последовательного деления исходного числа  $A$  на набор  $\{m_i\}$  модулей, т. е.  $a_i = A - [A/m_i] \cdot m_i$ , при условии, что модули являются взаимно попарно простыми числами:  $НОД(m_i, m_j) = 1; i \neq j$  [1]. Учитывая этот факт, рассмотрим особенности применения динамического резервирования в ВС, построенных на основе использования МСЧ. При этом задача синтеза ВС в МСЧ основывается на выполнении условия:

$$\forall m_j \left( j = \overline{n+1, n+k} \right) \exists ! m_{j_{opt}} \left( m_{n+1} \leq m_{j_{opt}} \leq m_{n+k} \right); \quad 1$$

$$\left[ H_{MCC}^{(n+1)}(t) [t = const] = \max \right]$$

и формулируется следующим образом: необходимо определить единственное оптимальное значение контрольного модуля  $m_{(n+1)_{opt}}$  из возможных  $m_{n+1}, m_{n+2}, \dots, m_{n+k}$ , при котором надёжность  $H_{СОК}^{(n+1)}(t)$  ВС в МСС была бы максимальной. Для динамического резервирования решим обратную задачу оптимального резервирования в МСС, аналитически представленную следующим образом:

$$\begin{cases} H_{MCC}^{(n+k)}(t) [t = const] \rightarrow \max; \\ \left( V_{PCC}^{(l)} \geq V_{СОК}^{(n+k)} \right), \end{cases} \quad 2$$

где  $k$  – количество оптимальных контрольных оснований  $\{m_{(n+z)_{opt}}\}, z = \overline{1, k}$ , одновременное использование которых обеспечивает максимальное значение надёжности  $H_{СОК}^{(n+1)}(t)$ ;

$V_{PCC}^{(l)}$  – количество оборудования ВС в позиционной системе счисления (ПСС);

$V_{MCC}^{(n+k)}$  – количество оборудования ВС в МСС.

В отличие от динамического резервирования в ПСС, для кодов в МСС характерно то, что реальная

надежность ВС лежит в следующих пределах:

$$H_{MCC}^{(n+k)}(t) \leq H_{MCC}(t) \leq H_{MCC}^{(n+k')}(t), \quad 3$$

где

$$H_{MCC}^{(n+k)}(t) = P_{MCC}^{(k/n)}(t) = \sum_{i=0}^k C_{k+n}^i P_1^{k+n-i}(t) \times \sum_{j=0}^i (-1)^j C_i^j P_1^j(t), \quad 4$$

$$H_{MCC}^{(n+k')}(t) = P_{MCC}^{(k'/n)}(t) = \sum_{i=0}^{k'} C_{k'+n}^i P_1^{k'+n-i}(t) \times \sum_{j=0}^i (-1)^j C_i^j P_1^j(t), \quad 5$$

При реализации выражений (4) и (5) будет естественным допущение, что все вычислительные тракты (ВТ) равнонадежны. В этом случае  $P_1(t) = e^{-\alpha t}$ , где  $\alpha = \left[ V_{MCC}^{(n+k)} / (n+k) \right] \lambda_3$ .

Для сравнения ВС в ПСС рассмотрим вариант троирования. В этом случае вероятность безотказной работы для таких ВС будет определяться соответственно следующими выражениями:

$$P_{ПСС}^{(l)}(t) = 1 - \left[ 1 - P_{0ПСС}^{(l)}(t) \right]^3, \quad 6$$

где  $P_{0ПСС}^{(l)}(t) = e^{-8l\lambda_3 t}$  - вероятность безотказной работы безизбыточной  $l$ -байтовой позиционной ВС. Количество оборудования для троирования ВС определяется выражением -  $V_{3ПСС}^{(l)} = 3 \cdot 8 \cdot l$ . В табл. 1 представлены наборы информационных оснований МСС, а также данные о количестве оборудования ВС в МСС:

$$V_{MCC}^{(n)} = \sum_{i=1}^n \alpha_i; \quad V_{MCC}^{(k)} = \sum_{i=n+1}^{n+k} \alpha_i; \quad (V_{MCC}^{(n+k)} = V_{MCC}^{(n)} + V_{MCC}^{(k)});$$

$$\alpha_i = \left[ \log_2(m_i - 1) \right] + 1.$$

Так же в табл. 1 приведены данные о количестве оборудования ВС в ПСС  $V_{ПСС}^{(l)}$  и набор  $k$  контрольных оснований МСС, полученных из условия:  $\Delta V \approx V_{MCC}^{(k)}$ , где  $\Delta V = \Delta V_{3ПСС}^{(l)} - V_{MCC}^{(n)}$ , или из условия  $V_{ПСС}^{(l)} \approx V_{MCC}^{(n+k)}$ , путем выбора оптимального набора контрольных  $k$  оснований МСС, исходя из критерия оптимизации [2, 3].

Учитывая соотношения (4) и (5), а также данные, представленные в табл. 1, получим наборы формул 7 – 21 для определения надежности различных структур ВС в МСС, представленных на рис. 1 – 4.

**Секція 3**  
***Учебно-методический семинар ВУЗов стран СНГ***

*Зенкович Ю.И. (МИИТ, г. Москва)*

### **ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕПОДГОТОВКА В ОБЛАСТИ СЦБ ИНСТИТУТОМ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИИТА**

Институт транспортной техники и систем управления (ИТТСУ) начиная с 2010 года проводит профессиональную переподготовку студентов старших курсов начиная с четвертого, по заявкам предприятий и организаций г.Москвы. Программа профессиональной переподготовки включает не менее 500 часов аудиторных занятий. Учебный план профессиональной переподготовки составляется институтом совместно с организацией заказчика. Ведущие специалисты заказчика принимают участие в проведении практических занятий со студентами, это позволяет сократить срок адаптации молодого специалиста при приходе на работу. Следует также отметить, что молодые специалисты прошедшие такую переподготовку имеют направление на перспективную работу, а количество мест для работы выпускников всегда превышает предложение. Основными направлениями профессиональной переподготовки в настоящее время являются группы обучающихся по дополнительным образовательным программам «Микропроцессорная электрическая централизация Ebilock -950» и «Проектирование систем обеспечения движением поездов метрополитена», заказчиками которых являются компания «Бомбардье Траспортешн» и ОАО «Метротранс» соответственно.

*Разгонов А.П. (ДНУЖТ), Разгонова Т.А. (УрГЮА)*

### **О ПЕРСПЕКТИВЕ РЕФОРМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗОВ**

Рост темпов прогресса цивилизации требует обновления образования – главного компонента культурного и социального развития общества и людей. Общество переживает кризис ценностей, преодолеть который можно путем выхода за рамки экономических и рациональных соображений в область нравственности и духовности.

Традиционно вузы являлись источником знаний, направленных на развитие технологий, воздействующих, в свою очередь, на социум. Обновление всех сторон жизни государства происходит благодаря нововведениям в управлении, производстве и культуре – единой цепи, характеризующей динамику системы.

Нововведение в образовании – часть общего процесса усвоения знаний личностью, изменяющейся в результате социализации в инновационной сфере.

Отсюда важны в подготовке специалистов, научных и педагогических кадров исследования по формированию инновационной культуры субъектов деятельности вузов.

Вхождение страны в единое образовательное пространство Европы требует смены главного приоритета педагогики с «научить» на «научить учиться», развитие методологической педагогики, прививающей самостоятельность освоения новых знаний. Поэтому приоритет задач высшего образования (ВО) – обеспечение использования интеллектуального потенциала, требующего новых правовых и управленческих механизмов по смене традиционной образовательной парадигмы. Ее сущностью является переход от потребления знаний для профессиональной деятельности к концепции образования, развивающей личность (разбудить в человеке творца, развить смелость мысли, способность генерации идей и т.д.), и характеризующей уровень ее инновационной культуры. Такая цель потребует от системы образования: подготовки специалистов высокой квалификации, отыскивающих нетрадиционные пути решения противоречий; ориентации учебного процесса на формирование у студентов инновационной культуры. Все это достижимо, если знания – результат интеграции науки и образования, если поощряется новаторство, трансдисциплинарность программ для достижения долгосрочной перспективы; если студент становится активным участником инновационного процесса.

Поскольку знания со временем требуют обновления, то существует проблема неадекватности образования тенденциям социально-экономического и научно-технического развития государства. Это, в свою очередь, требует совершенствования профессионального образования на основе инновационных процессов.

Анализ показывает, что в государстве определяется единственный путь формирования экономики, основанной на знаниях инновационного типа. При существующем положении уже в ближайшие годы мы будем вытеснены с рынка высокотехнологической продукции, обеспечивающей безопасность страны. Вместе с тем росту инновационной деятельности препятствуют: недостаток финансирования; низкий спрос на новую продукцию; недостаточная квалификация персонала; отсутствие нормативно-правовой базы и др.

Мы существенно отстаем по изобретениям на 10<sup>4</sup> чел, менее половины передовых технологий защищены патентами. Сегодня, кроме разговоров про инновации, не сформирована национальная инновационная система (НИС).

К индикаторам НИС относят человеческие ресурсы, создающие новые знания; долю работников с учеными степенями; долю работающих на



высокотехнологичных производствах и т.д. За последние 20 лет численность персонала в таких производствах снизилась более, чем в 2 раза. Основа формирования НИС – приоритет фундаментальной науки, ВО и высокотехнологичной промышленности.

Инновационные процессы в обществе протекают в преодолении инерционной системы образования в подготовке специалистов с инновационным мышлением. Радикальное реформирование образования – требование выживания страны в цивилизованном международном сообществе.

Наметилась тенденция смещения основного источника создания национального благополучия от малоэффективного труда и природных ресурсов к использованию наукоемких технологий и инноваций. Общество идет от трансформации прежнего порядка к формированию нового социального устройства. Новые знания должны опережать овеществленные. Некоторые экономисты и социологи отмечают, что трудовая теория стоимости заменяется теорией стоимости, создаваемой знаниями.

Новая модель развития и использования человеческих ресурсов предполагает расширение функций работника узкой специализации и переход к работнику широкого диапазона, способного осуществить верификацию, творческий синтез информации, проникать в суть проблемы и т.п. Нужна потребность в ученых, способных решать задачи в обширных областях знания. «Среди нас должен быть кто-то, кто будет обучать людей и совершенствовать средства для обозрения горизонтов и не вглядываться в бесконечно малое.» (Ганс Селье. От мечты к открытию: как стать ученым.-М.: Прогресс, 1987.-180с. Перевод с англ.).

Конечно, для личности путь долг: от узкой специализации, поработавшей личность, к развитию, от мещанского потребительства к удовлетворению потребностей более высокого уровня – в творчестве, самоутверждении.

Духовная потребность – это знания, воплощенные в новых методах, продуктах труда, когда труд, использующий творческие способности, становится сферой удовлетворения духовных потребностей. Жизнь без стремления к самоутверждению не будет истинно человеческой жизнью. Творческого специалиста, ученого интересует не столько конечный продукт, сколько само переживание в творчестве. В этом процессе свободное и рабочее время будут неразделимы, т.е. труд становится разновидностью досуга.

Заметим, что термин «инновация» в нашем понимании определяют как процесс, направленный на реализацию научных исследований и разработок, превращающий их результаты в новый или усовершенствованный продукт для рынка.

Диапазон отношения людей к новизне колеблется

от состояния безразличия до мракобесия. «Хорошо бы брать людям пример с самого времени, которое производит истинно великие перемены, но исподволь, едва заметные» (Ф.Бэкон, англ.)

Культура человека – освоение предшествующей культуры и создание новых культурных ценностей (форма), а также развитие существенных сил человека, как саморазвивающегося существа (содержание). Сущность культуры – создание человеком материальной и духовной среды его обитания, условий развития творческих способностей личности и гуманизации общества. Повышается роль языковой культуры. Её проблема сегодня – один из факторов, препятствующих интеграционным процессам. Отсюда вытекает, что в неязыковых ВУЗах надо повышать эффективность обучения иностранным языкам, при этом шире применять коммуникативный подход, использовать активные методы – доклады, ролевые игры, диспуты и т.д. Ключевым детерминантом развития инновационной культуры (ИК) будут наука и образование. Отсюда, ИК – новая историческая реальность, отражающая духовную жизнь людей, их ценностную ориентацию, закрепленную в мотивах, знаниях и нормах поведения.

В технических ВУЗах традиционная форма обучения – стендовые лабораторные работы (СЛР). Они служат формированию профессиональных умений и навыков специалистов. Вместе с тем, они не отвечают условиям высокоавтоматизированных и информационно-насыщенных производств. Для ряда дисциплин СЛР морально устарели. Виртуальные стендовые лабораторные работы (ВСЛР) приходят на смену традиционной образовательной парадигмы.

Виртуальный – отражает особенность, что управление автоматизированным процессом осуществляется в виртуальном пространстве в режиме «on-line». ВСЛР используются для дисциплин, в рамках которых студенты осуществляют деятельность «по поводу» и «в процессе» работ. ВСЛР – инновационная форма, интегрирующая в себе различные межпредметные знания. Эта форма моделирует вероятностные ситуации будущей профессиональной деятельности, анализ которых позволяет принять конкретные практические решения на основе поступающей информации; при этом важен временной фактор, когда возникающие проблемы решаются быстро, в динамике, по информации, заданной автоматами системы, процессорами. Ситуация требует от студента мыслительного подключения в предметную область профессиональной деятельности.

Теоретической базой ВСЛР может служить педагогическая технология и инновационная теория контекстного типа.

Традиционная форма организации учебно-лабораторного процесса идеально отвечает задачам

передачи учебной информации «об основах наук» для большинства дисциплин. Однако, для специальных дисциплин, рассматривающих автоматизированные, инновационные системы, например, диспетчерскую централизацию, управляющую потоком движения поездов, СЛР как бы отрываются от содержания предмета, поскольку определяются не в зависимости от сути этого содержания, а по внешним в отношении его признакам. Заметим, что содержание – динамически подвижная сторона целого, а форма – устойчивая система связей предмета. На данной стадии деятельность преподавателя и студента по своему насыщенному содержанию не вкладывается в существующие формы организации учебного процесса.

Исторически образование шло от натуральной парадигмы в античные времена к парадигме христианского воспитания в средние века до «классной» образовательной парадигмы Каменского А.Я. (чех): «Всех можно учить всему» (17 век – классы, лекции, семинары и т.д.)

Инновационная образовательная парадигма, наряду с использованием традиционных форм, завоевывает права гражданства в условиях развития педагогической теории, накопления инновационно-эмпирического опыта, реализации своих преимуществ.

Моделями обучения могут служить компьютерно-информационные технологии, контекстного обучения, лично-деятельного подхода и др., которые уже апробированы ВО и являются инновационными.

Все подходы и модели образования могут быть иерархически, организованы и дополнять друг друга.

Программированное обучение – предшественник компьютерно-информационной технологии, предполагающей оперативный обмен информацией «ЭВМ-обучаемый», такой диалог-иллюзия, передает сообщение о чем-либо обучающемуся для творческой переработки.

Практически и методически активное обучение в ВУЗе, использующее контекстный подход, положенное в основу профессиональной деятельности, есть направление перспективное. В нем заложены принципы: психолого-педагогическое подключение студента к учебной деятельности; последовательное моделирование содержания, формы и условий деятельности; обоснованное сочетание новых и традиционных форм образовательной технологии и др.

Контекст – это состояние внутреннего и внешнего условий поведения и деятельности человека, которые влияют на восприятие и преобразование им конкретной ситуации, придавая смысл и значимость этой ситуации как целому. Это обучение, в котором на языке науки с помощью методики и средств обучения – традиционных и новых – моделируется предметное и социальное содержание усваиваемой студентом профессиональной деятельности, исходя из принципов

и целей образования и направлений профессиональной подготовки. Как отмечал К.Д.Ушинский «Мы не говорим педагогу – поступай так, но говорим: изучай законы технологии и психологии явления и поступай, сообразуясь с этими законами и обстоятельствами, в которых ты намерен их приложить».

Надо технологические реалии профессиональной деятельности развернуть в адекватные этим реалиям формы учебно-познавательной деятельности студента и вернуть их к жизни обогащенными теоретическим видением. Создание виртуальной реальности контекстного обучения с помощью ВСЛР, позволяющей управлять автоматизированными процессами на предприятиях, идет по пути «виртуального пространства», поэтому и реализация теоретических основ контекстного обучения и преподавание дисциплин должны формировать социально-профессиональные компетентности для работы в технологии этого пространства.

По специальности «Автоматизация и компьютерные технологии» к таким дисциплинам можно отнести: электропривод, программирование на языках высокого уровня, микропроцессорная техника, электрические рельсовые цепи, автоматизация технологических процессов сортировочных горок, диспетчерская централизация и др. Создание виртуальной реальности – начало новой технологии, которая способна стать средством власти над виртуальным миром человека; это реальный исторический факт, обеспечивающий условия жизни человека и не зависящий от его существующей деятельности.

Организация инновационной формы обучения студентов в виртуальной среде требует учета положений: рассмотрение перспективы использования виртуального пространства; выделение компетентностей, которые могут быть сформированы у студентов с помощью «кейс-технологии»; описать состав и техническую форму ВСЛР; показать на конкретных примерах, какие компетентности могут быть развиты средствами ВСЛР профилирующих и специальных дисциплин.

По заключению экспертов ЮНЕСКО в части оценки качества образования с учетом технологических и человеческих ресурсов инновационной технологии должны быть присущи черты:

- студент из обучаемого переходит в состояние обучающегося;
- в проектировании целей и результата обучения участвует студент, исходя из его мотивации;
- мониторинг знаний и сформированных компетентностей производится permanently в течение процесса обучения, а не только по конечному результату и т.д.

Известные технические новшества – мультимедиа,

3D-графика, анимация и др., хотя и оживляют процесс, но не дают желаемого эффекта в развитии творческого потенциала студента. Главный источник создания инновационной образовательной среды – сочетание информационной технологии с лучшими традиционными технологиями образования. Контекстная «кейс-технология» сохраняет лучшие традиции классного образования и формирования социально-профессиональной компетентности.

Информационная среда включает основные компоненты:

- технологическую инфраструктуру, преобразующую физическое понятие «место» в «on-line» реальность;
- обучающийся, как социальная единица без пространственный ограничений;
- преподаватели высокого уровня, исполняющие роль наставника и консультанта.

Технические устройства, применяемые при разработке ВСЛР: стандартные стенды, связанные с контроллером, управляющий сигнал на который подается с компьютера прямо или через сервер. В зависимости от сложности объекта исследования, представляющего собой реально действующий лабораторный стенд (например, диспетчерская централизация, электрическая машина), в аппаратуру управления ВСЛР подаются сигналы управления согласно практическому заданию. С выхода аппаратуры управления сигналы поступают в необходимые узлы исследуемой системы. Для выполнения практического задания ВСЛР программа, написанная студентом, устанавливается для исследования процессов в узле.

Студенты-участники ВСЛР оценивают результаты и действие программы. Информация об отклике системы на программное воздействие подается через тот же сервер на АРМ студента, а также на дисплей другого пользователя. Отображаемые в реальном времени результаты воздействия позволяют наблюдать за поведением исследуемого звена (кодера, декодера, канала передачи информации и др.); реагировать на изменение его активных состояний; снимать показания в режиме «on-line»; строить графики с помощью программ Math CAD, Math Lab и др.

Студенты согласуют свои действия с преподавателем, активно анализируют результаты виртуального моделирования при выполнении ВСЛР, участвуют в диспутах при защите работы, составляют технически грамотные отчеты и т.д.

Формирование пакета заданий для ВСЛР и разработка методических указаний (МУ) осуществляется преподавателем по курсу или лектором, и утверждается деканом или зав кафедрой.

Заметим, что ВСЛР позволяет проводить на реальном оборудовании многофункциональное моделирование или проектирование управления

автоматизированным технологическим процессом, протекающим в информационном поле производства. Такая информационная технология развивает у студента компетентности ценностно-смысловой, личностной и предметной рефлексии, профессионального развития, социального взаимодействия с работодателем и т.п.

Проект создания ВСЛР подразумевает формирование команды из специалистов (студентов старших курсов) в узкой предметной области и ведущих затем сервисное и эксплуатационное обслуживание. Задачи команд – поиск нестандартных решений; создание совместного продукта труда и т.д.

Таким образом, решается образовательная задача – получение обучающимся социально-профессиональной компетентности с помощью контекстной педагогики «кейс-технологии».

Дидактические условия при формировании компетентности средой ВСЛР:

- включение в учебно-профессиональную деятельность студента при наглядности контекстного обучения и восприятия интерактивной информации;
- включение в процесс обучения аналогов автоматизированных систем (пусть на данном этапе на устаревшей элементной базе), необходимое для формирования профессиональных компетентностей;
- построение ВСЛР по дисциплине по принципу «от простого целого к более сложному целому», что соответствует следованию логике и взаимосвязи естественно-научных и инженерных дисциплин учебного плана;
- ориентирование специалистов на непрерывное образование, развитие себя в профессиональном труде, поиск новой информации в мире науки и техники.

Поскольку ВСЛР инновационная форма контекстного обучения в техническом ВУЗе, то необходимо:

- сравнить стендовые лабораторные работы и ВСЛР, при этом создавать модель деятельности специалиста по предмету;
- сделать анализ компьютерного моделирования обучения «до» и «после» внедрения ВСЛР согласно образовательному стандарту;
- просчитать рейтинг СЛР и ВСЛР по группам за два-три года и определить качество «кейс-технологии» контекстного типа.

Качество образования определяется системой показателей, характеризующий конечный результат образовательной деятельности ВУЗа. Качество – многомерное понятие с различными составляющими, определяющими рейтинг традиционного и инновационного образования.

В России созданы методики оценки качества

образования, изложенные в приказах Министерства образования и др. источниках (Вербицкий А.А. Контекстное обучение, теория и практика/ М.: РИЦ «Альфа», 2004).

В заключение отметим, что развитие науки и техники, информатизация технологических процессов, качественное изменение социума и общественного сознания требуют новых инновационных подходов и технологий в образовательном процессе. В статье изложены основные тенденции по обоснованию и внедрению новых технологий, их эффективности в повышении качества образования и в подготовке специалистов более широкого профиля для автоматизированных информационных производств.

*Шкіль А.С., Коротких Д.В. (ХНУРЕ)*

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Введение.** На сегодняшний день в мировом информационном пространстве существует множество электронных ресурсов для обучения, начиная от простых html-учебников до таких мощных систем как портал знаний [www.znannya.org](http://www.znannya.org) [1]. Портал знаний [www.znannya.org](http://www.znannya.org) обладает системой поиска, системой загрузки информации в базу знаний. Особенность портала заключается в том, что он предоставляет связанно-структурированную информацию, которая иерархически выстроена согласно конкретному запросу. Его недостатки – связи между понятиями устанавливаются чисто эвристически редколлегией сайта. При дистанционном обучении в условиях отсутствия контакта с преподавателем важно учитывать опыт предыдущего обучения.

Для создания системы поиска учебного контента, учитывающей структуру учебного материала и результаты предыдущего опыта обучения (прецеденты положительных результатов обучения) воспользуемся методом анализа прецедентов, который применяется для анализа и предотвращения чрезвычайных ситуаций, выбора предыдущих проектных и управленческих решений [2, 3].

**Постановка задачи.** Целью работы является: создание системы поиска учебного контента, учитывающей структуру учебного материала и результаты предыдущего опыта обучения, разработка методов обобщенной информационной технологии, адаптивной к условиям поиска и позволяющей достичь большей точности при выдаче целевого образовательного контента.

**Решение задачи** Исход, как результат применения

решения, реализует обратную связь, полученную от применения решения. Прецедент может содержать не только положительный исход, но и отрицательный исход или множество альтернатив. Одной из самых важных задач при этом является выбор прецедента (из множества имеющихся), который наиболее подходит для данного случая. При этом наиболее часто используется метод «ближайшего соседа». В основе его лежит способ измерения степени близости текущего прецедента (ситуации) с анализируемой ситуацией по каждому признаку (текстовому, числовому или булевому). Ситуационный анализ целесообразно применять в случае интегральной оценки объекта или сравнения двух объектов на основе множества качественно различных критериев, каждый из которых имеет свою числовую оценку. При этом самой важной задачей является выбор метрики (степени близости) анализируемых ситуаций. Перед описанием ситуации требуется разработка и проведение ряда дополнительных операции по идентификации понятий. Основная проблема с идентификацией понятий и ситуаций, которая присутствует в контексте рассматриваемой проблемы – это то, что сравниваемые объекты могут быть разнородными, иметь различные системы измерения и к ним неприменимы меры сходства, применяемые к одинаковым единицам измерения (метрикам). Для работы системы необходимо перевести все измерения в единую метрику. Решение этой задачи достигается путем разработки специальных алгоритмов преобразования шкал измерения рассматриваемых признаков в единое метрическое пространство в диапазоне [0, 1]. Структура ситуации состоит из множества микроситуаций, образованных понятиями - элементами рассматриваемой системы. Описание ситуации представляет собой информационный объект, имеющий ценность для синтеза решений при проведении ситуационного анализа. В общем виде использование данной методологии состоит из описания текущей проблемной ситуации и поиск наиболее подходящего решения в базе знаний описания ситуаций. При проведении поиска происходит сравнение текущей ситуации с уже имеющимися в базе знаний, после чего производится выбор наиболее подходящего решения. Если рассматривать в качестве ситуации запрос на извлечение соответствующего целевого учебного контента, то можно представить следующую иерархию анализа структуры ситуации, которая представлена на рис.1.

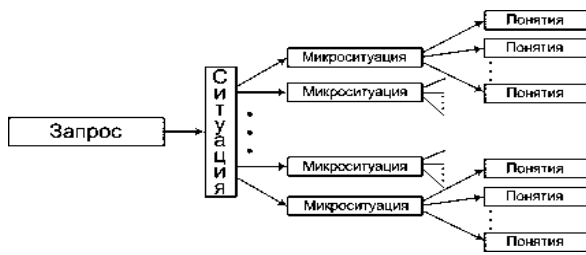


Рисунок 1 – Иерархия запроса на выбор учебного контента

Формула расчета расстояния между ситуациями (микроситуациями) :

$$L(S_1, S_2) = \begin{cases} \frac{1}{n} \cdot \max_{a_j} \sum_{i=1}^n L(s_i, s_{a_j}), d_i \in a_j, a_j \in T_m^n, \text{ при } n \leq m \\ \frac{k}{m} \cdot \max_{a_j} \sum_{i=1}^m L(s_{a_j}, s_i), d_i \in a_j, a_j \in T_n^m, \text{ при } m < n \end{cases} \quad (1)$$

где  $n$  и  $m$  - количество микроситуаций для ситуаций  $S_1$  и  $S_2$  соответственно,  $k$ - коэффициент ослабления веса микроситуации. Матрица расстояний между ситуациями (микроситуациями). Значение функции  $L(S_1, S_2)$  лежит в интервале  $[0, 1]$ .

Так как в нашем случае все микроситуации (понятия) предопределены структурой учебного контента, то матрицу расстояний размером  $(n \times m)$  можно заменить вектор-строкой длиной  $m$ , где  $m$  – число анализируемых микроситуаций (понятий). Пример матрицы расстояний для понятий микроситуации представлен в таблице табл. 1, где  $\Pi_i$ , понятия, характеризующие соответствующую микроситуацию.

Для определения расстояния  $L$  между понятиями, используемыми в описании учебного контента, может быть использован подход арифметического, логического или символического подобия. В упрощенном виде формула (1) может быть заменена:

- для арифметического подсчета  $L^A = \frac{N1}{N2}$ , где  $N1, N2$  – числовые характеристики арифметических понятий ( $N1 < N2$ );
- для логического подсчета

$$L^L = \frac{\sum_{i=1}^M F1(i) \oplus F2(i)}{M}, \text{ где } F1, F2 \text{ – значения}$$

логических функций от  $n$  переменных,  $M = \min(2^n)$ ;

- для символического подсчета

$$L^{st} = \frac{\sum_{i=1}^N st1(i) \oplus st2(i)}{N}, \text{ где } st1, st2 \text{ – символичные строки длиной } N, N = \min(st1, st2).$$

Приведем пример расчета расстояния между микроситуациями при выборе учебного контента для дистанционного обучения. Рассмотрим задачу: выбрать из базы данных учебный материал по теме «схемная реализация булевых функций» для сдачи соответствующей контрольной точки по дисциплине «компьютерная логика» (КЛ). Для успешного изучения данного материала необходимо также знать раздел «теория булевых функций» из дисциплины «дискретная математика» (ДМ), который имеется в базе данных учебного материала. При этом проблемная (текущая) ситуация ( $S1$ ): раздел «схемная реализация булевых функций» в КЛ, а эталонная ситуация ( $S2$ ): раздел «теория булевых функций» в ДМ.

Микроситуация\_1: «структура учебного материала» включает понятия: количество теоретических разделов, количество практических занятий, вид итогового контроля и другие.

Микроситуация\_2: «ключевые слова» включает понятия: форма представления булевых функций, число входов логических элементов, базис представления логических функций, количество уровней в схемной реализации (двухуровневые или скобочные формы) и другие.

Для выбора наиболее подходящего пути обучения используется система логического вывода, учитывающая веса отдельных микроситуаций в ситуации выбора прецедента. Для реализации системы логического вывода при принятии решения о выборе прецедента разработана надстройка к базе данных, которая содержит систему условий отбора контента.

В докладе рассмотрены новейшие системы поиска и структурной связи информации. Описанный подход предоставляет возможность производить обучение или выдачу контента согласно критериям запроса и результаты предыдущего опыта обучения.

Таблица 1 – Вектор-строка расстояний между микрообстоятельствами

	Понятия				L(s1, s2)
	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	. . .	П <sub>m</sub>	
Проблемная (текущая) микрообстоятельство s1					
Эталонная микрообстоятельство s2					
Расстояние	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>		L <sub>m</sub>	$\frac{\sum_{i=1}^m L_i}{m}$

Таблица 3 – Расстояние между понятиями для микрообстоятельства\_1

	Понятия			L <sub>1</sub> (s1, s2)
	Темы (разделы)	ПЗ	Контроль	
КЛ	3	4	экс	0,8
ДМ	5	5	экс	
Расстояние	0,6	0,8	1	

Таблица 4 – Расстояние между понятиями для микрообстоятельства\_2

	Понятия				L <sub>2</sub> (s1, s2)
	Форма	Число входов	Базис	Каскадность	
КЛ	ДНФ, КНФ	Много-входовые	Шеффера	Много-уровневые (СФ)	0,825
ДМ	ДНФ, КНФ	Двух-входовые	Шеффера и Пирса	Двух-уровневые	
Расстояние	1	0,5	0,9	0,8	

### Литература

1. Гагарин А.А., Титенко С.В. Автоматизация построения информационных образовательных ресурсов для поддержки непрерывного обучения на примере портала [znanua.org](http://znanua.org) // Образование и виртуальность–2009. Сборник научных трудов 12-й международной конференции УАДО, Харьков-Ялта, 2009.– Харьков: ХНУРЭ.– 2009.– С. 109–119..
2. Кузмин А.Я., Сорочан М.В. Понятийное представление ситуации при поиске и классификации проектных решений //Прикладная радиоэлектроника. – 2004. – Т.3, № 3. – С. 60–67.
3. Дяченко О.Н., Кузмин А.Я., Ляшенко В.В., Тороев А.А. Ситуационная модель построения лавиноопасных и нелавиноопасных микрообстоятельств // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2007. – Т.9, № 2. – С. 27 –35.

**Секція 4**  
***Информационно-телекоммуникационные системы***

*Колісник О.Є., Колісник М.О. (УкрДАЗТ)*

## ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІР ТЕЛЕФОНІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

На сьогоднішній час продовжується впровадження апаратури передачі даних у мережах зв'язку ДК «Укртрансгаз». До недавнього часу ІР-телефонія, як частина уніфікованих комунікацій, не могла надати прийнятну для широкомасштабного впровадження якість інформації (недостатня розбірливість мови і затримка при передачі). Зростання продуктивності цифрової техніки дозволило використовувати кодеки, що гарантують обмін повідомленнями з заданою якістю, і не поступаються традиційним видам телефонії. Збільшення швидкості передачі даних в мережах зв'язку та впровадження в обладнання оцінки якості обслуговування (QoS) сприяло зменшенню затримок. Оскільки протокол UDP, часто використовуваний для передачі голосових повідомлень, не гарантує доставку пакетів, завдання надійності вирішується шляхом вибору надійних маршрутів передачі мови, що реалізується за допомогою маршрутизаторів, та їх резервуванням.

Побудова мережі телефонного зв'язку на основі ІР-телефонії (VoIP терміналів (програмних або апаратних) і ІР-АТС) дає значні переваги для організації безпечної передачі мови перед багатьма цифровими АТС. Розглянемо практичну реалізацію мережі ІР-телефонії. Серверна частина ІР-телефонії передбачає можливість взаємодії між оператором і ІР-АТС (ІР РВХ) за допомогою інтернет браузера (НТТР сервер), білінгу через веб-інтерфейс (НТТР сервер), організацію зберігання голосових повідомлень (Voice Mail) і факсограм (Fax storage) на поштовому сервері (SMTP-сервер). Наявність TFTP (простий протокол передачі файлів) сервера обумовлено необхідністю оновлення програмного забезпечення (ПЗ) обладнання, інтегрованого в мережу, а також зберіганням статистичних даних.

Для апробації побудови мережі ІР-телефонії в мережі Ethernet (всі комп'ютери знаходилися під управлінням операційної системи Windows) був використаний програмний ІР-телефон X-Lite в якості клієнтської програми, на комп'ютер, що виконував роль сервера, була встановлена програма Asterisk, яка виконувала роль програмної АТС (ІР-АТС), а також програмний термінал X-Lite. В реалізованій мережі використано наступне обладнання - маршрутизатор DSL-2600U (D-link corp.) з портом ADSL, портом Ethernet та портом 802.11g. В якості сервера виступала ПЕОМ зі встановленим ПЗ Asterisk, в якості абонентських пристроїв - комунікатор, сервер зі встановленим термінальним ПЗ і ПЕОМ зі встановленим термінальним ПЗ. Побудована мережа

підтвердила можливість реалізації якісних телефонних каналів за допомогою мережі передачі даних, показала здатність до легкого масштабування мережі.

*Кондратюк В.А. (УкрДАЗТ)*

## ЗАСТОСУВАННЯ КОНТРОЛЛЕРІВ У СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ

У сучасному світі для багатьох організацій і приватних осіб стало характерним те, що збільшилася кількість крадіжок особистого і громадського майна. Особливо ця проблема стала актуальною для великих організацій де порушення безпеки може завдати величезної матеріальної шкоди, як самим організаціям, так і її клієнтам. Тому ці організації змушені особливо увагу приділяти гарантіям безпеки. В наслідок чого виникла проблема захисту та контролю доступу в приміщення. І зараз ця проблема є сукупність тісно пов'язаних проблем в областях права, організації, управління, розробки технічних засобів, програмування і математики.

У сучасних системах існує багато варіантів систем захисту та контролю доступу. Але як правило, вони є дорогими, складними, мають недостатню кількість функціональних можливостей і використовують застарілу елементну базу. Для розширення функціональних можливостей і для зниження вартості при розробці охоронних систем необхідно використовувати контролери, що дозволить реалізувати апаратуру з покращеними технічними і споживчими характеристиками.

При виробленні підходів до вирішення проблем безпеки підприємства, виробники як правило виходять з того, що кінцевою метою будь-яких заходів протидії загрозам є захист власника і законних користувачів системи від нанесення їм матеріального або морального збитку в результаті випадкових або навмисних впливів на неї. Для побудови системи захисту потрібно вирішити завдання:

- ідентифікація - процес розпознавання визначених компонентів системи, зазвичай за допомогою унікальних, сприйманих системою імен(ідентифікаторов);
- аутентифікація - перевірка ідентифікації користувача, зазвичай для прийняття рішення про дозвіл доступу до ресурсів системи;
- авторизація - надання доступу користувачеві.
- Призначення проектованої системи, це забезпечення безпеки, створення перешкод для будь-якого несанкціонованого втручання, спроб розкрадання. Система крім виконання функції захисту повинна бути сама захищена.
- Виходячи з вищесказаного можна зробити



висновок, що комплексна система безпеки дозволяє за допомогою контролерів здійснювати високонадійний захист і ефективний контроль доступу на об'єкт захисту.

*Форманек О. (TTC MARCONI)*

### **РАЗВИТИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ И ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ TTC MARCONI**

На сегодняшний день Компания TTC MARCONI имеет пятилетний опыт в разработке оборудования и создании решений диспетчерской и оперативно-технологической связи на рынке Украины.

Компанией разработан ряд уникальных элементов, позволяющих создавать интегрированные сети диспетчерской связи и управления на основе современных и наиболее перспективных телекоммуникационных протоколов и технологий.

В докладе приведены сведения о новейших разработках устройств сопряжения диспетчерских систем TTC MARCONI с сетями поездной радиосвязи и другими видами цифровой радиосвязи и управления, находящими применение на железных дорогах Украины. На стенде будет продемонстрирована работа пульта KONOS-DOT, предназначенного для оснащения рабочих мест систем диспетчерской связи.

*Батаев О.П., Поляков С.В. (УкрГАЗТ)*

### **АНАЛИЗ ЭМС ПОДВИЖНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ В СЕТЯХ АБОНЕНТСКОГО РАДИОДОСТУПА**

В последние годы значительное развитие получили сети подвижной радиосвязи, в которых используются ОВЧ и УВЧ диапазоны. В этих диапазонах помимо подвижных систем связи (ПСС) работают радиоэлектронные средства (РЭС) воздушной радионавигации, радиовещания, телевидение, радиорелейные и радиолокации. Таким образом, актуальной становится проблема обеспечения внутрисистемной электромагнитной совместимости (ЭМС) ПСС как внутри-, так и межсистемной – ЭМС ПСС с РЭС других служб с разработкой норм частотно-территориального разнеса (ЧТР) между ними.

Математическую основу алгоритма расчета ЭМС подвижных систем связи составляют математические модели: передатчиков, приемников и антенн радиостанций метрового и дециметрового диапазонов; распространение радиоволн (РРВ) в диапазоне ОВЧ и УВЧ; процессов интермодуляции и блокирования.

Используемые математические модели передатчиков, приемника, антенн, а также, моделей распространения радиоволн и помех составляют основу методики расчета ЭМС ПСС, согласно которой электромагнитную совместимость оценивают в несколько этапов:

- определяют уровень полезного сигнала на входе приемника;
- находят уровень помехи на входе приемника;
- дают оценку ЭМС выбранной пары приемник-передатчик;
- дают комплексную оценку ЭМС одиночного средства при воздействии на него совокупности мешающих излучений;
- оценивают эффекты по соседнему каналу.

*Казанский Н.А., Кашин Д.И. (МГУПС)*

### **МЕТОД РАСЧЕТА СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ**

Для обеспечения требуемого качества передачи в высокоскоростных каналах связи разработаны различные форматы модуляции оптических сигналов в сочетании с применяемыми способами линейного кодирования. При этом конечная цель заключается в формировании такого спектра оптического сигнала, энергетические свойства которого обеспечивают работу фотоприемника с заданным коэффициентом битовых ошибок. Предлагается следующий метод аналитического расчета спектральных характеристик оптического модулированного сигнала, который будет полезен при проектировании цифровых сетей связи.

Модель сигнала оптического источника излучения задается следующими параметрами: паспортной мощностью излучения оптического сигнала (мВт), шириной спектра излучения на уровне половинного значения пиковой мощности (нм), спектральным расстоянием между частотными составляющими сигнала (МГц).

Иллюстрация спектров оптических сигналов источников излучения, используемых в волоконно-оптических сетях связи представлена на рис. 1.

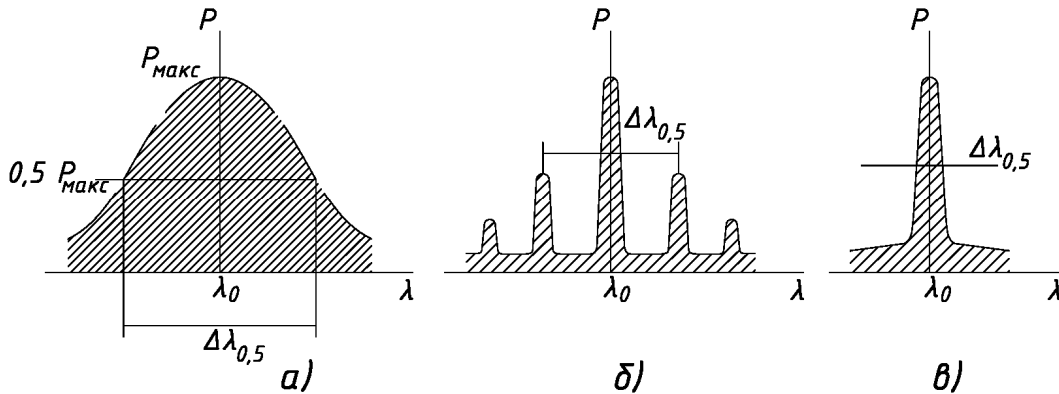


Рис. 1. Иллюстрация спектров оптических сигналов источников излучения: а – светодиода; б – многомодового лазера; в – одномодового лазера

В качестве огибающей спектра оптического сигнала предложено использовать функцию гауссова распределения. На рис. 2 показана модель оптического сигнала источника излучения. Представленная модель позволяет рассчитать мощности спектральных составляющих, их число в полосе излучения и порядок размещения на оси частот.

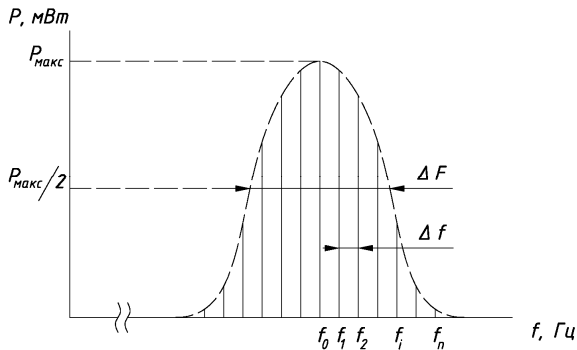


Рис. 2. Модель оптического сигнала источника излучения

Огибающая функция спектра источника излучения описывается выражением:

$$P(f_i) = \frac{2P_{\Sigma}}{\left(1 + 2\sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{4(f_i - f_0)^2}{\Delta F^2}\right)\right)} \exp\left(-\frac{4(f_i - f_0)^2}{\Delta F^2}\right), \quad (1)$$

где  $P(f_i)$  – мощность сигнала источника лазерного излучения на  $f_i$  – частоте, мВт;

$f_0$  – частота пиковой мощности оптического сигнала, Гц;

$\Delta f$  – расстояние между смежными спектральными линиями (спектральное расстояние), Гц;

$\Delta F$  – ширина спектра излучения на уровне половинного значения пиковой мощности, Гц;

$f_i$  – частота  $i$ -й спектральной составляющей оптического сигнала, определяемая по формуле:

$$f_i = f_0 \pm i \cdot \Delta f, \quad \text{Гц.} \quad (2)$$

Зависимость (1) позволяет рассчитывать параметры огибающей функции спектра оптического сигнала и мощности спектральных составляющих.

Информационный (тестовый) цифровой сигнал задается псевдослучайной последовательностью (ПСП) видеоимпульсов с заданной тактовой частотой или меандром. В соответствии с заданным алгоритмом линейного кодирования структура тестового сигнала преобразуется в структуру линейного сигнала. Для полученного линейного сигнала записывается функция его спектральной плотности мощности (СПМ).

Функция СПМ сигнала, заданного псевдослучайной последовательностью, описывается следующим выражением:

$$G(f_i) = 2P_{\text{макс}}^2 \tau_u \left( \frac{\sin(\pi f_i \tau_u)}{(\pi f_i \tau_u)} \right)^2, \quad (3)$$

где  $P_{\text{макс}}$  – пиковое значение мощности оптического сигнала, мВт;

$\tau_u$  – длительность импульса.

Длительность импульса  $\tau_u$  связана со скоростью передачи данных  $B$  в следующей зависимости:

$$B = \frac{1}{\tau_u}. \quad (4)$$

Спектр цифрового сигнала, заданного меандром, описывается выражением:

$$G(f_i) = \frac{2P_{\text{макс}}^2 \tau_u}{T_{\Pi}} \delta(f) + \frac{2}{\pi^2} P_{\text{макс}}^2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin\left(n\pi \frac{\tau_u}{T_{\Pi}}\right) \delta(f - n/T_{\Pi}), \quad (5)$$

где  $T_{\Pi}$  – период следования импульсов, мс.

На рис. 3 представлен алгоритм расчета мощностей спектральных составляющих модулированного оптического сигнала.

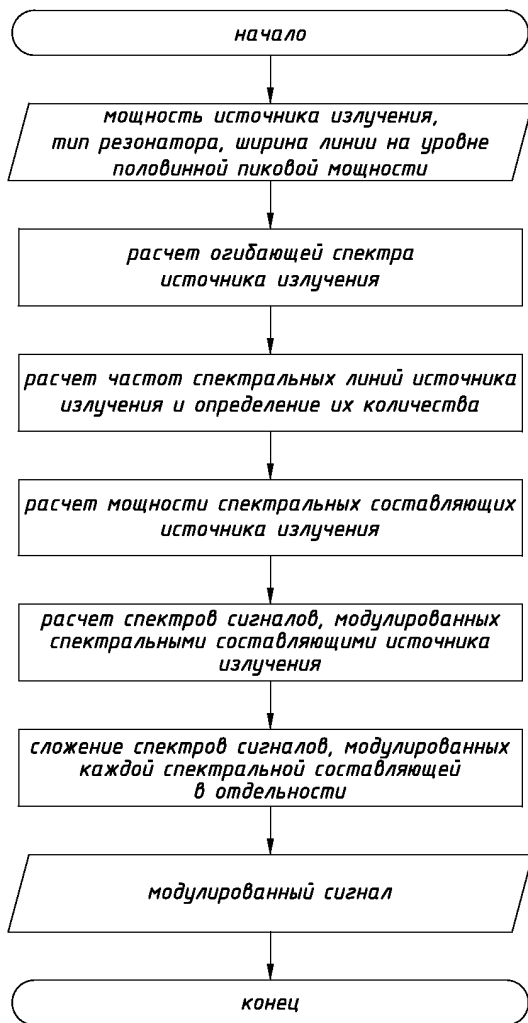


Рис. 3. Алгоритм расчета мощностей спектральных составляющих модулированного оптического сигнала

Используя известные алгоритмы преобразования сигнала при амплитудной (или фазовой) модуляции линейный сигнал преобразуется в оптический модулированный сигнал, для которого рассчитывается функция СПМ.

При передаче модулированного сигнала по оптическому волокну на его спектральные составляющие воздействует композиция нелинейных эффектов, создаваемых оптическим волокном. К нелинейным эффектам относят фазовую самомодуляцию, рассеяние Рамана, рассеяние Бриллюэна, четырехволновое смешение, фазовую кросс-модуляцию и ряд других. Нелинейные эффекты приводят к изменению спектральной плотности мощности сигнала на входе фотоприемника.

Используя функцию Q-фактора  $Q(x)$ , рассчитывается коэффициент битовых ошибок (BER), создаваемых фотоприемником:

$$BER = \frac{1}{2} \left[ Q \left( \frac{I_1 - I_0}{2\sigma_1^2} \right) + Q \left( \frac{I_1 - I_0}{2\sigma_0^2} \right) \right]. \quad (6)$$

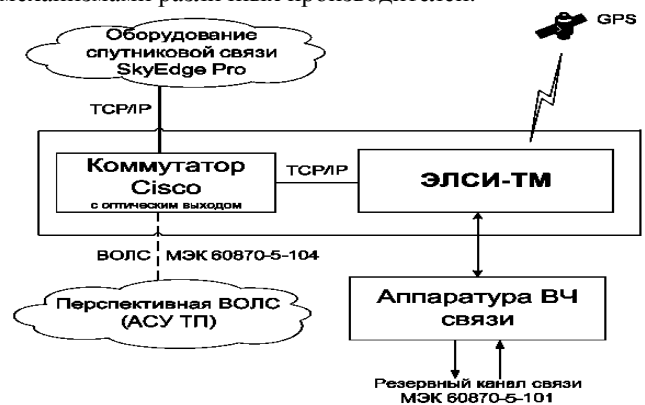
Предложенный метод позволяет повысить точность вычисления характеристик качества передачи в каналах оптических сетей связи, прежде всего сетей с волновым мультиплексированием.

Свинарева Н.В. (УкрГАЗТ)

### ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР ЭЛСИ-ТМ КАК ЕДИНАЯ ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМ является отличным выбором для построения малого и среднего масштаба систем в области промышленной автоматизации. Модульная архитектура контроллера позволяет масштабировать решения - от одиночного контроллера до территориально распределенной системы телемеханики целого производства. ПЛК ЭЛСИ-ТМ можно использовать для построения различных системных архитектур: одиночные системы с локальными входами-выходами, системы распределенного ввода-вывода и системы с удаленным вводом-выводом.

Контроллеры ЭЛСИ-ТМ имеют открытую архитектуру и поддерживают стандартные промышленные протоколы и интерфейсы. Это дает совместимость контроллера на программном и аппаратном уровне с датчиками и исполнительными механизмами различных производителей.



ЭЛСИ-ТМ - единая полнофункциональная платформа для построения систем промышленной автоматизации. Контроллер прост при конфигурировании и в эксплуатации. Для решения различных задач предоставляется широкий выбор

архитек-туры построения и модулей ПЛК. Контроллер имеет более тысячи инсталляций. Его надежность проверена в решениях ответственных задач управления непрерывными процессами.

Пользователям ЭЛСИ-ТМ оказывается постоянная техническая и сервисная поддержка. Производитель обеспечивает гарантийное и постгарантийное обслуживание, а также возможность интеграции с различным оборудованием, поддерживающим открытые интерфейсы и протоколы, заявленные в технических условиях ПЛК ЭЛСИ-ТМ.

Гибкая архитектура построения ввода-вывода на базе автоматизации ЭЛСИ-ТМ обеспечивает экономичность и высокую производительность систем управления. ПЛК ЭЛСИ-ТМ можно применять как для централизованных, так и для распределенных и удаленных систем Ввода-Вывода. Все три вида архитектуры можно строить с резервированием каналов связи, модулей центрального процессора и модуля питания.

#### Модуль для диагностики и прогнозирования состояния сетей Ethernet

Прогнозы развития протоколов показывают стабильный рост распространения сетей Ethernet. [1]

Такие сети применяются в промышленной автоматизации для передачи данных реального времени с высокими требованиями по гарантии и времени доставки.

На данный момент проблема диагностирования сетей вызывает трудности, а прогнозирование дефектов в них является еще более нетривиальной задачей.

В промышленном секторе появление любых дефектов в сетях передачи данных может привести к значительным материальным издержкам. В связи с этим авторы видят необходимость в устройстве, способном верно определять возникающие дефекты сети, а в перспективе - прогнозирующем также их возникновение.

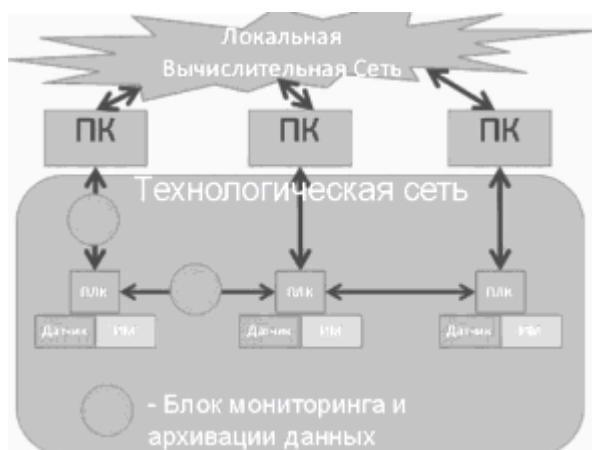
Предлагаемое решение – использование Блока мониторинга и архивации данных. Он представляет собой устройство, включаемое в технологическую сеть, пропускающее через себя трафик контролируемого канала целиком, на основании чего делаются заключения о состоянии сетей передачи данных.

Высокая актуальность разработки устройства подтверждается интересом различных научных коллективов к области технической диагностики промышленных сетей передачи данных. По причине того, что сети Ethernet все шире внедряются в промышленность, в качестве потребителей модуля диагностики и мониторинга предполагаются:

- инженеринговые компании;
- предприятия нефтегазового и энергетического комплексов;

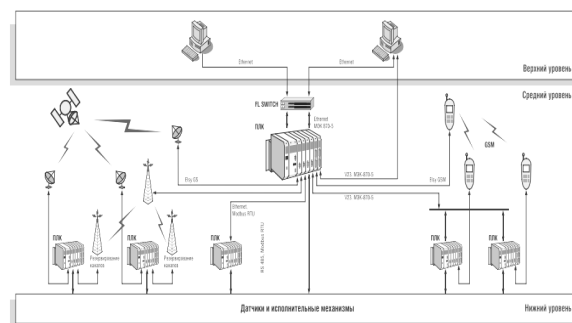
- компании, имеющие дело с данными высокой важности.

Общая схема подключения устройства к системе автоматизации показана на Рисунке 1.



**Рисунок 1– Включение модуля диагностики и архивации данных в технологическую сеть**

Варианты применения



#### Литература

1. *Материал* из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс]: <http://ru.wikipedia.org/wiki>. Контроллер.
2. *Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМ* [Электронный ресурс] : <http://elesy.ru/products/products/plc.aspx>.
3. *Industrial Networking* - 2009, John Morse -Snr Market Analyst, IMS Research.
4. *Разработка систем на кристалле на базе ПЛИС Actel.* - [Электронный ресурс] : <http://www.actel.ru/publics/33-s oc.html>.
5. *Контролер ЭЛСИ-ТМ, теперь и в электроэнергетике* [Электронный ресурс] : <http://conference.elesy.ru/files/jubilee/13.pdf>.

*Радоуцкий К.Е., ст. преподаватель (УкрГАЗТ)*

### СЖАТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ГРАФОВ

На сегодняшний день способ представления 3х мерных моделей в виде триангулированных графов является наиболее распространенным при компьютерном моделировании.

Был разработан способ формат данных для компактного хранения пространственно-распределенной информации при помощи триангулированных графов. Все данные сводятся к структуре следующего вида: координаты в 3х или 2х – мерном пространстве, связи с подобными элементами, а также дополнительная информация. Такой способ представления требует для хранения координат вершин модели и связности между ними 2 байт на вершину. Т.е. для хранения модели в 10 миллионов вершин и 20 миллионов полигонов потребуется менее 20 мегабайт памяти.

Разработанный формат и алгоритм работы с ним легко могут быть модифицированы для точечных моделей (модели получаемый с 3х мерных сканеров), регулярных решеток (карты поверхности Земли) или 2х мерных графов (картографическая информация).

*Меркулов В.С. Чаленко О.В. (УкрДАЗТ)*

### БРОКЕР РЕСУРСІВ У GRID СИСТЕМАХ. ЕВРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ

Брокерові відомий лише максимальний час виконання завдання (а не реальний час її виконання). Таким чином, він приймає рішення про розміщення завдання, ґрунтуючись на неповній інформації про точне число необхідних процесорів і верхню межу часу виконання.

В середовищі Grid обчислювальні ресурси можуть змінювати продуктивність, комунікаційні з'єднання можуть змінювати 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

$$\sum_{j=1}^m K_j Q_j$$

$$Q_j = \sum_{i \in T^{-1}(j)} I_i \text{ и } I^{-1}(j)$$

де  $I_i$  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 великими і дешевими: чим дешевше завдання, тим більше ефективність.

*Харченко Н., Кривонос В. (ХУВС)*

### СПОСОБ ОБРАБОТКИ ВИДЕОКАДРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДСКАЗАНИЯ

Основной сложностью при работе с видео являются большие объемы передаваемой информации. Это делает необходимым использование различных методов обработки и сжатия информации.

В современных технологиях сжатия видеопоследовательность обрабатывается путем разделения всех кадров на три типа: кадры первого типа (I-кадры, опорные) сжимаются с использованием информации, имеющейся только в этих кадрах; кадры второго типа (P-кадры, предсказанные) сжимаются с использованием предшествующих I- или P-кадров с помощью предсказывающего кодирования, что обеспечивает увеличение степени сжатия относительно I-кадров; кадры третьего типа (B-кадры) сжимаются с использованием двунаправленного предсказания, т.е. с привлечением предшествующих и последующих I- и P-кадров. Максимальная степень сжатия обеспечивается в кадрах B-типа. Однако такие алгоритмы являются наиболее ресурсоемкими, что в случае работы с потоковой передачей может привести к значительным временным задержкам в системах передачи данных.

В P-кадрах устраняется два вида избыточности: пространственная (малое изменение цвета в соседних пикселях) и временная (подобие между соседними кадрами). Для сокращения пространственной избыточности применяется кодирование с преобразованием, а для временной - кодирование с предсказанием. Фактически P-кадры содержат изменения относительно предыдущего I- или P-кадра. Относительно опорных объем передаваемых данных в P-кадре уменьшается в среднем в 3 раза. Поэтому чем

большее количество Р-кадров используется в видеопоследовательности, тем сильнее сжатие в целом, но тем хуже качество изображения и тем выше должен быть уровень контроля за ошибками, так как ошибка в одном блоке распространится на всю группу последующих Р-кадров. Важной особенностью алгоритма обработки видеопоследовательности является, то, что кадры перестают быть независимыми: невозможно восстановить Р-кадры без ключевого I-кадра. Используемое в современных алгоритмах сжатия трансформированных изображений статистическое сжатие, основанное на кодировании Хаффмана, имеет ряд существенных недостатков. Таких, как высокая чувствительность к ошибкам, необходимость в буферном накопителе, невозможность определить степень сжатия до начала кодирования, большие задержки при построении дерева для длинной видеопоследовательности.

Таким образом, можно сделать вывод, что для увеличения степени сжатия видеоряда необходимо использование нескольких типов кадров с разной степенью сжатия, в которых будут устраняться все виды избыточности.

*Шинкарев В.В. (ХУВС)*

### **СПОСОБ КОМПРЕССИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СРЕДСТВАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

Доставка информации в системах аэрокосмического мониторинга обеспечивается с использованием телекоммуникационных систем. Особенность функционирования радиотехнических средств на борту летательного аппарата (низкоорбитальный космический аппарат, беспилотных летательный аппарат) заключается в их ограниченных энергетических и массогабаритных возможностях.

Направлением экономии энергетических и временных ресурсов является организация компактного представления данных.

Одним из эффективных подходов для реализации функций компрессии на борту являются технологии использующие дифференциальное представление изображений. Следовательно, цель исследований заключается в построении методологии формирования технологии компрессии дифференцированных изображений для обоснования направления разработки новых систем компрессии изображений.

Для этого сформирована методология технологических процессов сокращения избыточности изображений представленных в дифференциальном виде. На основе исследования построенной

методологии компрессии дифференцированных изображений обоснован подход относительно сокращения избыточности в реалистических изображениях без потери их качества на основе построения их дифференциального описания. Такое обоснование базируется на:

1) относительной простоте формирования дифференциального представления;

2) возможности учета интегрированной корреляции в последовательностях элементов изображения и на основе выполнения одномерного ортогонального преобразования;

3) сокращения среднеквадратической погрешности за счет выполнения только одного этапа ортогонального преобразования.

4) допускает свою интеграцию как для различных форматов сжатия, так и для различных режимов сжатия. Следовательно, обеспечивается инструмент для расширения возможностей форматов представления изображений.

*Баранник В.В., Додух А.Н. (ХУВС)*

### **КОДИРОВАНИЕ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОРТОВЫХ СРЕДСТВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

Для дистанционного получения видеoinформации наиболее приоритетными средствами являются комплексы авиационного базирования, в том числе беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Беспилотники относятся к системам ограниченной мощности. Отсюда недостаточные возможности по характеристикам производительности бортовых информационно-телекоммуникационных систем. Сокращение объемов видеоданных, а следовательно, уменьшение времени передачи достигается за счет интегрирования технологий компрессии изображений. В условиях дистанционного сбора информации требуется использовать методы, обеспечивающие сжатия насыщенных реалистических изображений в условиях ограниченной сложности алгоритмической реализации. Поэтому научно-прикладная тематика, посвященная исследованию таких технологий, является актуальной. В работах по обработке изображений показано, что выдвинутым требованиям соответствуют технологии сжатия с использованием построения апертурной структуры изображений. Для таких методов в процессе описания апертур изображений формируются аппроксимирующие величины.

Это позволяет рассматривать данную совокупность как координатно-яркостная составляющая архитектуры фрагмента изображения. На базе координатно-яркостной составляющей формируется

составляющая фрагмента изображения, а именно построчно масштабирующая форма (ПМФ). Такая форма базируется на аппроксимирующих величинах апертур, несущих наибольшее количество информации о яркостных характеристиках фрагмента изображения. Масштабирование достигается в результате замены последовательности элементов видеоданных аппроксимирующей величиной. Особенность масштабирования в том, что имеет построчное направление и описывает неравномерное количество элементов.

Для наибольшего выявления закономерностей предлагается рассматривать не отдельные компоненты, а последовательности аппроксимирующих величин апертур. Это позволяет рассматривать процесс кодирования адаптивного позиционного числа как формирование кодов для отдельных строк массива аппроксимирующих величин, которые являются одномерными адаптивными позиционными числами с неравными соседними элементами (ОАПЧ). Решение задачи, а именно формирование кодового описания предлагается осуществлять в рамках структурного подхода на базе кодовых конструкций для позиционных чисел.

Массивы построчно-масштабирующей составляющей фрагмента изображения представляются в виде одномерных адаптивных позиционных чисел с неравными соседними элементами (АПЧ). В этом случае строки массивов аппроксимирующих величин являются одномерными позиционными числами с неравными соседними элементами. Это позволяет рассматривать процесс кодирования АПЧ как формирование последовательности кодов-номеров для отдельных строк массива аппроксимирующих величин.

Код для АПЧ формируется на основе получения его номера во множестве допустимых позиционных чисел с адаптивным основанием и с учетом с дополнительных запретов на равенство соседних элементов. Для этого исключается количество запрещенных позиционных чисел, которые содержат равные соседние элементы.

Система кодирования обеспечивает:

- 1) формирование кода для строки массива аппроксимирующих величин, рассматриваемой как адаптивное одномерное позиционное число с ограниченным динамическим диапазоном и неравенством соседних элементов;
- 2) исключения избыточного количества позиционных чисел, которые содержат равные соседние элементы;
- 3) устраняет количество запрещенных последовательностей на произвольном шаге обработки включая количество избыточных последовательностей: содержащих равные соседние элементы на позициях не старше позиции обрабатываемого элемента;

содержащих равные элементы для предшествующих элементов на текущей позиции и элемента обрабатываемой последовательности на предыдущей позиции относительно обрабатываемой.

*Лисечко В.П., Ухова О.О. (УкрДАЗТ)*

## МЕТОДИ ВНУТРІШНЬОМЕРЕЖЕВОГО СПІВІСНУВАННЯ В КОГНІТИВНИХ РАДІОМЕРЕЖАХ

Розглянуто проблему внутрішньомережевого співіснування в когнітивній радіомережі. Одним із можливих вирішень цієї проблеми є застосування динамічних методів управління спектром на основі модифікацій методу динамічного стрибкоподібного перестроювання частоти DFH (Dynamic Frequency Hopping). Цей метод представляє собою безперервну передачу даних, яка здійснюється на одному з доступних каналів, у той час як інші канали одночасно прослуховуються. Через 2 секунди, чарунки WRAN налаштовуються на новий робочий канал і звільняють раніше використовуваний.

Методи, основані на DFH, надають можливість не відгороджуватися від втручання, а адаптуватися до місцевого застосування спектру, обираючи час та вторинного абонента в «віртуальних ліцензійних каналах», які використовуються первинними (ліцензованими) абонентами.

Застосування цих методів дозволяє знизити ймовірність одночасного зайняття каналу двома користувачами, що в свою чергу збільшить кількість користувачів, яким за звичайних умов було б відмовлено в обслуговуванні.

*Баранник В.В., Кривонос В.Н. (ХУВС), Хаханова А.В. (ХНУРЭ)*

## МОДЕЛЬ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТ ТРАНСФОРМАНТ

Рост объемов видеoinформации, что диктуется растущими потребностями современного общества, формирует повышенные нагрузки на информационные системы. При этом требуется снижать энергетические затраты информационно-вычислительных и телекоммуникационных ресурсов. Для решения данной проблемы используется множество технологий обработки информации, в том числе компактного представления видеоданных. Наиболее эффективными среди таких технологий строятся с использованием предварительного трансформирования на основе ортогональных преобразований (Уолша, Хаара,

дискретного косинусного преобразования, вейвлет-систем). В тоже время существующие подходы не обеспечивают решения, выдвигаемых к ним требований по степени компрессии, времени обработки и уровню достоверности информации. Отсюда повышение эффективности процессов компактного представления является актуальной научной задачей. В связи с этим цель исследований состоит в построении новых подходов относительно представления трансформированных изображений.

Ключевой составляющей систем компрессии трансформированных изображений является технология кодирования.

Для кодирования трансформант используются два базовых подхода. Первый подход базируется на обработке компонентной структуры трансформанты. Второй подход осуществляет кодирование для битовой структуры трансформанты.

Наименьшее время обработки обеспечивается для компонентной структуры трансформанты. Это объясняется следующими причинами:

- битовая структура трансформанты строится на основе бинаризации ее компонент. В этом случае для каждой компоненты формируется двоичное представление, длиной  $d$  бит. Количество обрабатываемых данных для битового представления трансформанты увеличивается в  $d$  раз;
- требуется затратить дополнительное количество операций собственно на саму бинаризацию каждой компоненты трансформанты;
- обработка для компонентной структуры может реализовываться с использованием кодовых таблиц Хаффмана. Это требует меньшего количества операций по сравнению с арифметическим кодированием.

Отличительной особенностью процесса устранения избыточности в компонентной структуре трансформанты состоит в учете:

- концентрации основной энергии исходного сигнала в низкочастотных компонентах, и наоборот информация о мелких деталях формируется в высокочастотных компонентах трансформанты дискретного косинусного преобразования, значения которых зачастую близки к нулевому;
- наличия компонент трансформанты с нулевыми значениями.

Это позволяет организовывать обработку на основе устранения статистической и структурной избыточности. Для такого варианта трансформанта из двумерной растягивается по диагональному зигзагу в одномерную структуру. После чего формируется совокупность пар  $\{y_\alpha, \ell_\alpha\}$ , где  $y_\alpha, \ell_\alpha$  - соответственно значение  $\alpha$ -й значимой компоненты

развернутой трансформанты и количество компонент, имеющих одинаковое значение. В результате  $m^2$  компонент трансформанты заменяются  $m$  парами  $\{y_\alpha, \ell_\alpha\}$ , т.е.  $\alpha=1, m$ . В результате выявления значимых компонент трансформант создается возможность для устранения структурной избыточности.

Для этого строится модель оценки информативности трансформант с учетом неравномерности распределения динамических диапазонов компонент. Проводится обоснование того, что трансформанта имеет структурную избыточность.

Обосновывается, что в результате позиционного кодирования сокращается структурная избыточность, вызванная с одной стороны когерентностью областей изображений, а с другой стороны - наличием анизотропных свойств изображения.

На основе построенной модели определено минимальное количество структурной избыточности в трансформантах сегментированных изображений.

*Баранник В.В., Крансоруцкий А.А. (ХУВС),  
Рогоза И.Е. (НАУ)*

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КОМПРЕССИИ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Широко используемыми сервисами являются видеоконференцсвязь, системы видеонаблюдения как с использованием проводных стационарных и беспроводных мобильных телекоммуникационных технологий (ТКТ). Распространение получают форматы HD и Full HD. В этом случае размера кадра соответственно равен  $1280 \times 720$  и  $1920 \times 1080$ , а частота изменяется от 30 кадров/с для систем с ограниченной пропускной способностью до 60 кадров/с – с относительно высокой пропускной способностью.

Время передачи несжатых изображений достигает нескольких сотен секунд в то время как требуемое время доставки одного кадра не должно превышать нескольких миллисекунд. В современных инфокоммуникационных системах для снижения объемов видеoinформации используются технологии компрессии изображений.

Степени сжатия существующих технологий компрессии изменяются от 1,2 до 30 раз в зависимости от класса изображений. С одной стороны это позволяет снизить объемы видеоданных, и организовывать передачу изображений нормального SD качества по высокоскоростным каналам связи на небольшие расстояния. Однако с ростом размеров изображений как второй составляющей качества визуализации,



предъявляемых со стороны видеоинформационных сервисов, до форматов HD и Full HD с частотой кадров превышающих 30 кадров/с данные степени сжатия оказываются недостаточными. В зависимости от доступной скорости передачи данных степень сжатия необходимо повысить в среднем на 10 – 50%. Значит, снижение объемов видеоданных, передаваемых в инфокоммуникационных системах при сохранении заданного качества визуализации, т.е. заданного размера изображений и наличия ограниченного искажения их качества, является актуальной научно-прикладной задачей. Отсюда, цель исследований состоит в обосновании базовой технологии для компрессии изображений с заданным качеством визуализации с использованием предварительного трансформирования.

Обосновывается, что в качестве базового направления для дальнейшего развития технологий компрессии необходимо использовать метод сжатия JPEG, позволяющий: сокращать объем реалистических изображений в режиме наличия ограниченных потерь их качества; учитывать в процессе сжатия возможность сокращения психовизуальной избыточности, обусловленной особенностями восприятия изображений лицом принимающим решения, и пространственной избыточности, обусловленной наличием когерентных областей изображения.

Показано, что обработка трансформант на основе непосредственного кодирования их компонент эффективно работает после этапа квантования т.е. нелинейного сокращения динамического диапазона, что приводит к потере качества восстановленных изображений. Отсюда следует: неэффективность рассмотренной технологии кодирования компонент трансформант в случае обеспечения необходимой степени достоверности восстанавливаемых изображений.

Обоснована необходимость дальнейшего совершенствования методов компрессии в рамках формата JPEG на основе использования технологии кодирования битового описания трансформант. Выявлены преимущества технологии кодирования битовых плоскостей трансформант относительно технологии непосредственного кодирования компонент трансформант, которые состоят в том, что:

- 1) обеспечивается возможность улучшить характеристики технологии сжатия не вызывая необходимости коренных, а значит и дорогостоящих изменений в технологическом процессе;
- 2) существует возможность выявления пространственной избыточности статистического и психовизуального типов в большем количестве;
- 3) большое количество нулевых областей распределенных на различных позициях битовых плоскостей.

*Кальченко Д.С. (ХНУРЭ)*

## **ВЕРИФИКАЦИИ ДВУХОСНОВНОГО КОДИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЮ КОМПРЕССИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Совершенствование инфокоммуникационных систем не представляется возможным без использования технологий компрессии. В свою очередь это требует совершенствования самих технологий компрессии видеоданных. В первую очередь должно обеспечиваться сжатие видеоданных без потери информации и минимизации сложности технологической реализации. Создание таких подходов является актуальной научно-прикладной задачей.

Предлагается направление построения систем сжатия с заданными требованиями на основе формирования кодов для одномерных двухосновных позиционных чисел. Показывается, что такой подход обеспечивает сокращение объемов видеоданных без потери информации. С другой стороны эффективность создаваемых технологий кодирования зависит от их совместимости и слаженного функционирования в комплексных системах компрессии.

Поэтому цель исследований состоит в необходимости разработки метода верификации двухосновного позиционного кодирования с адаптивными приращениями в системы компрессии изображений для средств телекоммуникаций.

Верификация разработанного кодирования в систему компрессии изображений (СКИ) с выявлением апертур подразумевает процесс интегрирования, для которого требуется обеспечить:

1. Заданный уровень качества восстановленных изображений.

2. Возможность обработки служебных данных, формируемых внедряемой технологией кодирования, базовыми средствами системы компрессии, т.е. должна обеспечиваться совместимость свойств служебных данных существующим в СКИ средствам их обработки.

3. Возможность для повышения степени компрессии изображений как результат функционирования внедряемого кодера в СКИ.

4. Необходимый уровень оперативности формирования и устойчивости кодовых комбинаций, компактно представленных изображений, к ошибкам канала связи.

Создан метод верификации кодера одномерных двухосновных позиционных чисел в систему компрессии изображений, содержащий следующие этапы:

- процесс выявления апертур с фиксированной длиной. Данный вариант имеет преимущества

относительно помехоустойчивости к ошибкам в канале связи, и относительно времени обработки сформированных апертур;

- формирование кода-номера для одномерного двухосновного позиционного числа;
- построение и кодирование одномерных трехосновных позиционных чисел на основе добавления к ОДОП числу в качестве младшего элемента координаты вершины апертуры;
- формирование и кодирование массивов адаптивных приращений и высот апертур в дифференциальном полиадическом пространстве, что обеспечивает интегрирование информационной части кодограммы ОДОПЧ в общую кодовую конструкцию, строящуюся на основе функционирования системы компрессии изображения;

Разработан метод сетевого формирования кодовых конструкций на основе трехэтапного иерархического подхода, а именно:

- на первом этапе из отдельных неравномерных кодограмм кодов-номеров ОТОПЧ формируются ОТОПЧ-пакеты. Здесь обеспечивается сжатие изображений в результате: формирования длины кодограммы апертуры, зависящей от количества структурно-комбинаторной избыточности; формирования и кодирования массивов адаптивных приращений и высот апертур в дифференциальном полиадическом пространстве;
- на втором этапе формируются ОТОПЧ-кадры. При этом обеспечивается без ошибочное позиционирование неравномерных ОТОПЧ-пакетов;
- третий этап заключается в образовании кодовой конструкции компактно-представленных изображений на основе без ошибочного включения в себя ОТОПЧ-пакетов. Обеспечивается возможность:
- обработки служебных данных, формируемых внедряемой технологией кодирования, базовыми средствами системы компрессии, т.е. обеспечивается совместимость свойств служебных данных существующим в СКИ средствам обработки.
- для повышения степени компрессии изображений как результат функционирования внедряемого кодера в СКИ.
- достигнуть необходимой оперативности и устойчивости кодовых комбинаций, компактно представленных изображений, к ошибкам канала связи.

*Королева Н.А. (УкрГАЗТ), Юдин А.К.,  
Школьник А.Ю. (НАУ)*

## ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Развитие отрасли телекоммуникаций и информатизации связано с обеспечением: мониторинга стратегических объектов; обеспечения мониторинга и безопасности мероприятий международного значения; мониторинга ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Здесь требуется повышать эффективность информационного обеспечения с использованием дистанционных средств аэрокосмического базирования. Основная научно-прикладная проблема, с которой сталкиваются, заключается в снижении времени доставки видовых изображений с необходимой разрешающей способностью. Однако анализ существующих характеристик бортовой аппаратуры передачи данных показал, что они не обеспечивают своевременную доставку оцифрованных изображений. Существует противоречие между требуемыми характеристиками процессов доставки данных, а именно временем обработки, передачи, качеством восстанавливаемых изображений, и реальными характеристиками для существующих комплексов дистанционных аэросредств. Добиться необходимой оперативности доставки информации возможно на основе сокращения объемов обрабатываемых и передаваемых видеоданных. Для этого на бортовые комплексы интегрируются технологии компрессии. В тоже время в условиях аэрокосмического мониторинга требуется использовать методы, которые эффективно кодируют насыщенные реалистические изображения с контролируемой сложностью технической реализации. Одной из эффективных является технология с предварительным формированием апертурных составляющих изображений.

Однако существующие технологии, реализующие обработку апертур, базируются на отдельной обработке их составляющих. Это ограничивает возможности дополнительного увеличения степени компрессии видеоданных. Следовательно, необходимо использовать подход относительно двухкомпонентной компрессии составляющих апертур на основе формирования обобщенного кодового слова. Значит, цель исследований заключается в обосновании необходимости создания информационной технологии компактного представления на основе обобщенного представления двух компонент апертурного описания изображений.

В процессе построения метода кодирования предлагается организовывать следующие подходы, а

именно:

1. Формировать кодовое описание заданной длины. Например, для хранения в компактном виде видеоинформации в системах резервного копирования, хранилищах данных, на внешних носителях информационно-вычислительных систем. Здесь кодовым словом  $D_{\text{пес}} = D_{\text{прос}}$  будет машинное слово равномерной длины, принимающая значения от 16 до 64 бит в зависимости от системы.

2. Формировать обобщенное кодовое представление, которое предлагается организовывать на базе наращивания кодовой конструкции построено-масштабного представления фрагмента изображения путем добавления к ней части кодовой комбинации, сформированной для элементов координатно-структурного описания.

Это обеспечит следующие возможности:

Во-первых, дополнительно повысить степень сжатия за счет сокращения количества кодовой избыточности, обусловленной наличием незначимых нулевых разрядов в базовой кодовой конструкции

Во-вторых, повысить оперативность обработки фрагментов изображений. Это объясняется тем, что: будет существовать возможность проводить восстановление фрагмента изображения на основе реконструкции обобщенного кодового представления.

В третьих, снизить вычислительную сложность, требующуюся для реализации процессов обработки.

методом за фиксированное число шагов и с заранее заданными параметрами, как самого сверточного кода, так и параметров перемежения.

*Малиновский М.Л., Аленин Д.А., Коноваленко Н.В.  
(ООО НПП «Стальэнерго»)*

### РЕАЛИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ С ЧЕТЫРЕХЯДЕРНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ПЛИС

Технические характеристики и широкий диапазон возможностей программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) могут быть успешно использованы разработчиками для создания современных систем железнодорожной автоматики на всех уровнях иерархии: от объектных контроллеров до центральных вычислительных модулей. В первую очередь преимущества ПЛИС-технологий являются востребованными на линиях скоростного движения, где предъявляются повышенные требования к быстродействию, надежности и безопасности систем автоматики.

Специалистами компании «Стальэнерго» в рамках создания комплекса программно-технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики «СТРЕЛА-10» разработана линейка устройств на основе ПЛИС. К этой линейке относятся концентраторы связи верхнего и нижнего уровней и центральный вычислительный модуль (ЦВМ) с четырехядерной архитектурой. Четыре ядра ЦВМ объединены по схеме резервирования «два дублированных канала».

В каждом ядре на основе ПЛИС реализована цифровая система, архитектура которой приведена в виде статической структуры (рис. 1) и диаграммы состояний (рис. 2).

В данной архитектуре предусматривается параллельное выполнение многих процессов, связанных с передачей и обработкой данных, что практически невозможно реализовать на основе микропроцессоров. В результате распараллеливания алгоритмов производительность системы возрастает в десятки раз.

В докладе раскрывается архитектура, приведена оценка надежности и безопасности ЦВМ, описывается технология автоматизированного проектирования программного обеспечения ЦВМ для систем централизации.

*Приходько С.И., Боцул А.В.,  
Волков А.С. (УкрГАЗТ)*

### АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СВЕРТОЧНЫЕ КОДЫ ПЕРЕМЕЖЕНИЯ

Предлагается метод построения двоичных алгебраических сверточных кодов перемежения, отличающихся от известных, введением дополнительного алгебраического свойства, учитывающего прямую и обратную перестановку символов между кодовыми словами. Показано, что в результате формирования кодовых слов алгебраических сверточных кодов перемежения в декодирующем устройстве предусмотрено разбиение группирующихся ошибок на серию случайных, с последующим их исправлением. При этом удается строить сверточные коды с произвольно большими длинами кодового ограничения алгебраическим

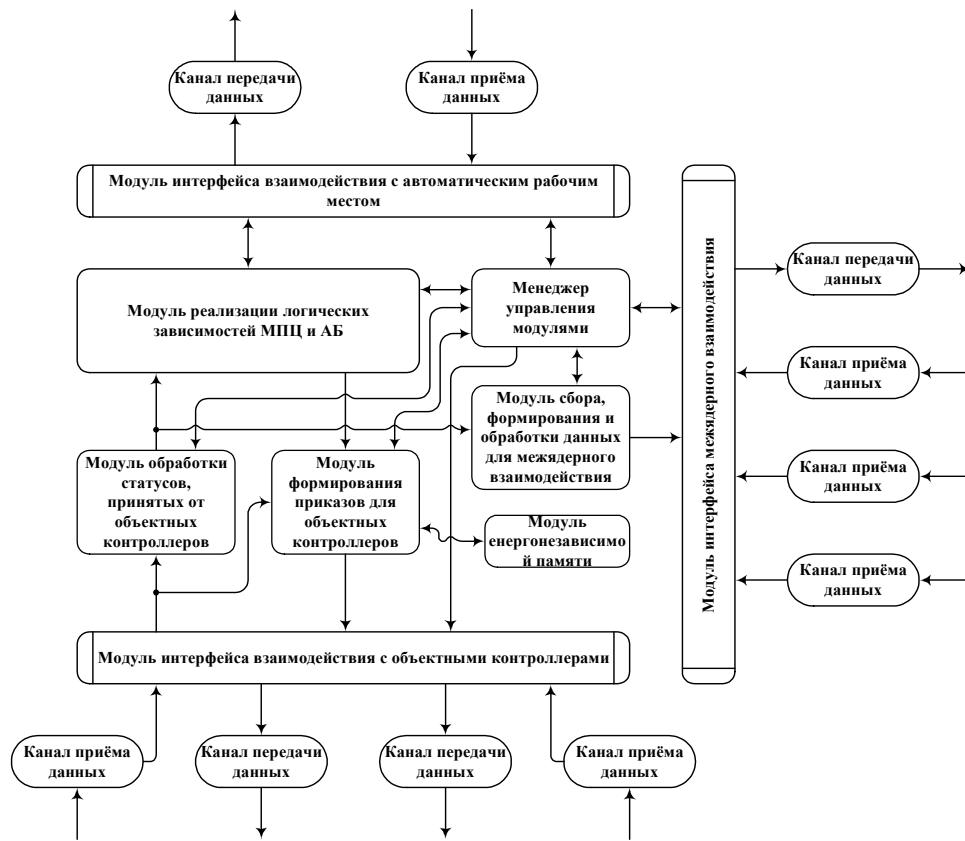


Рис. 1. Структура цифровой системы, реализованной на основе ПЛИС в ЦВМ комплекса «СТРЕЛА-10»

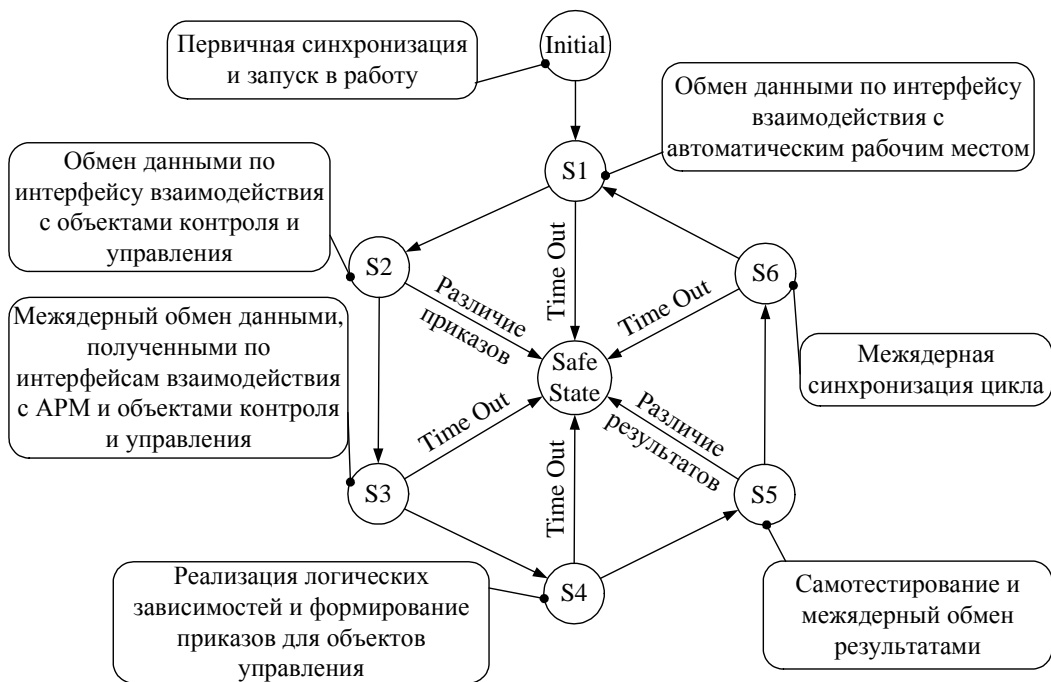


Рис. 2. Диаграмма состояний ЦВМ

*Баранник В.В., Сафронов Р.В. (ХУВС)*

### СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВИДЕОТРАФИКОМ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ

Основной составляющей трафика в современных телекоммуникационных системах является видео и интегрированная графическая информация. Для организации своевременной доставки потока видеоданных широко применяются методы компрессии, базирующиеся на преобразованиях изображений с последующим кодированием компонент трансформант статистическими кодеками. Однако применяемые методы сжатия недостаточно эффективны при обработке сильнонасыщенных реалистичных изображений и видео потоков высокого качества, и не удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к ним по времени обработки, битовой скорости и качеству восстановления видеоданных.

Совершенствование технологий и методов кодирования трансформированных изображений с целью снижения битовой скорости и сокращения времени кодирования является актуальной научно-прикладной задачей.

Методы статистического кодирования реалистичных изображений обладают рядом существенных недостатков, а именно: их применение для трансформированных изображений не дает возможности определять степень сжатия (битовую скорость) до начала процесса кодирования. До получения кода каждого элемента трансформанты, невозможно говорить о величине битовой скорости трансформанты, а возможно определение значения средней битовой скорости для трансформанты. Также невозможно заранее оценить значения минимальной и максимальной битовой скорости. Оценивать граничные значения битовой скорости можно в случае отбрасывания заранее известного количества высокочастотных компонент трансформанты. Это приводит к большим потерям качества.

Отсюда *цель исследований* заключается в разработке метода кодирования, позволяющего производить формирование кода в соответствии с заданными значениями битовой скорости, времени кодирования и качества реконструкции изображения в условиях ограниченных вычислительных характеристик.

Разработанный метод кодирования трансформант ДКП обеспечивает выигрыш по времени обработки относительно существующих технологий в среднем в 1,5 раза. Выигрыш в основном достигается за счет использования кодирования в НБСК, на выполнение которого отводится меньшее количество операций, чем при применении статистических кодов. Это позволяет осуществлять обработку оцифрованных изображений в

реальном времени. При уменьшении степени насыщенности фрагментов изображений значение суммарного времени  $T_{var}$  уменьшается в среднем в 7 раз. Это обеспечивает снижение битовой скорости и времени обработки изображений для полиадического кодирования трансформант ДКП.

По результатам исследований можно сделать выводы:

1. Обоснована возможность применения метода сжатия изображений на основе кодирования их сегментов в НБСК с использованием ДКП.

2. Трансформанты двумерного ДКП изображений соответствуют требованиям кодовых конструкций в НБСК.

3. Определены оценки битовой скорости, времени кодирования и величины потерь для кодов чисел НБСК, образованных на основе трансформант ДКП.

4. Дополнительное повышение степени сжатия происходит за счет уменьшения длины кодового представления трансформанты; вследствие адаптивного выбора системы оснований числа НБСК.

5. В ходе исследования информационных характеристик трансформант ДКП, выявлено, что в результате их кодирования в НБСК обеспечивается снижение времени обработки относительно существующих технологий в среднем в 1,5 раза.

*Радченко Д.В. (УкрДАЗТ)*

### ДО ШВИДКІСНОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В МЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ

З кожним днем зростає потреба у високих швидкостях передачі даних у мережах зв'язку на більшій відстані, а також виникає необхідність постійно її збільшувати. Однією з перспективних технологій високошвидкісного й наддалекого зв'язку вважається солітонна передача даних. Солітон - це особливий вид світлового імпульсу, що при поширенні в певній середовищі, і зокрема - оптичному волокні, зберігає свою форму. У закордонній і вітчизняній літературі розглядаються принципи солітонів, їх фізичні властивості та можливість застосування властивостей солітонної передачі даних на мережах волоконно-оптичних ліній зв'язку. Зараз здійснюється впровадження мережі «Інтернет» для абонентів, що підключені до залізничних мереж зв'язку, а в майбутньому планується впровадження новітніх технологій зв'язку для забезпечення швидкісного руху поїздів, це потребує збільшення швидкості передачі даних від STM-4 до STM більшого рівня, тому що вже зараз спостерігається недостача трафіку для забезпечення необхідного резервування та нормального функціонування мережі зв'язку.

Баранник В.В., Сафронов Р.В. (ХУВС)

### СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВИДЕОТРАФИКОМ В ИНФОКОМУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Основной составляющей трафика в современных телекоммуникационных системах является видео и интегрированная графическая информация. Для организации своевременной доставки потока видеоданных широко применяются методы компрессии, базирующиеся на преобразованиях изображений с последующим кодированием компонент трансформант статистическими кодеками. Однако применяемые методы сжатия недостаточно эффективны при обработке сильнонасыщенных реалистичных изображений и видео потоков высокого качества, и не удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к ним по времени обработки, битовой скорости и качеству восстановления видеоданных. Совершенствование технологий и методов кодирования трансформированных изображений с целью снижения битовой скорости и сокращения времени кодирования является актуальной научно-прикладной задачей. В условиях выбранного кода и заданного режима сжатия, уменьшение длины компактного представления возможно путем квантования или в результате возврата на более ранние этапы обработки. Без переработки (перекодирования) уменьшить длину сжатого представления данных не представляется возможным. Организация поиска по таблицам, а также реализация кодового преобразования ведет к увеличению временных затрат на выполнение операции кодирования и их существенное усложнение (снижение быстродействия). Параллельная работа статистических кодов для процессов кодирования и декодирования отдельных компонент трансформанты не возможна, поскольку неизвестно расположение элементов в трансформанте. Отсюда необходимо разработать метод кодирования, позволяющий производить формирование кода в соответствии с заданными значениями битовой скорости, времени кодирования и качества реконструкции изображения в условиях ограниченных вычислительных характеристик. Разработанный метод кодирования трансформант ДКП обеспечивает выигрыш по времени обработки относительно существующих технологий в среднем в 1,5 раза. Выигрыш в основном достигается за счет использования кодирования в НБСК, на выполнение которого отводится меньшее количество операций, чем при применении статистических кодов. Это позволяет осуществлять обработку оцифрованных изображений в реальном

времени. При уменьшении степени насыщенности фрагментов изображений значение суммарного времени уменьшается в среднем в 7 раз. Это обеспечивает снижение битовой скорости и времени обработки изображений для полиадического кодирования трансформант ДКП.

Батаев О.П., Захаров Є.С. (УкрДАЗТ)

### ЗАВАДОСТІЙКІСТЬ ЦИФРОВОГО КАНАЛУ З ПАМ'ЯТТЮ І ЗАВМИРАННЯМИ ПРИ НЕВИЗНАЧЕНІЙ ФАЗІ СИГНАЛУ

Останнім часом у всіх галузях народного господарства у тому числі і на залізничному транспорті знаходять широке застосування мережі і системи ширококутового доступу, наприклад технології WiMAX. Однією з проблем, що виникла при впровадженні даної технології і має вплив на завадостійкість прийому сигналів є виникнення завмирань сигналів при багатопроменовому розповсюдженні.

Визначаючи завадостійкість використовують закон Релея для швидких завмирань сигналів. В той же час не достатньо досліджено вплив глибоких завмирань сигналів в цифровому каналі з пам'яттю при невизначеній фазі. З цією метою на основі закону Накагамі з параметрами розподілу  $\Omega$ ,  $m$  відповідно щільності розподілу ймовірності огинаючої сигналу  $U$

$$\omega(U) = \frac{2m^m U^{2m-1}}{\Omega^m \Gamma(m)} \exp\left(-\frac{mU^2}{\Omega}\right) \quad (1)$$

отримано вираз для оцінювання завадостійкості каналу з завмираннями в наступному вигляді:

$$P_{\text{пом}}(h_0) = 0.5 \int_0^{\infty} \exp(-\alpha h) \frac{h^{m-1}}{\Gamma(m)} \left[ \frac{m}{h_0} \exp\left(\frac{h}{h_0}\right) \right]^m dh = \frac{1}{\Gamma(m)} \left(\frac{m}{h_0}\right) \int_0^{\infty} h^{m-1} \exp\left[-\left(\frac{m}{h_0} + \alpha\right)h\right] dh. \quad (2)$$

У виразах (1) і (2) введені такі позначення:

$$\Gamma(m) = \int_0^{\infty} t^{m-1} e^{-t} dt - \text{гама-функція}; \quad m -$$

коефіцієнт глибини завмирання сигналу;  $\Omega$  - дисперсія розподілу сигналу;  $h_0$  і  $h$  - середнє та поточне значення відношення енергії сигналу до спектральної щільності шуму відповідно;  $\alpha=1$  і  $0,5$  відповідно для некогерентного прийому фазо- і частотноманіпульованих сигналів. На основі отриманих виразів за допомогою ПЕОМ в оболонці «MATLAB» побудовані графіки залежності  $P_{\text{пом}}(h_0)$  для різних значень  $\Omega$  і  $m$ . Показана можливість збільшення завадостійкості каналу зв'язку порівняно з відомими способами прийому. Наприклад, при значенні параметра завмирань  $m=1,4$  і дисперсії  $\Omega=10$

для  $P_{\text{пом}}=10^{-4}$  енергетичний вигравш складе 14 дБ, а при зменшенні  $m$  або при збільшенні  $h$  він буде рівномірно зростати. Оскільки параметр завмирань  $m$  змінюється значно повільніше їх тривалості, то приймальний пристрій може адоптувати поріг відношення сигнал/шум при зміні закону розподілу завмирань.

*Матвеевко Н.Н. (УкрГАЗТ)*

## РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Резкое уменьшение габаритов современных электронных устройств и повышение их функциональной насыщенности во многом изменило идеологию проектирования крупных систем. В настоящее время наблюдается переход от централизованных систем, в которых один мощный процессор управляет большим количеством пассивных периферийных устройств, к распределенным - когда каждый элемент системы является активным устройством.

В первом случае в системе используется мощный процессор с большим количеством пассивных устройств, а передача информации осуществляется по параллельной шине (например VME, PCI, ISA, PC/104 и т.д.).

**Такая организация системы имеет следующие недостатки:**

Необходимость применения мощных процессоров.

Большие трудности, связанные с расширением системы.

Низкая надежность.

Большие сроки разработки.

Стыковка элементов распределенной системы управления осуществляется с помощью стандартных сетевых интерфейсов на аппаратном уровне и с помощью стандартных протоколов - на программном. Данный подход стал активно применяться в промышленности с середины 80-х годов с появлением малогабаритных компьютеров и контроллеров, обладающих невысокой стоимостью. В настоящее время даже активные датчики и исполнительные устройства стали снабжаться сетевыми интерфейсами.

Элементом системы может быть плата универсального контроллера, содержащая стандартный сетевой интерфейс или промышленный контроллер с набором модулей или плат (не более 5-ти), стыкующихся через локальную шину (VME, PC/104 и т.д.). Элементы системы, соединенные стандартными сетевыми интерфейсами, могут находиться в одном конструктиве или могут быть распределены по объекту.

**Распределенные системы обладают следующими преимуществами:**

Легкая расширяемость.

Высокая надежность.

Малые сроки разработки.

Легкость тестирования и отладки.

Возможность распределения системы по объекту.

Использование компьютеров и контроллеров меньшей мощности.

### Стационарные системы

В стационарных системах чаще всего используются компьютеры в стандарте IEEE-996 (офисный и промышленные варианты), компьютеры и контроллеры в Евростандарте. В распределенной системе управления с использованием, например, Ethernet- и CAN-интерфейса, узлы и электронные блоки могут быть скомпонованы в одном или нескольких конструктивах разного формата, что обеспечивает гибкую архитектуру системы. Например, в системе с большим количеством датчиков и исполнительных устройств распределение системы по объекту позволяет существенно уменьшить количество кабелей, повышая её надёжность и простоту эксплуатации.

Каждый из контроллеров может иметь дополнительные пассивные модули ввода-вывода, которые подключаются через системную шину контроллеров (в данном случае, шину AT96). Системный блок в этом случае может содержать несколько объединительных панелей, каждая из которых соединяет через шину группу модулей и контроллер.

В случае использования разных типов контроллеров в одном конструктиве могут применяться короткие объединительные панели с разными шинами (например VME и AT96, PCI и т.д.).

Изделия в формате PC/104 в промышленных системах могут использоваться для обслуживания удалённых датчиков и исполнительных устройств, а также в малогабаритных встраиваемых электронных блоках станков или другого промышленного оборудования.

### Бортовые системы

Основными отличиями бортовых систем от промышленных являются повышенные требования к механическим воздействиям и температуре эксплуатации.

**Распределенные системы управления сложными объектами.**

Альтернативой широко распространенным системам с центральным процессором становятся распределенные микропроцессорные управляющие системы. В этом случае микропроцессоры и связанные с ними схемы обработки данных физически располагаются вблизи мест возникновения информации, образуя локальные МПС. Такое построение системы позволяет вести обработку информации на месте ее возникновения, например,

вблизи двигателей, рулей управления, тормозной системы и т. д. В этом случае связь системы с центральной системой обработки и накопления данных и создает пространственно - распределенную систему управления.

В распределенных системах достигается значительный рост быстродействия получения и обработки входной информации, экономия в количестве и распределении линий связи, повышается живучесть, существенно развиваются возможности оптимизации режимов управления и функционирования.

#### **Распределенная АСУТП**

Второй вид решения – это применение распределенной системы управления. Это может быть реализовано, например, следующим образом: каждый конкретный технологический параметр объекта автоматизации управляется своим локальным регулятором. Все регуляторы объединены в информационную сеть и передают данные о регулируемом параметре головному управляющему устройству (промышленному компьютеру). Головное управляющее устройство также получает дополнительные данные о технологическом процессе от модулей удаленного ввода, обрабатывает их и управляет исполнительными механизмами объекта посредством модулей удаленного вывода. Головное устройство также решает задачу визуализации технологического процесса и задачу архивирования данных, если это необходимо.

#### **Достоинства распределенной системы:**

Более высокий уровень надежности, обеспечиваемый самой идеологией такой системы. В случае выхода из строя головного управляющего устройства, система в целом продолжает функционировать, технологические параметры продолжают контролироваться.

Локальные регуляторы и модули удаленного ввода-вывода могут располагаться в непосредственной близости от объекта регулирования и передавать данные о технологических параметрах в цифровой форме головному устройству. Это, с одной стороны, снижает вероятность возникновения погрешностей в этих данных, а с другой – позволяет передать данные на большое расстояние. Головное устройство уже больше не привязано к управляемому объекту.

#### **Недостатки распределенной системы:**

- Низкая скорость;
- Разнородность;
- Длинные линии связи, ошибки, потеря связи.

**АСУ ТП применяются в различных областях промышленности:**

- системы управления на транспорте;
- добыча и транспортирование нефти и газа;
- телекоммуникации и связь;
- производство и учет электроэнергии;

- приборы и станкостроение;
- металлургия;
- лабораторно-измерительные системы;
- системы специального назначения.

*Ткачов О.В., Лисечко В.П. (УкрДАЗТ)*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖ ШИРОКОСМУГОВОГО РАДІОДОСТУПУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ LTE**

Робота присвячена розробці рекомендацій по практичному застосуванню мереж бездротового радіодоступу технології LTE на основі моделі елементів низхідного радіоканалу. Також визначення завадостійкості системи, яку можна підвищити за рахунок використання більш ефективних видів модуляції та збільшенням кількості променів. Дослідження загасання сигналу у низхідному каналу на шляху розповсюдження, якість зв'язку котрого залежить від посилення приймальної та передавальної антен, потужності передавача, коефіцієнта шуму приймача, а також від втрат на шляху розповсюдження.

У технології LTE використовується технологія адаптивної модуляції (Adaptive Modulation), суть якої полягає у автоматичному виборі виду модуляції залежно від поточного відношення сигнал/шум в каналі передачі.

Різні способи модуляції дозволяють отримати різні швидкості передачі при різних відношеннях сигнал/шум. Використання спектрально-ефективних методів модуляції (64-QAM, 16-QAM) забезпечує більш високу швидкість передачі, але потребує більшої величини відношення сигнал/шум. Тому такий спосіб доцільно застосовувати для користувачів, які знаходяться поблизу базової станції. При віддаленні застосовують QPSK і BPSK, що дозволяє працювати при менших значеннях сигнал/шум.

У технології адаптивної модуляції LTE використовуються такі види модуляції :

1) Квадратурно-амплітудна маніпуляція 16-QAM та 64-QAM При використанні даного алгоритму передаваний сигнал кодується одночасними змінами амплітуди синфазної та квадратурної компонент несучого гармонічного коливання, які зрушені по фазі один щодо одного на  $\pi/2$ . Результуючий сигнал формується в результаті складання цих коливань. Цей вид модуляції використовується для передачі на вищих швидкостях. У випадку 16-QAM є 16 різних станів сигналу, що дозволяє закодувати 4 біта в одному символі. У випадку 64-QAM є 64 можливих станів сигналу, що дозволяє закодувати послідовність 6 бітів в одному символі.



2) Квадратурна фазова маніпуляція QPSK В технології LTE-OFDM використовується також QPSK маніпуляція. Вона являється чотирьохпозиційною, тобто вхідні біти групуються в групи по 2 біти та утворюють 4 різні вхідні символи. Кожному вхідному символу відповідає певне значення комплексної амплітуди модульованого сигналу.

3) Бінарна фазова маніпуляція BPSK. У випадку використання BPSK при кожній зміні вхідного біта (з 0 на 1, або з 1 на 0) автоматично змінюється фаза несучого коливання. Двійкова фазова модуляція BPSK може розглядатися як процес перемикання між двома однаковими джерелами частоти, які передають сигнали з протилежними фазами.

Застосування цих методів дозволяє зменшити потужність випромінювання на лінії «нагору» і забезпечити динамічний розподіл частотних каналів, допускає одночасну передачу інформації декількома абонентськими станціями, вирішує завдання боротьби з багатоприменовим поширенням і передачі інформації в умовах відсутності прямої видимості.

*Усиченко Р.И., Мищенко А.В. (ХНУРЕ)*

### СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ С ОТПРАВКОЙ СМС И ЗВУКОВЫХ СООБЩЕНИЙ

Системы мониторинга компьютерных сетей характеризуются широким спектром инструментов оповещения в случае возникновения нештатной ситуации на объекте наблюдения (отправка смс, e-mail, факс, получение извещения в консоль, вывод на печать и т.д.). В данной работе предлагается расширить способы оповещения путем дозвола на заданные номера телефонов и проигрывания звукового сообщения.

Система развернута на ОС Debian с использованием 3G модема, сконфигурированного как GSM-шлюз с поддержкой голоса, и может быть внедрена в существующие системы мониторинга: Nagios, Zabbix, etc.

В качестве объекта мониторинга выступает сервер. Отслеживание состояния сервера реализуется с помощью ICMP-запросов, отсылаемых каждую минуту, при этом недостижимости узла соответствует состояние false, при котором запускается скрипт отправки смс или звукового сообщения заданным абонентам. Для отправки смс используется AT-команда "AT+CMGS="номер телефона \r" + "текст сообщения \032".

Для отправки звуковых сообщений у модема предварительно должен быть активирован голосовой режим командой "AT^CVOICE=0". Дозвоны на заданный номер осуществляется командой "ATD+номер телефона;". Содержимое предварительно

записанного файла в формате sln считывается в устройство /dev/ttyUSB3 по 320 байт каждые 18 миллисекунд.

*Казанский Н.А., Кашин Д.И. (МИИТ)*

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ В КАНАЛАХ СОВРЕМЕННЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

На характеристики качества передачи в каналах ВОСП влияют следующие процессы:

- линейное кодирование бинарных цифровых потоков с последующей модуляцией их в оптические сигналы,
- воздействие оптической среды передачи на энергетические и спектральные характеристики оптических сигналов,
- качество распознавания оптических сигналов фотоприемником и линейное декодирование.

Структура спектра линейного сигнала в оптическом диапазоне длин волн на выходе передатчика (лазера) определяется: скоростью передачи и способом линейного кодирования бинарного цифрового потока, параметрами несущего оптического сигнала, выбранным форматом модуляции оптического сигнала (амплитудной, фазовой, частотной).

Приводится классификация способов линейного кодирования сигналов, применяемых в ВОСП. В качестве модели несущего оптического сигнала предложен многочастотный сигнал с дискретным по частоте спектром и огибающей амплитуд спектральных составляющих функцией гаусса.

На данном этапе рассчитывается спектральная плотность мощности оптического сигнала на выходе передатчика.

Воздействие на сигнал оптической среды передачи проявляется в трансформации структуры спектральной плотности мощности линейного оптического сигнала. На характер преобразования спектра сигнала оказывают влияние: параметры оптического волокна, проявление нелинейных эффектов в оптическом волокне (фазовая самомодуляция, фазовая кросс-модуляция, рассеяние Рамана, рассеяние Бриллюэна, модуляционная неустойчивость, четырехволновое смешение), мощность оптического сигнала и др. Влияние оптической среды усиливается в сетях связи с технологией волнового мультиплексирования из-за увеличения мощности вводимого оптического сигнала и расширения линейного спектра.

На данном этапе рассчитывается спектральная плотность мощности оптического сигнала на входе фотоприемника.

Битовые ошибки в цифровом потоке появляются в процессе демодуляции оптического сигнала фотоприемником при фильтрации энергетических параметров сигнала на единичные и нулевые символы. Уровень ошибок зависит от структуры спектра сигнала, фильтрующих свойств фотоприемника и способа линейного кодирования.

На данном этапе по спектральным характеристикам рассчитываются значения Q-фактора по средним и СКО мощностям оптических сигналов для нулевых и единичных символов. Функция ошибок позволяет пересчитать значения Q-фактора в коэффициент битовых ошибок BER.

**Секція 5**  
*Системы железнодорожной автоматики*

Зенкович Ю.И. (МИИТ, г. Москва)

### РАБОТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В настоящее время на сети железных дорог России появились высокоскоростные электропоезда с асинхронными тяговыми двигателями. Это обстоятельство привело к существенному изменению помеховой обстановки в рельсовых цепях.

Спектральный состав тягового тока допускает возможность появления гармонических или субгармонических составляющих этого тока по частоте совпадающих с частотой сигнального тока используемого для работы рельсовых цепей. Для исключения ложного срабатывания путевого фазочувствительного приемника принимаются меры по ограничению уровня помехи на частоте сигнального тока путем установки специальных фильтров и других средств ограничения.

Если частота помехи близка к частоте  $\omega_p$  и такова, что  $1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_p} \approx 1$ , где  $\Delta\omega$

разностная частота помехи и полезного сигнала, то фазовые соотношения в путевом фазочувствительном приемнике и амплитуда сигнала будут изменяться с частотой  $\frac{\Delta\omega}{2\pi}$ .

Согласно теории колебаний амплитуда сигнала на входе путевого приемника с учетом сигнала помехи  $U_{II}$  и полезного сигнала  $U_P$  может быть записана в виде:

$$U_{II} = U_C \sin(\omega_p t + \varphi) \quad (1)$$

где:  $U_C = \sqrt{(U_P + U_{II} \cos \Delta\omega t)^2 + (U_{II} \sin \Delta\omega t)^2}$  (2)

или с учетом преобразований в выражении (2) получим:

$$U_C = \sqrt{U_P^2 + U_{II}^2 + 2U_P U_{II} \cos \Delta\omega t} \quad (3)$$

Учитывая, что фазовые соотношения изменяются периодически с некоторой частотой  $\Omega$  можно полагать, что совпадение идеальных фазовых соотношений приходится на момент максимального результирующего напряжения биений, это значительно упрощает задачу определения максимального периодического времени замыкания контактов.

В этом случае максимальное время может быть определено из ниже приведенного уравнения:

$$\frac{U_{отн}}{\cos(\omega\Delta t - \varphi_{II})} = \sqrt{U_P^2 + U_{II}^2 + 2U_P U_{II} \cos(\omega\Delta t + \varphi)} \quad (4)$$

Решение уравнения (4) относительно неизвестного

времени  $\Delta t$  может быть выполнено с использованием графоаналитического метода. На рис.(1) представлены графические зависимости правой и левой части выражения (4), точка пересечения этих двух зависимостей позволяет определить максимальное периодическое время срабатывания путевого приемника при воздействии помехи от асинхронных тяговых двигателей локомотива.

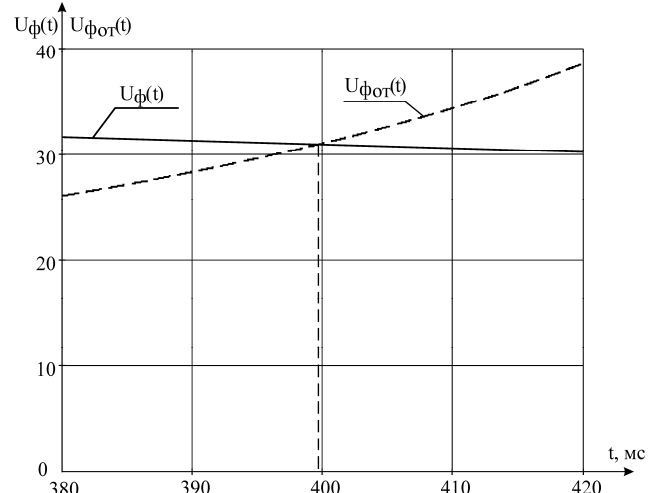


Рисунок 1. Графоаналитическое решение уравнения (4) для заданных исходных данных

Сравнение экспериментальных и теоретических значений показывает, что расхождение между ними не превышает  $\pm 5 \div 7\%$ , что обусловлено в основном инструментальной погрешностью

Коновалов П.Є. (УкрДАЗТ)

### АЛГОРИТМ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ МОТОРНО-ОСЬОВИХ ПІДШИПНИКІВ ЛОКОМОТИВІВ

Зносові пошкодження є основною причиною виходу з ладу моторно-осьових підшипників (МОП) локомотивів, тому завдання підвищення ресурсу цього вузла має вирішуватися у напрямку зниження інтенсивності зношування. Ресурс  $R$  МОП, вимірюваний в кілометрах пробігу локомотиву, розраховується як відношення граничного зносу  $U$  до інтенсивності зношування  $I$

$$R = \frac{U}{I}.$$

Оскільки величина  $U$  є константою, визначеною нормативною документацією, то збільшення ресурсу МОП може досягатися шляхом обмеження інтенсивності зношування його поверхонь.

Інтенсивність зношування  $I$  залежить від впливу

багатьох чинників, які за певними ознаками можна звести до трьох груп

$$I = f(\Phi_H; \Phi_T; \Phi_V),$$

де  $\Phi_H$  - група чинників, що залежать від зовнішніх навантажень на пару тертя;

$\Phi_T$  - чинники, що залежать від властивостей матеріалів пари тертя;

$\Phi_V$  - чинники, що пов'язують взаємодію поверхонь пари тертя з видом існуючого між ними мастильного режиму.

На підставі загальних фізичних закономірностей теорії зношування сполучень машин і з використанням зазначених вище чинників пропонується фізико-математична модель та алгоритм прогнозування ресурсу МОП, які можуть бути основою для подальшого вдосконалення вузлів осьового підвішування локомотивів.

*Ланко А.О. (УкрДАЗТ)*

## ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

У загальному випадку модель організаційно-виробничої системи, до яких належить і система технічного обслуговування (ТО) пристроїв залізничної автоматики (ЗА), можна формально визначити як упорядковану множину (структуру системи) неподільних елементів, що відповідають вимогам та параметрам цільової функції або критерію мети.

Згідно з життєвим циклом пристроїв ЗА, процес ТО є невід'ємною частиною технічної експлуатації. Тому математична модель системи ТО пристроїв ЗА є описом компонентів і функцій та відображає істотні властивості як самого процесу ТО, так і процесу експлуатації. А отже для системи ТО пристроїв ЗА можна виділити дві структури: функціональну та організаційно-виробничу. Регламентація міститься в стратегії та методі ТО. В якості умов існування приймається експлуатація пристроїв ЗА. Критеріями функціонування системи ТО пристроїв ЗА є надійність та безпечність їх роботи. Входи варто розділити на ресурсні та інформаційні. До ресурсних належить забезпечення робіт ТО та виконавці, а до інформаційних – технічні та експлуатаційні стани пристроїв ЗА. До елементів системи ТО варто віднести виконавців, забезпечення та регламентацію ТО. Природно, що на виході системи ТО є роботи ТО. При реалізації робіт ТО поділ праці за формою може бути функціональним, технологічним та професійно-кваліфікаційним.

Запропоновані в доповіді підходи до побудови

математичної моделі системи ТО пристроїв ЗА можуть бути покладені в основу розроблення імітаційної моделі. За допомогою імітаційної моделі можливий розрахунок критеріїв ефективності ТО з метою оцінювання при прийнятті рішень в організаційно-виробничому керуванні.

*Ланко Н.Г. (ТОВ НВП "Стальэнерго")*

## ЕЛЕМЕНТИ МЕНЕДЖМЕНТУ ПРОЕКТНО-РОЗРОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ У ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

У сучасних умовах ринкової економіки та конкуренції якість та швидкість виконання проектних робіт, як елементи ефективності, суттєво впливають на географію впровадження систем. В свою чергу зазначене залежить від вірності складання планів проектно-розроблювальних робіт. Плани можуть бути глобальні, що відображають укрупнені етапи робіт, робочі, для груп виконавців, та індивідуальні. Відповідна ієрархія планів може містити і проміжні плани, що пов'язують співпрацю груп забезпечення, монтажу та будівництва. В разі необхідності форсування процесів можуть застосовуватися і оперативні плани.

Варто відмітити, що жорстке планування не завжди сприяє творчому мисленню виконавців і тому при плануванні слід відокремлювати і враховувати різні форми праці виконавців.

Окрім процесу планування важливим є і контроль їх реалізації, що є ланкою зворотного зв'язку при керуванні проектно-розроблювальними роботами. Форми контролю виконання планів можуть мати різні форми, що одночасно спрямовані як на визначення часових параметрів, так і на пошук причин невиконання планів, з відповідною корекцією, в разі відхилення від термінів, та збудженням мотиваційних процесів у виконавців.

*Нарожный В.В. (УкрГАЗТ)*

## МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТАНЦИЙ И РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WI-FI

В последние годы широкое применение и развитие получили революционные телекоммуникационные устройства типа смартфон и планшет, а как следствие технология связи Wi-Fi. Тенденции их развития показывают, что возможно разработать мощную и гибкую систему управления на железнодорожном транспорте – систему диспетчерской индивидуальной информатизации (СДИИ), которая значительно превосходит все, что предлагает

направление МПЦ.

Технология Wi-Fi была разработана в 1991 году компанией NCR Corporation/AT&T в Ньивегейн (Нидерланды) для применения в торговых кассовых аппаратах. В настоящее время основное применение – системы доступа в Интернет, беспроводная передача аудио- и видеoinформации, в промышленной и коммунальной телеметрии, в транспортных беспроводных сетях и т.п. Для применения этой технологии изначально выделялись нелицензируемые полосы радиочастот в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц. В настоящее время семейство стандартов Wi-Fi 802.11 разрабатывает Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE). Wi-Fi Alliance в четвертом квартале 2012 года планирует сертифицировать оборудование на соответствие 802.11ac (скорость передачи данных до 1,1 Гбит/с или 350 Мбит/с по одному радиоканалу). Также ведутся работы по созданию оборудования для 802.11ad (на частоте 60 ГГц – 2-7 Гбит/с), которое полностью вытеснит проводную связь.

Основными проблемами внедрения Wi-Fi являются обременительные процедуры аутентификации, неудобная и разнотипная система оплаты доступа, а также проблемы ограниченной безопасности передачи данных через Wi-Fi.

Помимо задач, которые возлагаются на МПЦ, СДИИ позволит руководству дороги различных уровней, отдельных участков и рабочему персоналу станций получать оперативный доступ к любой допустимой информации в максимально короткий срок и без привязки к конкретному рабочему месту. Также может быть реализована система оповещения, которая до этого не могла быть масштабно реализована в связи с отсутствием технических возможностей, а использование новых телекоммуникационных технологий эту возможность предоставляет.

*Нейчев О.В. (УкрДАЗТ)*

### **ЗАВАДОЗАХИЩЕНІСТЬ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ З CAN-ІНТЕРФЕЙСОМ В УМОВАХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ**

На залізничних станціях магістрального і промислового транспорту часто виникає необхідність контролю і керування об'єктами, що знаходяться на відстані до 3-х 4-х кілометрів від пункту керування. Це можуть бути датчики лічення осей, пристрої обдуву чи обігріву стрілок тощо. Зв'язок з цими об'єктами організується або окремою лінією, або загальною для групи об'єктів з використанням стандартних послідовних інтерфейсів CAN, RS485 та ін. Враховуючи, що при керуванні об'єктами за допомогою окремих ліній необхідна для організації

зв'язку кількість жил кабелю значно більша, ніж у випадку використання послідовних інтерфейсів, перевагу віддають саме останнім.

З точки зору завадостійкості фізичний рівень вказаних вище інтерфейсів знаходиться приблизно на одному рівні. Тобто ймовірність спотворення в наслідок дії завад окремих імпульсів сигналу, що передається, однакова. Але здатність підсистеми зв'язку протистояти трансформуванию команд чи контрольних сигналів, забезпечувати надійне без втрат надходження тих чи інших повідомлень суттєво відрізняється в залежності від обраного інтерфейсу.

Оскільки в інтерфейсах типу RS... логічну частину протоколу, що забезпечує завадозахищеність та безвідмовність каналу зв'язку, повинне підтримувати програмне забезпечення сервера системи (контролера логічних залежностей) загальна надійність підсистеми зв'язку значною мірою буде залежати від досконалості програми, написаної системним програмістом. Враховуючи, що системні програмісти не завжди є кваліфікованими зв'язківцями, навіть загалом непогані системи мають проблеми зі зв'язком. Особливо це стосується випадків, коли мова йде про передачу відповідальної інформації, або інформації, що може втрачатись (наприклад, сигнали від датчиків проходу коліс). При використанні CAN інтерфейсу вказані вище задачі вирішуються на апаратному рівні спеціалізованими контролерами без використання програмних і апаратних ресурсів серверів, контролерів логічних залежностей чи керуючих ЕОМ. Тому CAN інтерфейс набуває все більшої популярності для контролю і керування децентралізованими об'єктами.

В доповіді наводяться результати досліджень завадозахищеності ліній зв'язку діючих систем керування стрілками і світлофорами МПЦ-Д та МПЦ-Ц, що використовують CAN інтерфейс (підсистеми лічення осей, керування об'єктами контролерами стрілок, світлофорів), в залежності від довжини та конфігурації кабельної мережі, встановленої швидкості передачі інформації, виду тяги та ін.

*Трохим Г.Р., Дуб П.Б. (ФМІ НАН України)*

### **ТЕСТЕР ДІАГНОСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ МАГНІТНОГО ВАГОНА-ДЕФЕКТОСКОПА**

#### **Вступ**

Для ефективної експлуатації засобів неруйнівного контролю необхідна повторюваність та достовірність отримуваних результатів. У процесі обробки сигналів вони можуть забезпечуватися відповідною статистичною методологією обробки [1, 2], а в процесі відбору, тобто отримання сигналу як такого, періодичним контролем засобів відбору. За чинними в дефектоскопії нормами необхідну надійність

виявлення дефектів у залізничних рейках (ЗР) забезпечують попереднім налаштуванням засобів дефектоскопії на основні задані параметри за допомогою стандартних (галузових) зразків та їх періодичної перевірки в процесі контролю. Проблемою для засобів швидкісного контролю є наскрізна перевірка працездатності всього вимірювального тракту, включно з перетворювачами і кабелями. В той час, як для контролю електроніки відповідні засоби передбачені розробниками [3, 4], то для стаціонарного контролю тахометра, системи намагнічування та пошукових лиж їх нема.

### Постановка задачі

Тестер повинен забезпечити здійснення перевірки всього магнітовимірювального тракту дефектоскопа шляхом збудження в пошукових індукційних перетворювачах змінних магнітних полів з потрібними часовими та амплітудними параметрами, зовнішнього збудження герконового давача тахометра магнітними імпульсами для імітації руху вагона та наявністю каналу контролю стану насичення рейки при ввімкнених електромагнітах. При цьому бажані:

- можливість регулювання в певних межах часових та амплітудних параметрів формованих сигналів;
- стабільність параметрів синтезованих сигналів;
- формування сигналів без гальванічного зв'язку з апаратурою вагона;
- мінімальні маса і розміри та споживання.

Для контролю дефектоскопічної апаратури, попередньо налаштованої за прийнятою методикою, можна обмежитись перевіркою нормального функціонування системи в цілому, тобто наявності здатності намагнічувати рейку майже до стану технічного насичення та перетворювати зміни магнітного поля під вимірювальною лижою в дефектоскопічний сигнал. Можливі два варіанти розв'язання: контроль на стоянці та контроль у русі. Контроль у русі можливий за наперед відомими притаманними колії неоднорідностями. Контроль на стоянці без вмикання електромагнітів можливий тільки за наявності зовнішніх джерел динамічно-змінного магнітного поля.

### Засоби тестування

До внутрішніх засобів тестування відносять різні електронні генератори, що імітують форму сигналу від неоднорідностей ЗР та надходження імпульсів від давача пройденого шляху [3]. У режимі тестування вихідний сигнал такого генератора подається на вхід системи замість сигналу з вимірювальної лижі та

колісного тахометра. Таким чином контролюється весь вимірювальний тракт, окрім самої вимірювальної лижі, тахометра пройденого шляху та електромагнітів. До певної міри роботу електромагнітів можна контролювати за споживаним ними струмом, і така можливість передбачена конструкцією вагона.

До зовнішніх засобів можна віднести як спеціально сконструйовані імітатори магнітного поля дефектів, так і штатні елементи колії, зареєстровані попередніми заїздами.

### Результати

Для створення пристрою імітації магнітних полів неоднорідностей ЗР було запропоновано використання мініатюрних постійних магнітів, закріплених на лопатях електроventильатора від систем охолодження електронних пристроїв (рис. 1). Такий ventильатор монтується в немагнітному корпусі з джерелом живлення та пристроєм регулювання швидкості обертання. Прикладаючи даний пристрій до робочої поверхні вимірювальної лижі навпроти індукційних перетворювачів, ми маємо змогу наводити в них е.р.с., за формою часової реалізації подібну до сигналу від шпальних підкладок або деяких дефектів ЗР (у залежності від параметрів та конфігурації розміщення магнітів). У деякому діапазоні часові параметри отриманих імпульсів теж можна регулювати зміною напруги живлення (імітуючи зміну швидкості руху).

Для тестування лиж на стоянці без їх демонтажу достатньо лише рухомого магніту, однак, коли додатково вимагають ще й можливість їх тестування перед постановкою на вимірювальний візок (наприклад, після ремонту), то дану конфігурацію слід доповнити допоміжними елементами контролю руху магнітів, блоками попереднього підсилення сигналу з індукційних перетворювачів вимірювальних лиж та модулями фільтрації й оцінки рівня сигналу. Варіант можливої структурної схеми такого тестера зображений на рис. 2.

Тестер за принципом, поданим на рис. 1, було реалізовано з використанням двох мініатюрних постійних магнітів прямокутного перерізу, приклеєних до текстолітового коромисла, у свою чергу приклеєного до ротора мініатюрного ventильатора. На рис. 3 представлені сигнальні відгуки на затискачах двокомпонентної пошукової лижі під час тестування. Лівому каналу тут відповідає поздовжня компонента магнітного поля, а правому – вертикальна.

Спектральні характеристики отриманих сигналів представлено на рис. 4.

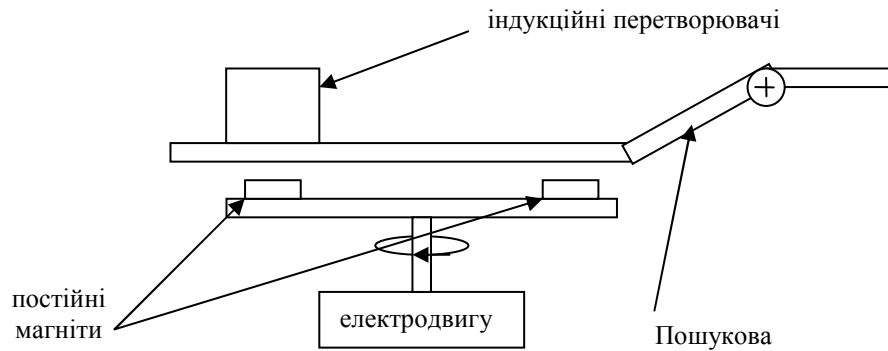


Рис. 1. Принцип дії тестера для пошукових вимірювальних лиж

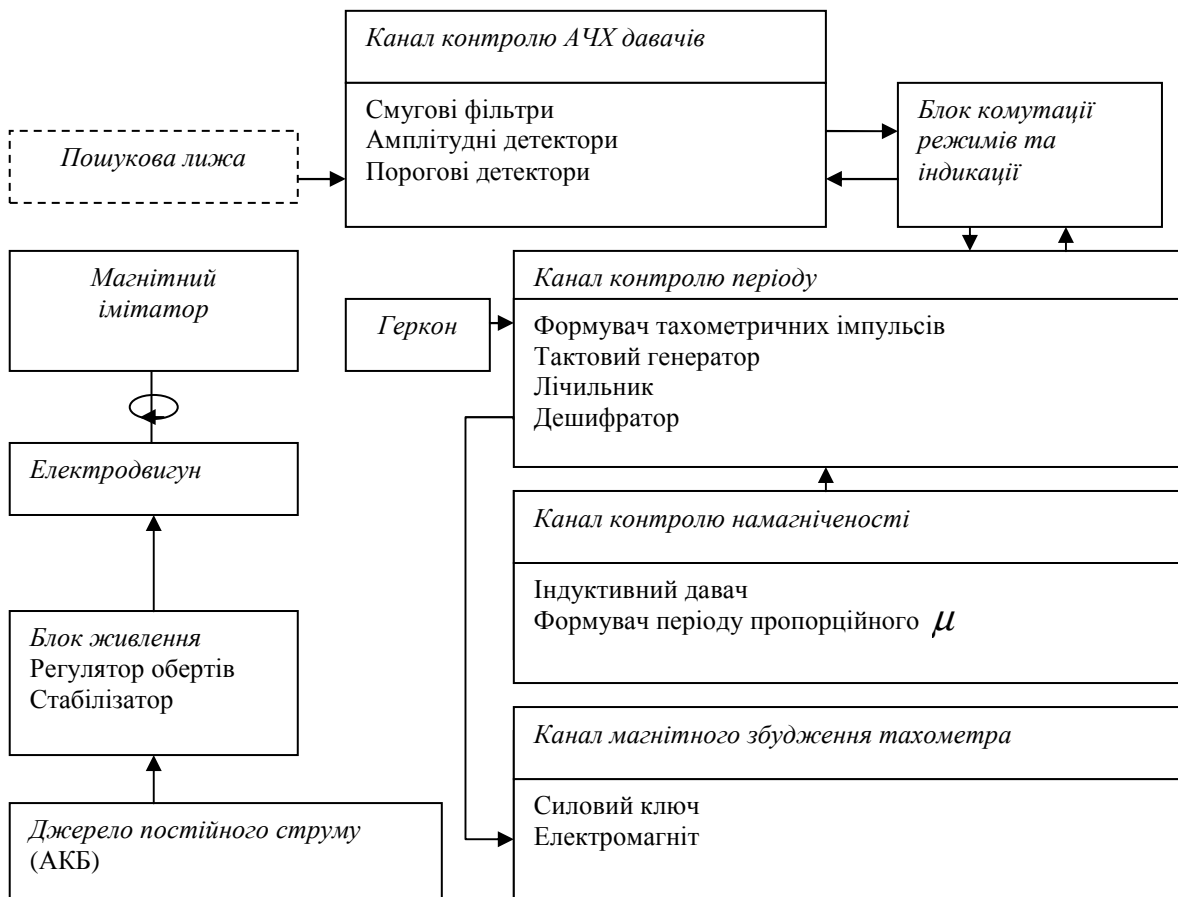


Рис. 2. Структурна схема тестера магнітного вагона-дефектоскопа





Рис. 3. Вид часової реалізації сигналів пошукової лижі під час тестування

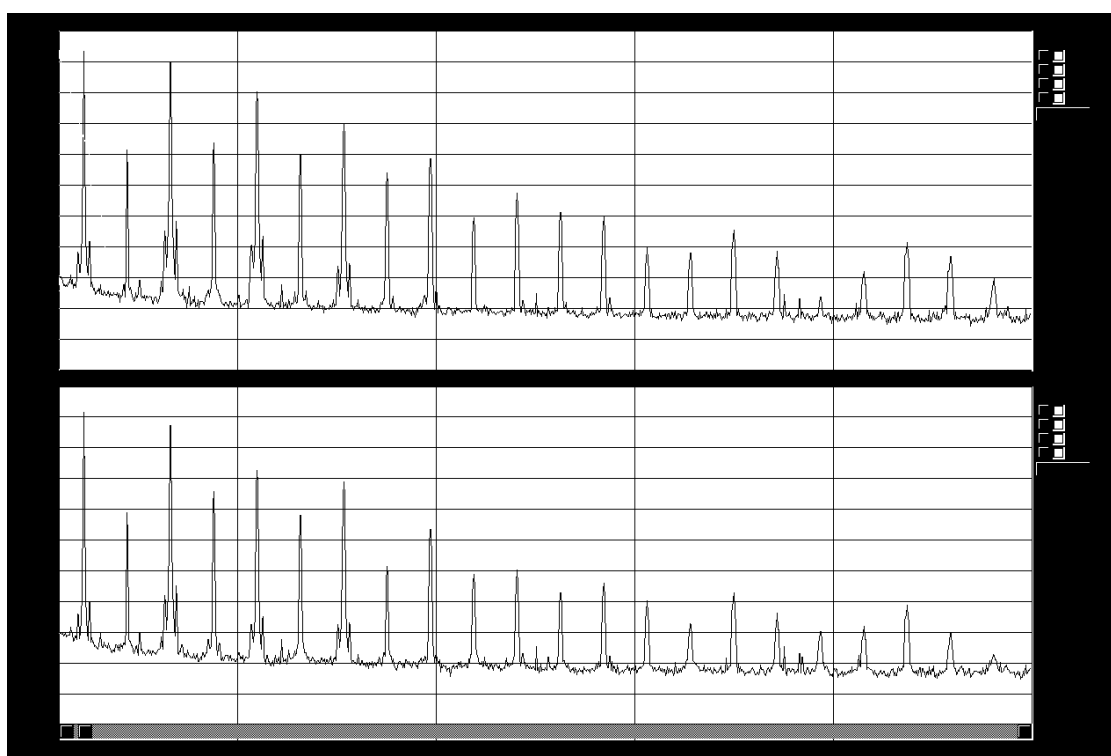


Рис. 4. Спектральні характеристики отриманих при тестуванні сигналів

**Висновки**

Створений тестер забезпечує лінійчастий спектр тестового сигналу в амплітудному діапазоні 70 дБ до частоти 1 кГц. Цього достатньо для прийнятих в магнітодинамічній дефектоскопії перетворювачів. За допомогою даного тестера можна контролювати частотну характеристику та коефіцієнт перетворення індукційних перетворювачів шляхом порівняння з еталонними параметрами, записаними в програмному забезпеченні. Це дає можливість стежити за деградацією їх параметрів. Для наскрізного тестування всього дефектоскопа потрібен тестер, побудований за структурою на рис. 2.

**Література**

1. Використання методів теорії періодично корельованих процесів для виявлення дефектів залізничної колії на ранній стадії їх зародження / І. Ю. Ісаєв, В. О. Нічога, Г. Р. Трохим, І. М. Яворський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – №4, 5 (37). – 2002. – С. 110-113.
2. Трохим Г. Р. Статистичний аналіз вимірювальних сигналів при магнітодинамічній дефектоскопії залізничних рейок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.10 / Фізико-механічний ін-т ім. Г.В. Карпенка. – Львів, 2009. 20 с.
3. Г.Р. Трохим, В.О. Нічога, П.Б. Дуб Аналіз магнітодинамічного дефектоскопа залізничних рейок та шляхи його модернізації // Відбір і обробка інформації. – 2010. – Вип. 33 (109). – С.43-46.
4. G. Trokhym, V. Niczoga, P. Dub Kierunki rozwoju systemu komputerowego do diagnostyki magnetycznej szyn torow kolejowych // Wiadomosci Elektrotechniczne, Rok LXXIX, 2011, No 11, Warszawa, Polska. – S. 62-63.

*Косорига Ю.А. (ДНУЖТ)*

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ  
УПРАВЛЯЮЩИХ КОНТРОЛЛЕРОВ С  
РЕЛЕЙНЫМИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ  
СИСТЕМАМИ НА СОРТИРОВОЧНЫХ  
ГОРКАХ**

В процессе разработки релейно – микропроцессорных автоматизированных систем на автоматизированных сортировочных горках ставится задача сопряжения действующих аппаратных средств и napольного оборудования и микропроцессорных

управляющих контроллеров. Принятие при этом решения должны соответствовать требованиям по обеспечению безопасности и надежности функционирования системы В информационно – управляющем комплексе сортировочной горки (ИУК СГ) реализуются функции: контроль правильности расцепа, контроль маршрутов и скорости скатывающихся отцепов, выявление « чужаков » на путях подгорочного парка и контроль маневров при перестановке вагонов с нарушенной специализацией. На участке « Контроль расцепа » определяются фактические параметры отцепа. Для этого используются рельсовая цепь, фотоустройство и датчики для реверсивного счета осей. Каждый из указанных датчиков формирует сигналы поступающие на гальванически развязанные входы модуля ввода дискретных сигналов ( МВВДИ) контроллера. Скорость скатывания отцепов на выходе из тормозных позиций определяется путем регистрации промежутков времени движения осей между двумя дискретными датчиками. Расстояние между датчиками является фиксированной (нормированной) величиной. Контроль маршрутов скатывания отцепов производится на каждой стрелке путем сравнения ее фактического положения с указанным в программе распуска. Данные о положении стрелки могут быть получены с блока управления стрелочным приводом СГ-76У или свободных контактов реле ПКР и МКР используя модуль МВВДИ. Отслеживание маневров на подгорочных путях производится с использованием технических средств применяемых на участке « Контроль расцепа ». Сигналы от пульта горочного оператора носят дискретный характер и подключаются к управляющему контроллеру по типовой схеме.

*Блиндюк В.С. (УкрДАЗТ)*

**МОДЕЛЮВАННЯ ПУСКОВИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ТЕД ІЗ  
ЗАСТОСУВАННЯМ ПРЯМОГО ТА  
ЗВОРОТНОГО КОМПЛЕКСНОГО  
ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є**

Автоматична система керування моторвагонним рухомим складом (АСК МРС) повинна включати в себе пристрій регулювання струму (ПРС) тягового електричного двигуна (ТЕД). З урахуванням безпосереднього механічного зв'язку валу ТЕД з колесом вагона через редуктор та пружну муфту, від створеного двигуном електромагнітного моменту

$M_{EM}$  напряму залежать характеристики руху МРС.

В свою чергу значення  $M_{EM}$  обумовлюється

струмом ТЕД, тому розробці методів та засобів його регулювання приділяється значна увага.

Найбільш поширеними засобами регулювання тягового струму є різновиди дискретного методу, зокрема – реостатного. При цьому на етапі проектування визначається оптимальний пусковий струм ТЕД за множиною критеріїв, зокрема відсутності буксування МРС, припустимого перегріву, прискорення, струму тощо. Відповідно цьому методу, в процесі торгання з місця послідовно тяговому двигуну підключені реостати, які обмежують значення пускового струму. При подальшому нарощуванні швидкості тяговий струм зменшується. Цей факт фіксується датчиком – реле прискорення, яке послідовно, зі збільшенням швидкості, автоматично вимикає реостати. Кінцевим результатом таких дій є вихід ТЕД на без реостатну (природну) характеристику.

Слід відзначити, 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.

Узагальнюючи викладене слід зауважити, що застосування як дискретного так і аналогового методів регулювання тягового струму ґрунтується на моделюванні характеристик ТЕД. При цьому в першому випадку здебільше достатньо моделі, яка відтворює природну характеристику тягового двигуна. В другому – необхідно виконувати загальне моделювання, яке враховує характеристики ТЕД в різних реостатних режимах роботи, при цьому опір реостату повинен бути представлений як аналогова функція часу.

Слід зауважити, що виконання останньої вимоги є досить нетривіальною задачею. Аналіз методів її аналітичного вирішення виявив низку проблем, пов'язаних з складністю розрахунків, потребою у вимірюванні індивідуальних параметрів ТЕД, які з кожним конкретним екземпляром дещо змінюються, необхідністю врахування деяких апріорно не визначених характеристик.

В докладі представлені результати моделювання пускових характеристик тягових електричних двигунів моторвагонного рухомого складу з урахуванням їх

власних особливостей з використанням прямого та зворотного комплексного перетворення Фур'є, що дозволило оптимізувати процес регулювання тягового струму на основі застосування сучасних електронних компонентів.

*Радковский С.А. (ДонИЖТ)*

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

Одним из путей повышения надежности технических средств, обеспечивающих безопасность движения поездов, является внедрение устройств непрерывного контроля их состояния. Системы автоматизированного контроля и диагностирования позволяют уменьшить количество отказов в устройствах сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) путем прогнозирования предотказных состояний, ускорить поиск отказавшего элемента, свести к минимуму время нахождения технического персонала в опасных зонах железнодорожного транспорта, а также повысить культуру труда электромеханика, создать базу для перехода от системы планового обслуживания к предупредительно - восстановительной системе.

Стрелочный электропривод (СЭП) относится к ответственным объектам железнодорожной автоматики, требующим непрерывного контроля их технического состояния. Наиболее информативным параметром, с точки зрения автоматизации контроля технического состояния СЭП, является ток перевода стрелки.

Характерной особенностью измеренного тока перевода стрелки является то, что по динамике его изменения имеется возможность определения целого ряда неисправностей. Данные неисправности относятся как к стрелочному переводу в целом, так и к отдельным его элементам, включая и двигатель стрелочного электропривода.

Анализ исследований в этой области показал, что существующие модели и методы, обладающие целым рядом достоинств, все же имеют ряд недостатков. К достоинствам следует отнести возрастающее количество контролируемых отказов СЭП, полнота и точность диагностирования. Однако применение развитых методов требует использования современных технических средств, обладающих высоким быстродействием и значительной памятью, особенно при использовании спектральных методов анализа.

В докладе рассмотрен подход, основанный на разбиении всего множества отказов СЭП на группы по схожести проявлений. При этом необходима модель

(модели), которая бы реагировала на определенный отказ по наиболее общим признакам характерным для каждой группы. Это приведет как к упрощению моделей, так и способов реализации устройств и систем автоматизированного контроля.

Кроме того наиболее целесообразным является не применение дополнительных технических средств диагностирования, а возложение данных функций на эксплуатируемые, которые позволяют измерять в реальном времени токи перевода стрелок. К данным средствам, например, можно отнести панель питания ШВРП-ЭЦП эксплуатируемую на Донецкой железной дороге, с интегрированной микропроцессорной системой контроля напряжений и токов основных нагрузок электрической централизации.

*Чепцов М.Н., Радковский С.А.,  
Трунаев А.М. (ДонИЖТ)*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЭЛЕМЕНТАХ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ

Для определения наличия подвижного состава на элементах путевого развития применяются различные датчики, которые подразделяются на точечные и непрерывные. Достоинством первых является малое энергопотребление, дешевизна, простота настройки и эксплуатации. Их основным недостатком является отсутствие контроля целостности рельсовой линии. В свою очередь к непрерывным датчикам относятся рельсовые цепи различного вида, которые контролируют нахождение поезда на определенном участке. Кроме этого они осуществляют контроль целостности рельсовой линии и обеспечивают режим АЛСН. Рельсовые цепи имеют следующие недостатки: высокое энергопотребление, сложность настройки, зависимость режимов работы от погодных условий и некоторые другие.

Следует отметить, что отказы, возникающие в точечных датчиках, в большинстве случаев приводят к потере контроля нахождения подвижной единицы. В то время как отказы рельсовых цепей, обычно проявляются в виде ложной занятости. Поэтому рельсовые цепи потенциально являются более безопасными устройствами.

На основе анализа принципов действия различных датчиков, в докладе делается вывод о целесообразности разработки датчика нового типа, в котором объединены достоинства и по возможности исключены недостатки существующих.

Основой датчика является высокочувствительный акселерометр, который фиксирует механические колебания рельса. Интерпретируя полученные данные, возможно получение информации о наличии и

направлении движения подвижной единицы в зоне действия датчика. Кроме того, наличие колебаний рельса вследствие воздействия случайных факторов при отсутствии подвижных единиц, может служить основанием для определения его целостности.

*Чепцов М.М. (ДонИЗТ), Бойник А.Б. (УкрДАЗТ)*

### МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОБУДОВІ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

При розробці мікропроцесорних систем залізничної автоматики спостерігається підхід більш характерний для загальносистемного комп'ютерного проектування ніж для побудови засобів залізничної автоматики. Так, для отримання необхідних показників надійності системи чи вузла застосовуються різні методи резервування апаратних та програмних засобів. При цьому розрахункові показники надійності здебільше приймають значення, які відповідають аналогічним чинникам функціональної безпеки. Так, наприклад, згідно ДСТУ 4178-2003 найвищий рівень вимог за ймовірністю небезпечної відмови за кожну годину на одну відповідальну функцію складає  $0,14 \cdot 10^{-10}$  (1/год). Таке чисельне значення загальної інтенсивності відмов для мікропроцесорного вузла отримується вже при застосуванні дублювання програмно-апаратних засобів. Але фірми-виробники систем залізничної автоматики, свідомо чи ні, здебільше підмінюють отриманий показник надійності на відповідний показник функціональної безпеки, видаючи, наприклад, ймовірність відмови за ймовірність небезпечної відмови.

Для обґрунтування останнього твердження розглянемо приклад. Так, припустимо, що дубльований мікропроцесорний пристрій застосовано в схемі керування світлофором. За визначенням він повинен вмикати або вимикати показання, яке дозволяє або забороняє рух поїзда чи регулює його швидкість. При двох ідентичних каналах загальна ймовірність відмови визначається як квадрат ймовірності відмов одного каналу резервування. Але з іншого боку, світлофор один, кожне його показання забезпечує один випромінювач світла, тому невід'ємною частиною пристрою, що розглядається, є вузол узгодження двох каналів з одним об'єктом керування. В розрахунках надійності здебільше вводиться припущення про ідеальність цього вузлу, але для забезпечення функціональної безпеки він має ключове значення. Аналіз схемних рішень реалізації пристрою керування світлофором показав, що структурна схема функціональної безпеки, на відміну

від надійності, у більшості випадків перетворюється з паралельної на послідовну. Тоді загальна ймовірність безпечної роботи є добутком трьох відповідних показників – першого каналу резервування, другого та вузла узгодження. З цього слід зробити висновок про необхідність детального аналізу схемних рішень за всіма відповідальними вузлами систем залізничної автоматики. Здебільше застосування резервування приводить до погіршення показників функціональної безпеки.

В доповіді наведені результати аналізу деяких схемних рішень відповідальних пристроїв та вузлів. Зроблено висновок про необхідність формування нових методів та засобів забезпечення показників функціональної безпеки як в одноканальних варіантах побудови, так і при застосуванні резервування.

В якості одного з можливих шляхів вирішення проблеми забезпечення функціональної безпеки, розглянуто один з методів побудови на прикладі одноканальної системи керування стрілками та сигналами – сигнально-процесорної системи централізації. При цьому, на основі наведених структурних схем, функціональних моделей, деяких технічних засобів реалізації, показано яким чином забезпечується мінімізація ймовірності виникнення небезпечних відмов на всіх етапах життєвого циклу системи.

*Чепцов М.Н. (ДонИЗТ) Сацюк А.В. (УкрДАЗТ)*

### **МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ**

Для забезпечення технологічного процесу роботи сортувальних станцій застосовують пристрої гіркової автоматики (уповільнювачі, стрілочні електроприводи, пневмопошту, пневмоінструмент), для функціонування яких необхідна енергія стислого повітря. Її джерелом є компресорна установка, продуктивність якої повинна регулюватися автоматично в залежності від режимів роботи споживачів.

При модулюванні функцій силових агрегатів компресорної установки здебільше застосовують дискретні стохастичні методи. З іншого боку, сортувальні станції функціонують в часі, тому повинні враховуватись динамічні зміни споживання стислого повітря, що необхідно для розробки моделі автоматичного регулювання продуктивністю компресорної установки.

Одним з існуючих шляхів аналізу динамічних систем є метод системного підходу, за допомогою якого будується структурна схема та складається повна передавальна функція системи. На основі

перетворення та модифікації розробляється модель автоматичного регулювання.

В доповіді розглянуті результати математичного та імітаційного моделювання роботи компресорної установки. Виявлені основні недоліки функціонування вузла регулювання продуктивністю стислого повітря. На основі цього запропонована модернізована модель та розроблена структурна функціональна схема.

За результатами моделювання розроблено пристрій, основним результатом впровадження якого є економія електричної енергії та підвищення строку служби окремих вузлів системи.

*Чепцов М.М., Хілобокова С.С. (ДонИЗТ)*

### **МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ АСК ВП УЗ-Є З СИСТЕМАМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ**

Згідно з галузевими планами Укрзалізниці повина бути розроблена технологія та програмні засоби ведення в АСК ВП УЗ-Є моделей дислокації та переміщення рухомих одиниць за інформацією, яка отримується від мікропроцесорних систем диспетчерського контролю (МПДК). З іншого боку, при загальній довжині залізничних ліній Укрзалізниці близько 25 тис. км пристроями диспетчерської централізації (ДЦ) обладнано 47%, диспетчерського контролю (ДК) – 42%. Це системи наступних типів: ПЧДЦ, ЧДЦ, «Нева», «Луч», «Минск», МСДЦ «КАСКАД». Крім цього, на деяких станціях знаходяться в дослідній або постійній експлуатації мікропроцесорні системи централізацій (МПЦ) та мікропроцесорного маршрутного набору (ММН). Таким чином, системами МПДК, МПДЦ, ММН, з якими можлива організація безпосередньої інформаційної взаємодії, обладнано тільки 15% залізничних ліній (приблизно). Для вирішення поставленої задачі потрібно задіяти дані, які присутні в системах ДЦ-ДК застарілих типів, тоді приблизно половина полігону Укрзалізниці та всі грузо- та пасажиронапружені лінії будуть охоплені інформаційною системою.

В доповіді представлені результати досліджень, присвячених розробці методів та засобів формування інформації на основі даних, отриманих з систем ДЦ/ДК застарілих типів. Представлені математичні моделі сигналів, у яких використані методи цифрової фільтрації та моделі відстеження переміщення рухомих одиниць за елементами колійного розвитку, які функціонують в умовах недостатньої первинної інформації.

*Кошевой С.В. (УкрГАЗТ),  
Романчук В.Б. (Ипра-Софт)*

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ**

Проблема обеспечения безопасности движения на железнодорожных переездах является весьма актуальной вследствие различных, частично несовместимых технических характеристик железнодорожного и автомобильного транспорта: массы транспортных средств, времени их разгона и торможения, тормозного пути, методов обеспечения безопасного интервального регулирования между попутно следующими объектами, методики ведения транспортных средств и т.д..

Одно из важных требований к устройствам регулирования движения на переездах состоит в том, что длительность закрытия переезда не должна превышать предела, необходимого для обеспечения безопасности. Длительное закрытие автомобильного движения на переезде способно стать фактором, снижающим уровень безопасности, так как может привести к нарушению водителями правил движения – попытке проехать через закрытый переезд. Такие задержки автомобильного транспорта на переездах связаны с используемой при проектировании переездов методикой извещения о приближении поезда и закрытия переезда с фиксированной точки пути, которая рассчитывается для максимальной разрешённой скорости движения поездов на данном участке пути. А железнодорожные линии, независимо от их класса, предусматривают смешанное движение поездов – пассажирских (в том числе и ускоренное движение), грузовых, мотор-вагонных секций пригородного движения и других, с широким диапазоном фактических скоростей движения в зоне переезда. Это и приводит к различному времени от момента подачи извещения о приближении поездов и закрытия переезда до их появления в опасной зоне переезда.

Более эффективной является передача извещения на переезд о приближении поезда не по расчётному расстоянию от фиксированной точки извещения до переезда (константе расстояния), а по константе времени (независимо от скорости движения поезда время от момента подачи извещения до появления поезда на переезде одинаковое). Для реализации такого метода предлагается участок пути перед переездом на расчётных расстояниях от переезда оборудовать пунктами счёта осей (минимум тремя) для определения типа приближающегося к переезду подвижного состава и параметров его движения (скорости и ускорения). С учётом возможного максимального ускорения движения поездов разных категорий (от 0,2 до 0,7 м/с<sup>2</sup>) и роста скорости от фактической при проходе поездом пункта счёта осей

до максимального значения для конкретной категории поезда, переездными устройствами рассчитывается точка, время следования поезда от которой до переезда в зависимости от параметров движения является постоянным. В целом задача сводится к вычислению параметров движения каждого поезда в точках контроля и определению тенденции их изменения (экстраполяции) для определения расчётной точки на траектории движения поезда, от вступления на которую его головы включаются устройства ограждения на переезде, а время движения любого поезда до переезда после его закрытия в пределах заданной уставки является постоянным.

*Мороз В. П., Цебро Є. М. (УкрДАЗТ)*

### **ДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

Зростаюча складність сучасних систем залізничної автоматики вимагає удосконалення методів та способів діагностування систем у процесі експлуатації.

Одним із шляхів удосконалення систем технічної діагностики є використання методів моделювання контрольованої системи за допомогою мереж Петрі.

До обговорення запропоновано метод діагностування несправностей підсистеми керування стрілочним електроприводом з електродвигуном постійного струму. З метою проведення діагностування створено мережу Петрі для моделювання алгоритму функціонування підсистеми, відповідно до мережі Петрі створено граф досяжності та згідно зі створеним графом досяжності встановлені закономірності між проявами несправностей у підсистемі та елементами.

По результатам моделювання виявлена можливість діагностування причин відмов у підсистемах залізничної автоматики за допомогою аналізу графу досяжності мережі Петрі.

*Жирова В.М. (УкрДАЗТ)*

### **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АРМ З ВРАХУВАННЯМ ПСИХОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА**

Працю з різних сторін і з використанням особливих специфічних методів вивчають фізіологи, соціологи, філософи, психологи, технологи, юристи, лікарі, дизайнери і т.д. Таким чином, психологія праці - це сукупність різноманітних знань.

Умовно виділяють такі основні розділи вивчення людини в психології трудової діяльності: психологія праці в традиційному варіанті, інженерна психологія, психологія управління (у більш сучасному звучанні -

організаційна психологія), профорієнтація, професійна освіта (професійне навчання, більше орієнтоване на цілеспрямоване формування особистості професіонала і професійний саморозвиток суб'єкта праці, передбачає психолого-педагогічну підтримку).

Також виділяють наступні додаткові розділи психології праці, утворені на стику її основних розділів: психофізіологія праці; психогігієна праці; психологічні (і психофізіологічні) аспекти трудової реабілітації; профорієнтація інвалідів; космічна психологія; психологія юридичної діяльності; психологія менеджменту, маркетингу тощо.

Відповідно, в кожній галузі психології праці конкретизується її предмет. Предметом психології праці є суб'єкт праці. Виходячи з цього, в інженерній психології це суб'єкт праці, що розглядається у стосунках зі складною технікою. На сьогоднішній день це система «людина - машина - середовище - соціум - культура - природа».

У психології управління розглядається суб'єкт праці, включений у різні ієрархічні виробничі структури і взаємини. У профорієнтації предметом є суб'єкт, що самовизначається в світі професійної праці.

Враховуючи велику кількість наук, які вивчають працю, а також різноманіття напрямів і предметів у рамках однієї лише психології праці виникла необхідність створення загального напрямку, присвяченого вивченню трудової діяльності. Цей напрямок ініціюється психологією праці і має назву - «ергономіка»

Сучасні інформаційні технології засновані на широкому застосуванні комп'ютерної техніки, “дружньому” програмному забезпеченні, мають розвинуті комунікації та діалоговий режим спілкування користувача з ЕОМ.

На даний час на залізничному транспорті впроваджуються комп'ютери на робочих місцях оперативного-диспетчерського персоналу (ОДП).

В результаті аналізу встановлено, що комп'ютери встановлюються на робочих місцях ОДП без урахування вимог та умов ергономіки та інженерної психології.

Однією з найважливіших проблем оперативного керування є створення не просто комп'ютеризованих робочих місць, а – ефективних автоматизованих робочих місць (АРМ).

В доповіді наведені результати досліджень щодо впливу умов праці на професійну діяльність ОДП, а також надана характеристика можливих впливів на фізичний, фізіологічний та психічний стан людини-оператора.

У зв'язку з широким впровадженням мікропроцесорної техніки в системи керування на залізничному транспорті необхідно закладати в проект такі рішення, які б забезпечували найкращі умови для зручного, ефективного та надійного виконання

оперативної діяльності, а також сприяли б збереженню здоров'я і працездатності людини-оператора. Також необхідно враховувати психофізіологічні можливості і здібності людини-оператора.

*Меліхов А.А. (УкрДАЗТ)*

## **ВПЛИВ ДІЙ ПЕРСОНАЛУ, ЩО ОБСЛУГОВУЄ, НА НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ**

Показана необхідність удосконалення підходу до рішення задачі аналізу надійності та функціональної безпеки мікропроцесорних систем керування на залізничних станціях (МПЦ) з урахуванням впливу дій персоналу, що обслуговує. Це дозволило отримати більш адекватні оцінки показників функціональної безпеки систем МПЦ.

Недостатній рівень надійності виробів і систем приводить до великих економічних втрат. Але можуть бути такі наслідки ненадійності, які не можна або складно оцінити економічними показниками. Тому безпеку функціонування системи МПЦ можна представити як комплексну проблему, що включає окрім структурно-технічних, також питання діяльності людини, його дисциплінованості, організації праці, вчення персоналу.

Вплив обслуговуючого персоналу систем автоматики на станції на надійність системи МПЦ, в період її нормальної експлуатації, виявляється в різних формах, які зручно класифікувати за результатами діяльності обслуговуючого персоналу, що змінює експлуатаційні характеристики пристроїв. Обслуговуючий персонал на станції – старшого електромеханіка, електромеханіка і електромонтер розглядається як:

- елемент системи, що забезпечує її функціонування із заданою продуктивністю;
- джерело перешкод в роботі, що створює передумови до відмов;
- елемент системи, що підтримує надійність апаратури на заданому рівні.

Надійність всієї системи МПЦ і її окремих функціональних вузлів залежить від кваліфікації обслуговуючого персоналу, якості його підготовки до роботи з даною апаратурою. При цьому під доброю підготовкою обслуговуючого персоналу розуміється така міра цієї підготовки, коли робота по обслуговуванню апаратури ведеться без постійного звернення до інструкцій, технологічних карт по обслуговуванню пристроїв залізничної автоматики, іншої технічної літературі за фахом та ін.

У результаті, вплив кваліфікації обслуговуючого персоналу позначається на правильності визначення

елементу, що відмовив. Помилково замінені елементи збільшують вірогідність появи нових відмов.

Також різноманітні і причини, що приводять до помилкових дій обслуговуючого персоналу. Помилки відбуваються унаслідок того, що працюючий персонал не має інформації про небезпеки, не володіє достатньою кваліфікацією для виконання даного виду робіт, людина може знаходитися в стані психічного розладу, хвороби або перевтоми, не дотримуються ергономічні принципи забезпечення безпеки на виробництві та ін.

Помилка персоналу, що обслуговує систему автоматики на станції визначається як невиконання поставленого завдання (або виконання забороненої дії), яке може з'явитися причиною появи небезпечної відмови.

Зважаючи на вищевикладене слід приділяти особливу увагу підвищенню кваліфікації персоналу, що обслуговує системи автоматики та боротися не з післядією виникнення відмови в системі, а необхідно створити суттєві умови попередження цих відмов. Такими умовами є:

- модернізація систем електричної централізації (ЕЦ);
- впровадження мікропроцесорних систем;
- підвищенню кваліфікації персоналу, що обслуговує системи ЕЦ;
- при розрахунку надійності мікропроцесорних систем, що розробляють та впроваджують на залізничних станціях, слід враховувати відмови, у тому числі небезпечні, пов'язані з помилками технічного персоналу при обслуговуванні систем ЕЦ;
- при розрахунку надійності мікропроцесорних систем, що розробляють та впроваджують на залізничних станціях, слід враховувати кваліфікацію технічного персоналу, що обслуговує системи ЕЦ.

*Мороз В.П., Цебро Є.М. (УкрДАЗТ)*

### **МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ В МЕРЕЖАХ ПЕТРІ**

Значна структурна та функціональна складність систем залізничної автоматики вимагає удосконалення методів їх дослідження. Отже, стає актуальною розробка методики моделювання даних систем. Для моделювання систем залізничної автоматики обрано метод мереж Петрі.

Системи залізничної автоматики, як відомо, складаються зі значної кількості елементів, тому побудову моделі системи пропонується здійснювати у такий спосіб: спочатку розробити моделі елементів систем, а потім отримати модель всієї системи шляхом

композиції моделей елементів. Таким чином, для моделювання систем залізничної автоматики в мережах Петрі, необхідно, перш за все, розробити адекватні моделі елементів.

На основі проведеного аналізу існуючих методів моделювання дискретних асинхронних процесів пропонується методика моделювання за допомогою мереж Петрі: на основі опису алгоритму процесу мережею Петрі та на основі розбиття процесу на множини подій та умов.

Враховуючи вище означене, у доповіді запропоновано моделі релейних елементів систем залізничної автоматики, що ґрунтуються на кожному з розглянутих підходів. Адекватність запропонованих моделей доведено за допомогою графів досяжності відповідних мереж Петрі.

*Нещерет А.Н. (УкрГАЗТ)*

### **СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ НА БАЗЕ SIMATIC S7-400H**

Средства SIMATIC S7-400H призначені для побудови систем управління з підвищеними вимогами до надійності їх функціонування. Средства S7-400H состоят из двух идентичных каналов, работающих по принципу “ведущий-ведомый”. Они связаны оптическими кабелями синхронизации и выполняют одну и ту же программу. Управление процессом осуществляет ведущий канал. В случае отказа функции управления безударно переводятся на ведомый канал. При исследовании процесса переключения основную трудность составляет определение факта отказа одного из каналов(ведомого), и перезапись всей оперативной информации.

Преимущества SIMATIC S7-400H:

- прозрачное программирование;
- стандартная обработка данных;
- быстрое безударное переключение с ведущего на ведомый канал в течение 30мс.

Имеются несколько конфигураций систем ввода-вывода S7-400H:

- одноканальная односторонняя конфигурация.
- одноканальная переключаемая конфигурация.
- система ввода-вывода с полным резервированием модулей ввода-вывода.

Резервирование входных и выходных каналов. Модули ввода-вывода могут резервироваться 4 способами:

1. Симметричной установкой двух одинаковых модулей в базовые блоки или стойки расширения программируемого контроллера S7-400H.

2. Симметричной установкой двух одинаковых модулей в две станции ET 200M одноканальной



системы распределенного ввода-вывода программируемого контроллера S7-400H.

3. Симметричной установкой двух одинаковых модулей в две станции ET 200M переключаемой конфигурации системы распределенного ввода-вывода программируемого контроллера S7-400H.

4. Симметричной установкой двух одинаковых модулей в две станции ET 200M одноканальной системы распределенного ввода-вывода одного базового блока S7-400H. Рекомендуется в случаях поэтапного внедрения H-системы (на первом этапе устанавливается один, на втором этапе – второй базовый блок программируемого контроллера S7-400H).

Внутренний счетчик программным способом может быть настроен на работу в режиме:

- Непрерывное выполнение счетных операций.
- Выполнение одного цикла счета.
- Периодическое повторение циклов счета.
- Измерение частоты.
- Измерение частоты вращения.
- Измерение длительности периода.
- Каскадный счет с объединением 4-х каналов модуля в один каскадный счетчик.

Модуль выполняет подсчет импульсов, поступающих от инкрементального датчика, определяет направление счета и позволяет сравнивать содержимое счетчика с двумя заданными значениями. Входные дискретные сигналы используются для запуска и остановки выполнения счетных операций.

Таким образом система автоматизации на базе SIMATIC S7-400H имеет большую надежность и функциональные возможности, достаточные для применения на железнодорожном транспорте.

*Мороз В.П., Турчинов Р.В. (УкрДАЗТ)*

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Останнім часом на залізницях України значну увагу приділяють новітнім методам технічного обслуговування. Одним із перспективних методів є перехід від планового обслуговування до обслуговування за станом технічних систем. Цими обставинами визначається необхідність створення нового покоління засобів інформаційно-виміральної техніки на основі широкого використання мікропроцесорів та мікропроцесорних контролерів.

Перспективи розвитку мікропроцесорних вимірвальних засобів дозволяють відійти від традиційних автономних засобів інформаційно-виміральної техніки й перейти до їхнього

використання у складі систем і комплексів. Такий підхід сприятиме розширенню кількості та підвищенню якості вимірвальних параметрів, а також надасть змогу здійснювати й поточне діагностування.

У доповіді розглянуті принципові особливості мікропроцесорних вимірвальних засобів. Показано, що застосування програмованої обчислювальної потужності безпосередньо у складі вимірвального кола, сприятиме суттєвому розширенню не тільки функціональних, а й граничних можливостей таких вимірвальних засобів. Наявність таких засобів у складі вимірвального кола істотно змінює також і методи їхнього аналізу й синтезу.

На прикладі створеного автоматичного ресстратора, що дозволяє в реальному часі проводити вимірювання, накопичення й видачу зовнішнім користувачам відповідної інформації з експлуатаційних режимів роботи маневрових тепловозів, розглянуто особливості використання мікропроцесорних вимірвальних засобів, принципи побудови та запропоновано математичний апарат щодо створення математичних моделей таких засобів. Також у доповіді представлені результати математичного й фізичного моделювання та доведена адекватність розроблених математичних моделей шляхом як обчислювального, так і натурального експериментів.

*Мороз В.П., Мороз О.В. (УкрДАЗТ)*

### **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РЕЙКОВИХ КІЛ**

На одному з етапів розвитку рейкових кіл у багатьох фахівців в області залізничної автоматики вкралися сумніви щодо можливостей як підвищення ефективності їх функціонування, так розширення їх функціонального складу. Але широке впровадження та використання програмно-апаратних засобів мікропроцесорної та обчислювальної техніки вказало на можливий подальший розвиток рейкових кіл.

Впровадження таких програмно-апаратних засобів передбачає й розробку нових алгоритмів функціонування рейкових кіл. Але на розробку нових типів рейкових кіл з використанням саме таких засобів накладені реально існуючі обмеження у вигляді методів аналізу й синтезу, оскільки ці методи розроблені тільки для рейкових кіл з визначенням всього лише двох станів чутливого елемента.

У доповіді обговорюються запропоновані методи аналізу й синтезу нових типів рейкових кіл. Обговорюються також алгоритми функціонування станційних рейкових кіл з часовим контролем режимів їх функціонування. Особливістю такого алгоритму функціонування є необхідність виділення з множини станційних рейкових кіл відособленого рейкового

кола. Впровадження таких рейкових кіл сприятиме не тільки підвищенню ефективності їх функціонування, а й значному розширенню їх функціонального складу. З'являється можливість, в залежності від зовнішніх умов, варіювати частотним спектром у відповідних променях живлення з суттєвими скороченням апаратури рейкових кіл.

Відповідно до запропонованих типів рейкових кіл розроблені й математичні моделі, адекватність моделей доведена шляхом обчислювального експерименту. Також показано, що впровадження нових типів рейкових кіл сприятиме суттєвому скороченню витрат на їх обслуговування.

*Сікун Є.І. (УкрДАЗТ)*

### ВАРІАНТИ ВИБОРУ КОНФІГУРАЦІЙ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

До систем керування рухом на залізничному транспорті ставиться ряд актуальних на останній час вимог – з функціональної безпеки та техніко-економічних показників, які пов'язані із плануванням підвищення швидкості руху поїздів, модернізацією діючих пристроїв та систем залізничної автоматики, побудовою нових систем на мікроелектронній елементній базі. Такі заходи повинні покращити експлуатаційні та техніко-економічні показники роботи залізничного транспорту, підвищити його конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг.

Безупинно зростають вимоги до систем керування рухом поїздів, які визначають загальну світову тенденцію переходу таких систем на мікропроцесорну техніку і безконтактне керування. Однак темпи впровадження тих або інших технічних рішень повинні визначатися ступенем готовності до їхнього масового виробництва й експлуатації, а також економічними реаліями сучасного періоду.

Перед розглядом цього питання відзначимо. По-перше, розглядаючи ту чи іншу структурну схему, ми будемо мати справу тільки з функціонально завершеними елементами (модулями). Ними будуть: модуль живлення, процесорний модуль, модулі вводу-виводу, комунікації і т. п. Кожен з модулів буде розглядатися як "чорний ящик".

По-друге, структуру однозначно визначити досить важко. Необхідно брати до уваги не тільки взаємодія процесорних блоків, але і ланцюгів вводу-виводу. Наприклад, при двоканальній конфігурації процесорних модулів, пристрої введення-виведення в каналах можуть підключатися по одній каналній схемі (рис. 1.1).

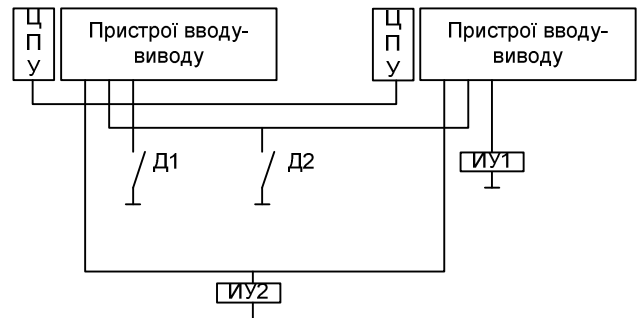


Рисунок 1.1- Підключення об'єктів по двоканальній конфігурації процесорних модулів

Двоканальна конфігурація може реалізувати функцію логічного «І»(рис1.2)

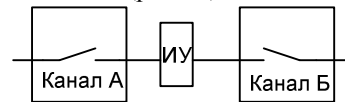


Рисунок 1.2 – Підключення виконавчого пристрою при підвищених вимогах безпеки

Також можливо застосування схеми «АБО», при підвищених вимогах до надійності (рис. 1.3).

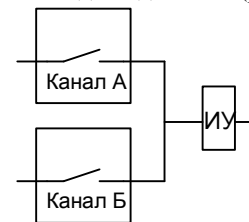


Рисунок 1.3 – Підключення виконавчого пристрою при підвищених вимогах надійності

Роздивимось можливі варіанти конфігурації систем керування.

Одно каналний варіант (рис. 1.4). Має один канал логічної обробки даних, пристрої введення-виведення можуть підключатися за змішаною схемою. Тут можлива тільки дубльована або подвійна перевірка пристроїв введення-виведення. Вихід з ладу процесорного модуля призводить до зупинки системи, бо всі модулі, як основного блоку, так і модулів розширення, якщо вони є, управляються одним контролером. Такий конфігурацією важко забезпечити високі показники надійності і безпеки.

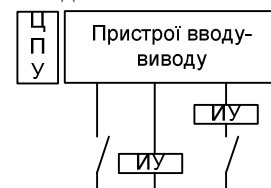


Рисунок 1.4 – Одно каналний варіант конфігурації

Для поліпшення цих показників можна застосувати односторонню конфігурацію. "Одностороння" в назві означає, що блоки розширення можуть підключатися тільки до одного ЦПУ і при виході його з ладу вони також не працюють. Система може працювати за схемою "ведений-ведучий". У наведеній схемі канал А є ведучим, він здійснює виконання прикладної логіки і формує команди керування. Канал Б може виконувати прикладну логіку, але самостійно в нормальному режимі команд управління не виробляє. При пошкодженні каналу А функції управління може взяти на себе канал Б. Іноді його використовують для задач тестування, контролю, діагностики з метою трохи розвантажити основний канал А (рис. 1.5).

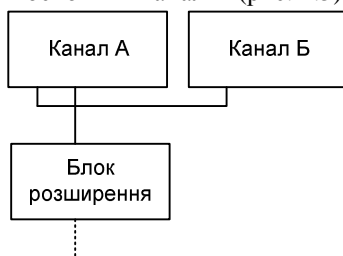


Рисунок 1.5 – Варіант односторонньої конфігурації

Конфігурація з перемиканням (рис. 1.6). Повною мірою не може бути названа двоканальною, тому що в ній пристрої вводу-виводу модуля розширення можуть управлятися тільки одним з каналів. Між собою канали А і В включаються по схемі "ведений-ведучий". При виході з ладу каналу А управління модулями розширення бере на себе канал Б. У цьому випадку пристрої введення-виведення каналу А не функціонують, а в каналі Б і модулі розширення працюють.

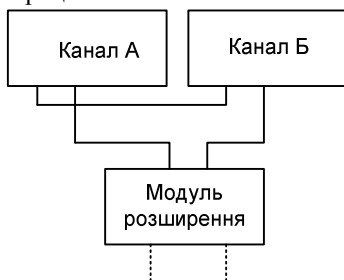


Рисунок 1.6- Конфігурація системи керування з перемиканням

Як випливає з опису, така конфігурація може забезпечити досить надійну роботу системи, особливо тієї її частини, яка підключена до модуля розширення. Показники безпеки конфігурації з перемиканням мало відрізняються від розглянутих раніше.

У класичній двоканальній конфігурації модулі розширення з'єднані тільки з блоком свого каналу. Це одна з найбільш простих, але в той же час досить ефективних структур для вирішення завдань, пов'язаних з безпекою. В даний час світова практика

має дві концепції безпеки, що досить чітко проглядається на ідеології контролерів Siemens і Schneider. Ідеологія Siemens ґрунтується на спеціалізованих технічних засобах, архітектурах та програмному забезпеченні. Такий підхід дозволяє вирішувати найвідповідальніші завдання в частині вимог забезпечення безпеки. Недоліком його є дуже висока вартість розробки. Особливо це помітно в тих ситуаціях, коли замовник не виставляє жорстких вимог в частині забезпечення умов безпеки, наприклад, станції промислового транспорту.

У таких умовах більш ефективною є ідеологія Schneider, що використовує принцип апаратного виділення відповідальних функцій. Для цих цілей у звичайному промисловому контролері, наприклад, Місто або Premium, встановлюється модуль безпеки з входами і виходами для підключення більш відповідальних об'єктів. Модуль безпеки, як правило, забезпечує перевірку виконання програми і справний стан кнопок управління і блокування.

Структура системи управління повинна реалізовуватися на певному типі контролера. Тому, визначившись в загальному вигляді з структурою, переходять до вибору типу контролера. Може виявитися так, що вподобаний мікроконтроллер не в змозі забезпечити висунуті вимоги в частині структури, тоді доведеться переходити до іншого типу, або знаходити компромісні варіанти.

В реальній системі керування датчики та виконавчі пристрої вирішують різні за ступенем відповідальності завдання і тому до них пред'являються різні вимоги в частині надійності і безпеки.

Для реалізації цих вимог використовуються різні типи конфігурації вводу-виводу. Необхідно вказати, що всі ці модулі не є спеціалізованими. Завдання полягає в тому, щоб, використовуючи типові загальнопромислові модулі, забезпечити показники надійності і безпеки. На рис. 1.7 представлені деякі можливі варіанти конфігурації введення. В принципі їх може бути як завгодно багато. Конфігурація (рис. 1.7) а) найбільш проста без контролю стану датчика і модуля введення, в б) і в) показана її реалізація для двоканальної структури з одним датчиком і з двома Д1 і Д2. Це можуть бути контакти одного реле або кнопки в різних групах. За рахунок цього можна виявити залипання одного з контактів Д1 або Д2. Однак у всіх розглянутих конфігураціях пошкодження всіх датчиків, або сигнал перешкоди виявити неможливо. У відповідних завданнях, коли необхідно з високим ступенем достовірності мати інформацію про стан контрольованого параметра, через контакти датчика на вхід модуля вводу подається певна імпульсна послідовність (рис. 1.7, г - 1.7, ж). В цьому випадку корисний сигнал відрізняється від перешкоди, крім того, остаточне рішення про стан датчика можна приймати не відразу, а по надходженню декількох

сигналів. Наприклад, фактом спрацювання датчика можна вважати надходження поспіль трьох імпульсів на відповідний вхід модуля вводу. Зазвичай формується кілька імпульсних полюсів харчування ПІ, як на схемі рис. 1.7, ж.

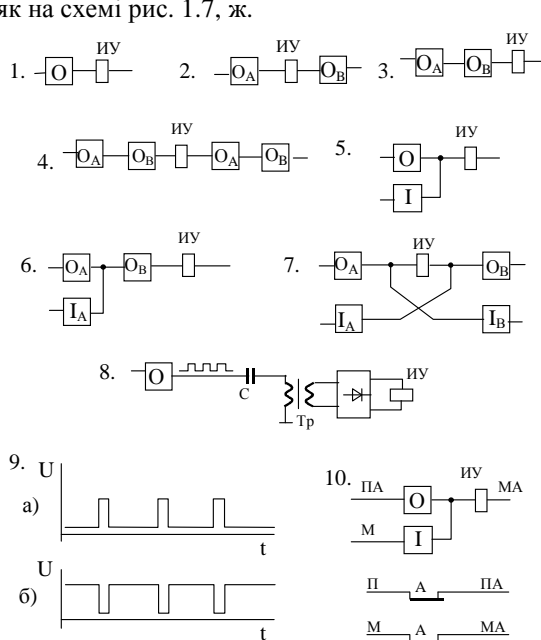


Рисунок 1.7 – Варіанти конфігурацій вводу інформації від виконавчих пристроїв

Конфігурації виведення також можуть бути досить різноманітні, див. рис. 1.8. Варіант 1 найбільш простий, без перевірки працездатності виходу з однополюсної комутацією. В 2 застосована двополюсна комутація. В цьому випадку пошкодження одного виходу не призводить до помилкового включення ВП, однак, контролю стану схеми немає. Варіанти 3 та 4 є розвитком схем 1 і 2, із з'єднанням виходів за схемою "Г".

Конфігурації 2-4 можна використовувати в багатоканальних структурах, проте стану ОА і ОВ не контролюються. У схемах 5, 6, 7 передбачений контроль стану виходу, причому в конфігурації 6 вихід ОВ може виконувати захисну функцію: при пошкодженні ОА (електричний пробій вихідного транзистора або зварювання контактів реле) з його допомогою відбувається вимикання виконавчого пристрою. Схема 7 в цьому сенсі більш досконала за рахунок перехресного контролю виходів по каналах А і В. Вихід каналу А контролюється входом каналу В і навпаки, крім того двополюсна комутація покращує показники безпеки схеми.

Очевидно, що варіантів конфігурацій вихідних ланцюгів можна запропонувати досить багато в залежності від характеру конкретної задачі і висунутих обмежень по вартості. Цей фактор часто є визначальним, тому що вартість одного входу або

виходу досить велика. Слід також зазначити, що при електричному пробі виходів в схемах 1-7 створюються умови для включення виконавчого елемента.

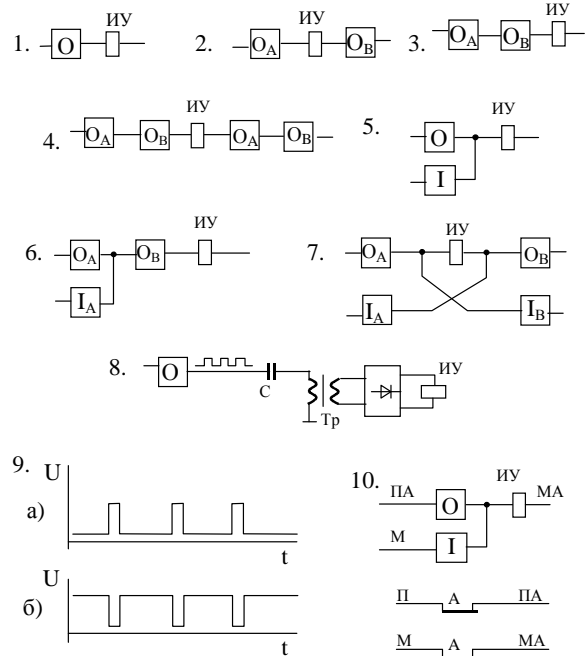


Рисунок 1.8 – Варіанти конфігурацій вводу інформації від виконавчих пристроїв

Для усунення цього недоліку використовується динамічний режим роботи виходу. При пошкодженні елементів вихідного кола схема втрачає динамічні властивості, і умов для спрацювання ВП немає. На схемі 8 показано включення реле постійного струму при імпульсному сигналі виходу. Пошкодження модуля виводу в будь-якому випадку призводить до знеструмлення реле. Такі схеми завжди достатньо складні і тому виконуються, як правило, у вигляді окремого конструктиву.

Схемна надмірність істотно здорожує розробку, особливо при значному числі об'єктів управління. Однак, саме по собі збільшення числа комутуючих і контрольних елементів у відповідальній ланцюга проблему не вирішує, оскільки в статичному режимі дуже важко відрізнити пошкоджене стан виходу від робітника.

У цьому плані становить інтерес квазіімпульсний режим роботи вихідного каскаду, зібраного за схемою 5 або 6. При відсутності вихідного сигналу формується послідовність імпульсів малої тривалості, графік 9а, рис. 9.8.

Контроль працездатності виходу при включеному стані забезпечується шляхом його періодичного закриття, графік 9в, рис. 1.8. Тривалості імпульсів і свердловин підбираються таким чином, щоб вони не впливали на роботу виконавчого пристрою. При

пошкодженні виходу його сигнал в будь-якому випадку буде відрізняться від наведеного на графіках 9а і в.

Іншим, досить ефективним способом захисту схем від небезпечного відмови, є комутація полюсів живлення модулів виведення контактами аварійного реле. При пошкодженні виходу аварійне реле знеструмується, знімаючи живлення ПА, МА з клем модулів.

При цьому включення самого аварійного реле повинне проводитися від окремої схеми з безпечними властивостями.

При порівнянні експлуатаційно-технічних характеристик релейних систем електричної централізації і мікропроцесорної централізації встановлені такі фактори, що визначають економічну доцільність застосування МПЦ замість релейних ЕЦ:

- скорочення постового обладнання ЕЦ (до 80 реле на 1 стрілку, стативів, пультів керування й ін.);
- скорочення виробничих площ на 50 %, займаних пристроями МПЦ, розміщення устаткування в діючих приміщеннях, зниження потреби в будівництві будинків під пости ЕЦ;
- скорочення капітальних вкладень на будівництво постів ЕЦ;
- скорочення обладнання за рахунок інтеграції лінійних пристроїв ДЦ і ДК у МПЦ;
- скорочення постового обладнання для схем ув'язування ЕЦ з АБ за рахунок інтеграції АБ з ЕЦ;
- скорочення витрат і строків на будівництво ЕЦ за рахунок зменшення кількості кабельно-проводникової продукції, обладнання (постового і підлового кабелю, реле, стативів, пультів керування);
- оптимізація роботи з керування руху поїздів на станції за рахунок комплексної модернізації пристроїв (ув'язування з пристроями ДЦ, ДК, автоматизація документообігу, автоматизація окремих функцій ДСП і оператора й ін.);
- діагностика зовнішніх об'єктів контролю та керування ЕЦ (колісного та периферійного постового обладнання, установок електроживлення та ін.);
- підвищення надійності пристроїв за рахунок скорочення кількості устаткування, кабельних мереж, резервування;
- підвищення рівня інформатизації, інформаційного забезпечення оперативного персоналу;
- зміна технології ТО.

*Стукан О.В. (УкрДАЗТ)*

### **ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМОВАНOSTІ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО- ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ.**

Пропускна спроможність ділянок залізниць, безпека руху поїздів, швидкість руху та інші параметри руху поїзда – визначають ефективність залізничного транспорту, що в значній мірі залежать від вживання технічних засобів управління і забезпечення безпеки руху, а отже від експлуатаційно-технічних характеристик системи залізничної автоматики.

Створюються і впроваджуються розробки по виключенню аварійності і підвищенню безпеки систем централізації на новій елементній базі, такі як МПЦ-МПК, ЕЦ-ЕМ, Ebilock-950 та інші інформаційні системи.

Ці мікроелектронні системи мають вищі експлуатаційні показники завдяки резервуванню окремих елементів і розвиненій діагностиці. Але не слід забувати, що будь-хто, навіть незначні на перший погляд недоробки апаратних засобів і помилки в програмних засобах можуть привести до небажаних наслідків.

Аналіз стану безпеки руху поїздів свідчить про те, що, не дивлячись на заходи, що проводяться по її підвищенню, не слід вважати нові мікропроцесорні системи залізничної автоматики повністю надійними. Фактично не існує абсолютно надійних і повністю безвідмовних систем. Тому потрібна робота фахівців над підтримкою і підвищенням рівня безпеки існуючих і знов розроблених мікропроцесорних систем, вдосконаленням технологічних процесів експлуатації і ремонту технічних засобів, створенням нормативної бази і відповідної нормативно-технічної документації, підвищенням кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Системи і засоби діагностики, що використовуються в даний час, із застосуванням нових інформаційних технологій, підвищують об'єм контрольованих параметрів процесу функціонування систем залізничної автоматики. Це дозволяє забезпечити оперативний персонал достовірною інформацією для вироблення управляючих рішень внаслідок чого підвищується безпека, надійність і живучість систем.

Ефективність діагностики може бути підвищена за рахунок використання моніторингу стану і функціонування системи, реалізованого у вигляді збору і централізованої обробки даних про параметри руху поїзда від засобів діагностики.

Тому актуальним стоїть питання про необхідність отримання додаткової достовірної інформації про параметри систем (об'єкта – поїзда) за допомогою

засобів діагностики та інформованості персоналу.

Основні і допоміжні функції в системах реалізуються на базі інформації від первинних датчиків, а також даних, що використовуються в математичних моделях систем, тому діагностика виконуватиметься з використанням датчиків, інформація від яких передаватиметься на АРМ ДСП, обробляється та виводиться на екран монітора.

Саме ці цілі розвитку і становлення транспортної техніки і технології – це постійний пошук оптимальних техніко-економічних рішень, створення умов стійкого, безпечного і ефективного функціонування, що передбачають в числі найважливіших показників підвищення безпеки та надійності систем.

*Удовіков О.О. (УкрДАЗТ)*

### **АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ**

Надійність і безпечність сучасних систем залізничної автоматики значною мірою визначається справністю кабельних ліній і мереж. Особливо це стосується систем електричної централізації, в яких для контролю ізоляції джерел живлення з розгалуженими кабельними мережами застосовуються сигналізатори заземлення, а також систем автоблокування з централізованим розміщенням апаратури, в яких передбачається окрема схема контролю кабельних ліній.

Наявні засоби контролю є недосконалими і не здатні попередити обслуговуючий персонал про критичну зміну опору ізоляції. Пропонується методика неперервного контролю стану кабельної лінії або мережі з використанням математичної обробки результатів періодичних вимірювань вхідних опорів або результатів імпульсного зондування.

*Демченко Ф.О. ("Стальэнерго")*

### **МОДЕЛЬ УПРАВЛЕННЯ СТРЕЛОЧНЫМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ С СИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ НА РОТОРЕ**

Для управления данным приводом целесообразно использовать замкнутую систему управления, которая имеет более жесткие механические характеристики. В замкнутой системе регулирования сигнал управления формируется из сигнала задания и сигнала обратной связи, несущего информацию о фактическом значении регулируемого параметра, которое зависит от возмущений, действующих на узлы системы и рабочий

орган электропривода. В результате введения обратной связи ошибка регулирования уменьшается до допустимого значения.

В результате моделирования были получены временные характеристики тока, скорости вращения ротора и электромагнитного момента.

*Сіроклин І.М. (УкрГАЗТ)*

### **КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПАСАЖИРОПОТОКІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ВІДЕОРАДУ**

Оптимальне використання засобів транспорту в першу чергу залежить від точності прогнозування даних по їх навантаженню та затребуваності. В рамках локалізованих систем транспорту таких як метрополітен, приміське сполучення тощо, особливий інтерес представляє оптимізація управління за рахунок своєчасного корегування графіку руху відповідно до навантаження, що постійно змінюється. Значні результати, в плані контролю пасажиропотоків, можна отримати за рахунок використання систем технічного зору.

Ідентифікація рухомих об'єктів на нерухомому фоні є предметом досліджень суміжних сферах народного господарства. В результаті аналізу таких методів обробки зображення визначено два основні підходи: оцінка фону та контроль оптичного потоку. Результати отримані при натурних випробуваннях показують, що найбільше значення похибки в рамках досліджуваного фрагменту запису склало 33%, однак середнє значення похибки при дослідженні 16-ти відеофрагментів, має значення 4,43%.

Визначено такі шляхи підвищення точності ідентифікації пасажирів за допомогою відеоконтролю: паралельне використання методів оцінки фону та контролю оптичного потоку; використання методів автоматичного визначення порогу чутливості; дослідне визначення оптимального порогу бінарзації відповідно до місцевих умов.

*Бабаєв М.М. (УкрДАЗТ),  
Зубко А.П. (Укрзалізниця)*

### **МЕТОДИ ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ РЕГУЛЮВАННЯ СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Останнім часом на залізничному транспорті велика увага приділяється питанням раціонального використання електроенергії та впровадженню енергозберігаючих технологій. Одним з можливих

шляхів вирішення даної проблеми є використання в системах електропостачання адаптивних регуляторів, що побудовані на базі синхронних двигунів. В доповіді розглянуто цифровий алгоритм моделювання динаміки процесу регулювання синхронних двигунів, який дозволяє підтримувати оптимальний рівень реактивного навантаження, що суттєво скорочує кількість споживаної ними електроенергії.

*Блиндюк В.С. (УкрДАЗТ)*

### **ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ СИСТЕМИ АВТОВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ**

В наш час однією з найважливіших проблем у роботі залізничного транспорту є зменшення збитків від його функціонування. Одним з суттєвих механізмів вирішення цієї проблеми є впровадження на транспорті автоматизованих систем автоматичного ведення поїздів (АВП). Застосування автоматизованої системи дозволяє визначити оптимальний швидкісний режим руху поїздів, що забезпечує найбільш раціональне використання тягових можливостей електродвигунів, гальмівних систем, деталей, вузлів і механізмів візків та інших агрегатів. Крім того зменшується втомлюваність локомотивних бригад, що позитивно впливає на безпеку руху. Зазначені чинники обумовлюють скорочення витрат електроенергії на тягу поїздів, збільшення їх міжремонтного циклу, зниження темпів зносу інших вузлів і агрегатів електропоїздів і, відповідно, скорочення поточних витрат на їх експлуатацію. В доповіді наведено економічну оцінку впровадження системи АВП, яка враховує основні чинники виникнення економічного ефекту, а саме, зниження витрат електроенергії і збільшення тривалості міжремонтного циклу тягових електродвигунів.

*Давиденко М.Г. (УкрДАЗТ)*

### **ВЗАЄМНА ІНДУКТИВНІСТЬ СОЛЕНОЇДА ТА ПЛАСКОЇ СТРІЧКИ**

Розглянуто випадок, в якому вздовжня вісь соленоїда лежить у площині, паралельній площині провідної немагнітної стрічки і водночас є перпендикулярною до вздовньої осі цієї стрічки. Наведено розрахункове співвідношення, яке пов'язує взаємну індуктивність з геометрією системи «соленоїд – стрічка». Показано, зокрема, що вказана взаємна індуктивність зменшується із зростанням ширини стрічки за інших незмінних параметрів системи.

*Ананьєва О.М. (УкрДАЗТ),  
Сотник В.О. (Південна залізниця)*

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВХІДНОГО СИГНАЛУ ЛОКОМОТИВНОГО ПРИЙМАЧА СИСТЕМИ АЛСН**

Розглянуто модель поодинокі гармоніки струму числових кодів АЛСН крізь переріз приймання. У результаті побудови математичної моделі вхідного сигналу локомотивного приймача встановлено, що відносна похибка модельного розрахунку діючого значення струму сигналів АЛСН не перевищує 0,4 %, а величина абсолютної похибки модельного розрахунку його початкової фази не перевищує  $0,12^{\circ}$ . Показано, що розроблена математична модель може бути одномасштабною в часі, а саме: її параметри досить змінювати з часом с дискретом, який дорівнює інтервалу між вступом колісних пар на блок-ділянку, тобто з тим самим часовим дискретом, з яким змінюється в часі узагальнений опір навантаження рейкової лінії.

*Гребенюк В.Ю. (УкрДАЗТ)*

### **МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ДАТЧИКІВ**

Останнім часом застосування колійних датчиків на залізничних об'єктах стає все більш перспективним завдяки підвищеній точності і розмаїттю виконуваних функцій у порівнянні з рейковими колами. Для забезпечення безпеки руху поїздів і виконання маневрових робіт необхідною і актуальною є можливість точного виявлення транспортних засобів у межах визначеної ділянки шляху. Проте відомі пристрої визначення транспортної одиниці на певній ділянці колії морально застаріли і вичерпали свої можливості. Необхідність заміни застарілих датчиків, як ненадійних, вимагає модернізації у створенні сучасних пристроїв контролю ділянок. Тому запропоновано індуктивно-дротові датчики (ІДД), які призначені для експлуатації на об'єктах залізничного транспорту і слугують для визначення вільності або зайнятості рухомим складом контрольної ділянки колії. ІДД виконують наступні задачі: контроль проходження стрілки рухомим складом, виключення врізу стрілки при маневрах, контроль проходження баз довгобазних вагонів. На стрілочних ділянках сортувальних гірок, обладнаних системою гіркової автоматичної централізації, ІДД застосовують для заміни педалей і рейкових кіл, де вони використовуються як додатковий елемент захисту стрілок від несанкціонованого переводу при втраті

шунта і проході баз довгобазних вагонів. Перспективним є широке застосування ІДД на переїздах.

Чутливим елементом ІДД, що розглянуто у доповіді, є індуктивний шлейф, який містить дві секції, укладені послідовно всередині рейкової колії на певній ділянці колії. Чутливість індуктивного шлейфу змінюється при різних станах колії: при вільності колії, при проходженні рухомого об'єкту, під впливом дестабілюючих факторів навколишнього середовища (температури, вологості, тиску). Здійснено детальний аналіз роботи ІДД у зазначених вище станах колії.

До переваг даного пристрою відносять підвищення точності виявлення рухомої одиниці в межах контрольної ділянки при зміні чутливості індуктивного шлейфу внаслідок впливу на нього кліматичних факторів.

*Саяпіна І.О. (УкрДАЗТ)*

### **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ**

У зв'язку зі збільшенням інтенсивності та швидкості руху на залізницях України актуальним стає питання щодо підвищення надійності та безпеки руху поїздів. Це ставить нові вимоги до систем залізничної автоматики.

Були розглянуті основні функції та структура тональних рейкових кіл. На основі цього за допомогою програми Simulink була розроблена імітаційна модель системи тональних рейкових кіл з централізованим розміщенням обладнання. Для цього були запропоновані моделі, що імітують роботу основних елементів кола, а саме генератора сигналу з можливістю задання несучої частоти сигналу та частоти маніпуляції, кабельної та рейкової лінії з заданою довжиною та первинними параметрами. Представлена форма сигналу на виході кожного елемента схеми.

Були проаналізовані характеристики сигналу при проходженні його через компоненти кола та ступінь спотворень в залежності від частоти сигналу та параметрів блоків схеми. Досліджено вплив на сигнал зміни довжини та первинних параметрів рейкової лінії.

На основі моделювання показано, що основні спотворення сигналу відбуваються при проходженні ним рейкової лінії. При цьому змінюється його форма, фаза та виникає затримка.

*Бойник А.Б., Абакумов А.А.,  
Воліченко І.Г. (УкрГАЗТ)*

### **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ**

Значительная часть дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на железнодорожных переездах, как Украины (около 52 %), так и большинства стран мира происходит по причине проезда автотранспортными средствами запрещающих показаний переездных светофоров и других ограждающих устройств при приближении поездов или маневровых составов. В мировой практике для уменьшения количества ДТП на переездах по указанной причине современные системы переездной сигнализации обязательно дополняются устройствами ограждения (РФ и некоторые другие страны) или устройствами контроля опасных ситуаций (Япония, Канада, США, Франция, Германия и другие). Под устройствами контроля опасных ситуаций, в основном, понимается широкое использование различных по принципу действия автоматических устройств, позволяющих своевременно контролировать состояние опасной зоны и предупреждать локомотивные бригады, а также дежурных по переездам о нахождении автотранспортных средств в их пределах. Наиболее перспективными из таких устройств являются устройства видеоконтроля.

В тоже время, опыт эксплуатации устройств ограждения свидетельствует, что они обязательно применяются на переездах с автоматическими ограждающими устройствами и дежурным персоналом, количество которых не превышает трети от общего числа переездов. Устройства видеоконтроля опасных ситуаций своевременно регистрируют въезд и нахождение автотранспортных средств в зоне переезда, но являются эффективными лишь при условии, что тормозной путь поездов и маневровых составов не превышает расстояние от них до переезда.

Таким образом, значительно уменьшить количество ДТП на переездах, по причине проезда автотранспортными средствами запрещающих показаний переездных светофоров, пока затруднено.

Особый практический интерес, для решения данной проблемы, представляет разработка и эксплуатация в современных автотранспортных средствах автоматических систем экстренного торможения. Эти системы представляют собой компьютерный комплекс, имеющий в своем составе ряд устройств, включая и видеодатчики контроля зон



вокруг автомобиля. Этот комплекс имеет специальные программы распознавания образов (других автомобилей, людей, дорожной разметки и т.д.) и может в автоматическом режиме предотвращать столкновения воздействуя на тормозную систему автотранспортных средств вплоть до их полной остановки. Доработав указанные программы, можно распознавать запрещающие показания автодорожных светофоров, включая и переездных и своевременно останавливать автотранспортные средства, исключая их въезд в опасные зоны.

*Сотник В.О. (Південна залізниця)*

### **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ КОДОВИХ СИГНАЛІВ АЛСН НА ДІЛЯНЦІ СТРІЛКОВОГО ПЕРЕВОДУ**

Одним з основних завдань залізничного транспорту є забезпечення безпеки руху поїздів, чому значною мірою сприяє розробка й впровадження сучасних систем автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН). В той же час, при збільшенні швидкостей і інтенсивності руху поїздів відбувається викривлення кодівих сигналів системи АЛСН, що знижує ефективність і надійність її роботи. Відмови в роботі системи АЛСН виникають як через ушкодження локомотивних приладів, так і викривлення кодівих сигналів за рахунок завад тягового струму або недосконалості схем кодування рейкових кіл. Викривлення кодівих сигналів залежить від рівнів тягових струмів, швидкості руху й багатьох інших причин. Тому виникає необхідність проведення додаткових досліджень причин відмов існуючих пристроїв АЛСН з метою підвищення надійності їх роботи. В доповіді розглянуто особливості індуктивного зв'язку рейок та локомотивних котушок системи АЛСН на ділянці стрілкового перевалу. Наведено математичну модель системи «котушка-рейка».

*Болдирев О.С. (УкрГАЗТ)*

### **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МПЦ**

Станционные системы автоматики на железнодорожном транспорте в настоящее время в большинстве своем построены на электромагнитных реле. Основными недостатками релейных систем является их громоздкость, значительное потребление электроэнергии, высокая материалоемкость, сложность сопряжения с управляющими системами более высокого уровня для полной автоматизации технологических процессов на станциях.

Микропроцессорные устройства, приходящие на смену электромеханическим и электронным, способствуют повышению эксплуатационных характеристик систем ЖАТС. Как правило, МПУ содержат значительно меньшее число электронных компонентов и благодаря этому имеют более высокую надежность, меньшие габариты и вес, чем их предшественники. Они обладают большими функциональными возможностями, легче вписываются в структуру современных технологических систем, могут иметь встроенные автодиагностику и удаленный мониторинг.

В то же время разработка, внедрение и эксплуатация МПУ вызывают определенные сложности. Прежде всего, это связано с тем, что для большинства специалистов, занятых эксплуатацией железнодорожной автоматики, МПУ представляются некими «черными ящиками», работу которых можно уяснить только по описаниям, которые не всегда соответствуют истине.

Наличие мощной системы самодиагностики позволяет выявлять предотказное состояние элементов централизации, контролировать все отказы с выводом их на экран рабочего места электромеханика.

Передвижения поездных единиц на станции осуществляется параллельно и независимо во времени (передвижения не синхронизируются). Поэтому в МПЦ должна осуществляться одновременная обработка информации о нескольких маршрутах с учетом безопасности управления. Можно определить две основные крупные проблемы, которые надо решать: параллельные вычисления и безопасность. Реализация параллельных процессов в управляющих вычислительных системах обеспечивается последовательной, функциональной, конвейерной, матричной и мультипроцессорной обработкой информации. При последовательной обработке система имеет один процессор, в котором параллельные процессы обрабатываются фактически последовательно во времени (по очереди).

Основная проблема МПЦ – это обеспечение безопасности. Концепция безопасности МПЦ, которая используется в большинстве случаев, состоит в следующем, одиночные дефекты аппаратных и программных средств не должны приводить к опасным отказам устройств и должны обнаруживаться при рабочих или тестовых воздействиях не позднее, чем в системе возникает второй дефект. Безопасность достигается благодаря резервированию аппаратных и программных средств, организации внутри процессорного и межпроцессорного контроля и безопасному поведению при отказах. Резервирование аппаратных средств состоит в применении многоканальных систем с жесткой или мягкой синхронизацией каналов. Сравнение результатов обработки информации в каналах осуществляется с

помощью безопасных схем сравнения. В многопрограммных системах выполняется резервирование программного обеспечения. Наилучшие результаты по безопасности в этом случае дают принципы N-версионного программирования, применяемые на уровне алгоритмов и программ. Задачу обнаружения отказов решают внутри- и межпроцессорный контроль. Обнаруживать отказы требуется с максимально возможной глубиной и как можно быстрее. Наиболее эффективно внутрипроцессорный контроль осуществляется тестированием системы в отведенные для этого промежутки времени или применением принципов самоконтроля.

Межпроцессорный контроль состоит во взаимной проверке работы процессоров на уровне системных шин, памяти и выходов (контроль с сильными связями). При контроле с умеренными связями осуществляется проверка выходов. Применяется также вариант, когда один процессор реализует вычисления, а другой их проверяет (контроль со слабыми связями).

Основными структурными схемами микропроцессорных систем, которых целесообразно использовать при построении МПЦ, являются:

- однопроцессорная система. Используют при последовательной обработке информации. Её применяют для крупных станций с мощной ЭВМ или для малых станций, когда достаточно одной микроЭВМ. В первом случае ЭВМ, помимо задач электрической централизации, может решать и другие задачи (обрабатывать информацию, поступающую от систем считывания номеров вагонов, хранить нормативно-справочную информацию и др.).
- система с радиальной структурой. Реализует принцип функциональной обработки. Каждая микроЭВМ служит для управления каким-нибудь районом станции. Связь между районами ЭВМ осуществляется через центральный управляющий процессор УП.
- система с магистральной структурой. Применяется мультипроцессорная обработка информации. Элементы системы (микропроцессоры МП, запоминающие устройства ЗУ, устройства ввода-вывода УВВ) подсоединяются к общей магистрали (шина). Управляющий процессор УП регламентирует работу всех элементов.
- система с сетевой структурой. Районные микро ЭВМ обмениваются информацией с соседними микро ЭВМ по принципу конвейера. Сеть микроЭВМ отражает план станции, и в этом случае реализуется географический принцип.

Опыт эксплуатации первых систем МПЦ на железных дорогах мира показал их эксплуатационные и технические преимущества перед релейными системами. Учитывая быстрые темпы развития и

совершенствования микроэлектронной и микропроцессорной техники, снижение её стоимости, можно утверждать, что с течением времени МПЦ станут основными системами станционной автоматики.

Основными преимуществами микропроцессорных централизаций являются: высокая безопасность и безотказность; расширенные функциональные возможности; упрощение процессов проектирования, изготовления, строительства и ремонта; уменьшение стоимости материалов. Общая безопасность и безотказность систем МПЦ более высока, чем у релейных систем ЭЦ.

*Гаврилюк В.И. (ДНУЖТ)*

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НОВЫХ ТИПОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С УСТРОЙСТВАМИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ**

Проблема обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) новых типов подвижного состава с устройствами сигнализации и связи достаточно полно проанализирована в научных публикациях [1-5]. Вопросы обеспечения электромагнитной совместимости тягового электроснабжения со слаботочными линиями железнодорожной автоматики и связи решались в процессе электрификации железнодорожного транспорта путем разработки нормативных документов, регламентирующих предельные уровни электромагнитных помех от электротранспорта, а также повышением степени защиты устройств автоматики и связи (симметризацией линий, применением защитных фильтров и др.). Несмотря на это, сбои в работе путевых и локомотивных устройств сигнализации под действием помех тягового тока в настоящее время не единичны. Наряду с причинами, связанными с содержанием пути и устройств электроснабжения, наблюдаемое увеличение числа сбоев обусловлено вводом в эксплуатацию новых типов подвижного состава с асинхронным тяговым электроприводом, а также расширением использования микроэлектронных устройств автоматики.

Целью настоящей работы является анализ и обобщение теоретических и экспериментальных результатов, полученных автором в последние годы в процессе проведения испытаний на ЭМС новых типов подвижного состава.

Значительный тяговый ток современных электропоездов, высокие скорости движения, импульсный характер работы силовых агрегатов приводят к появлению электромагнитных помех, не совместимых по условиям безопасности с устаревшими устройствами сигнализации и связи.

В процессе проведения испытаний нового типа подвижного состава на электромагнитную совместимость с устройствами СЦБ подлежат контролю, в соответствии с нормативными документами, следующие параметры:

- уровни кондуктивных электрических помех от подвижного состава в рельсовой линии;
- уровни напряженности электромагнитного поля радиопомех;
- уровни радиопомех на частотах технологической радиосвязи и передачи данных;
- мешающее (псфометрическое) напряжение, наводимое в контрольной цепи связи.

Уровни предельно допустимых электромагнитных помех в рельсовой линии регламентированы рекомендациями Главного управления автоматики, телемеханики и связи Укрзалізнички «Значення граничного струму, діапазону частот і характеру впливу завод на роботу рейкових кіл та автоматичної локомотивної сигналізації». Допустимый уровень радиопомех от электротранспорта определен ГОСТ 29305. Конструкция узлов электрооборудования подвижного состава должна обеспечивать помехоподавление для исключения возникновения сбоев в работе радиосвязи и электрических рельсовых цепей (РЦ) в соответствии с ДСТУ 4049 и п. 6.57 «Правил технічної експлуатації залізниць України».

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в работе, заключаются в следующем.

Усовершенствовано методику экспериментальных исследований влияния помех от электроподвижного состава на РЦ и АЛС, при которой одновременно измеряются помехи тягового тока, генерируемые электрооборудованием подвижного состава и протекающие в рельсовой линии.

Найдено, что амплитуды помех тягового тока с частотами 25, 420, 480, 520, 729, 780 Гц для квазистационарных процессов ведения электропоезда соответствуют нормальному закону распределения, а для нестационарных процессов - экспоненциальному.

Найдены параметры распределения гармоник для всех основных частот, используемых в рельсовых цепях.

Найден характер распределения гармонических помех в РЦ двухпутного участка железной дороги с несколькими электропоездами в фидерной зоне

### Литература

1. *Марквардт К.Г.* Электроснабжение электрифицированных железных дорог. -М.: Транспорт, 1982.- 528 с.
2. *Бадер М.П.* Электромагнитная совместимость.-М.: УМК МПС, 2002.- 638 с.

3. *Косарев А.Б.* Основы теории электромагнитной совместимости систем тягового электроснабжения переменного тока.- Москва. Интекст, 2004.- 272 с.
4. *Анохов І.В., Бадьор М.П., Гаврилюк В.І., Сиченко В.Г.* Про електромагнітну сумісність електрифікованих ліній постійного струму // Залізничний транспорт України. – 2000. –№ 2. – С. 10-12.
5. *Гаврилюк В.І., Завгородній А.В.* Аналіз впливу тягового електропостачання на роботу рейкових кіл // Залізничний транспорт України. – 2005. – № 2. С. 37-39.

*Григорова В.Ю. (УкрДАЗТ)*

### ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНТРОЛЕРА M258 SNEIDER ELECTRIC

За останні роки широкого розповсюдження набули програмовані логічні контролери (ПЛК).

Сьогодні ПЛК працюють в енергетиці, в області зв'язку, у сфері видобутку, транспортування нафти і газу, в системах забезпечення безпеки, в комунальному господарстві, в хімічній промисловості, використовуються в автоматизації складів, у виробництві продуктів харчування та напоїв, на транспорті, в будівництві, в системах управління технологічними процесами.. Значні функціональні можливості, хороші технічні параметри, відносно низька

вартість і постійне її зниження із збільшенням надійності є мотивацією для підприємців модернізувати виробництво, замінюючи широко поширені контактно-релейні схеми управління на системи, керовані ПЛК.

ПЛК є широко поширеними засобами автоматизації в складі локальних і розподілених систем контролю та регулювання. Впровадження ПЛК в процеси управління дає можливість контролювати зміну параметрів без переривання технологічного процесу і використовувати поточні значення параметрів (або їх оцінки) для формування керуючих впливів.

Одним з кращих в світі є контролер серії Modicon (M258) компанії Schneider Electric. Даний ПЛК розроблений для виробників машин і устаткування (ОЕМ), використовуюваного в таких областях, як упаковка, транспортування і складське зберігання, текстильна і деревообробна промисловість і т.д. Він з високою ефективністю виконує функції регулювання швидкості, рахунки, управління координатними переміщеннями та обміну даними.

Переваги контролера M258:

1 *Прискорена розробка машини ПО SoMachine: 6 мов програмування; функціональні блоки, перевірені,*

затверджені і документально оформлені конфігурації; розширене функціонування при скороченому обслуговуванні; прозора діагностика, дистанційний доступ.

2 *Вбудований Ethernet-порт*: ефективність і відкритість 10/100 Мбіт / с.

3 *Вбудований провідний пристрій CANopen*: підвищена гнучкість розподілених архітектур.

4 *Економія часу при програмуванні та введення в експлуатацію* завдяки двом стандартним USB-портам: порт Mini-USB-B для ПО програмування SoMachine та порт USB-A під флеш-накопичувач для передачі програм і файлів з даними зі швидкістю: 480 Мбіт / с.

5 *Відкритість* завдяки послідовній мережі Modbus, що включає в себе кінцеве обладнання обробки даних (принтер, зчитувач штрих-кодів, сканер і т.д.); кабель для апаратури передачі даних (модем, перетворювач); компактні модулі вводу / виводу, від 20 до 42 входів / виходів, дискретних та / або аналогових. Все це забезпечує економію простору.

6 *Гнучкість управління машинним обладнанням*: 8 вбудованих швидкодіючих лічильників (200 кГц), повна гамма рахункових модулів розширення. Управління перетворювачем завдяки вбудованому послідовному каналу Modbus, провідному інтерфейсу CANopen. Позиціонування завдяки вбудованому провідному інтерфейсу CANopen і функціональним блокам PLCopen. Регулювання температури завдяки широкій гамі модулів температури і вбудованих функціональних блоків регулювання.

7 *Гнучкість на локальному рівні*.

Компактні модулі вводу / виводу: низька вартість, висока щільність.

Секційні модулі вводу / виводу: точна настройка, «гаряча» заміна, модульність від 2 до 12 каналів, знімні клемні колодки, пружинні затискачі.

8 *Гнучкість дистанційного управління*. Швидкість передачі даних: 12 Мбіт / с, максимальна кількість модулів: 250, максимальна відстань між двома станціями: 100 м, мінімальний час циклу: 100 мкс, віддалене введення / виведення синхронізоване з локальним введенням / виведенням Ethernet, CanOpen: простота, ефективність та інтеграція.

сигналов (МПЦ), розробленої з використанням синтезу імітаційного і фізического моделювання технологічних процесів. КСМ дозволяє виконувати для частини об'єктів управління і контролю фізическе моделювання роботи, а для другої частини – програмно-імітаційне. С використанням КСМ розроблено наступні експериментальні методи дослідження надійності і безпеки:

- метод обособлених груп: одна або декілька груп об'єктів, зв'язаних загальним інтерфейсним драйвером, в цілому для кожної групи (без дроблення на окремі члени) підлягає фізическому моделюванню роботи, а інші групи (також в цілому) – імітаційному;
- метод обособлених об'єктів: в межах окремо взятої групи виділяються об'єкти (члени групи), які підлягають різним видам моделювання (частина об'єктів взаємодіють з модулями КСМ, виконуючими програмне імітацію роботи, а інша частина – з блоками КСМ, забезпечуючими фізическе моделювання);
- метод обособлених каналів (применяється тільки для систем з багатоканальними пристроями нижнього рівня): робота частини каналів одного і того ж пристрою або групи пристроїв нижнього рівня підлягає імітаційному моделюванню, а іншій частині – фізическому.

Вказані методи можуть застосовуватися як в чистому вигляді, так і при взаємних комбінаціях між ними. В частині, останній метод (обособлених каналів) застосовується тільки в комбінації з одним або обома попередніми методами.

Фізическа реалізація методів і методик випробувань залежить від способів побудови КСМ і розподілу взаємодії об'єктів централізації, введених в програмні модулі підсистем обробки логічних залежностей МПЦ, з модулями КСМ, відповідаючими за різні види моделювання. По результатам дослідження найбільш прийнятними слід вважати способи, засновані на програмно-просторовому розподілі інтерфейсних ліній обміну даними між середнім і нижнім рівнями системи МПЦ. Перевагами такого підходу є: відсутність додаткової апаратури і можливість застосування раніше розроблених методик імітаційних і стендових випробувань з незначними змінами. Недоліком же є необхідність корекції на період проведення випробувань системних розділів технологічних (конфігураційних) файлів програмного забезпечення середнього рівня МПЦ, забезпечуючих прив'язку об'єктів до тимчасових («темпових») файлів інтерфейсних драйверів. Після проведення випробувань технологічні файли потребують приведення в початковий стан, що потребує

*Каменев А.Ю. (УкрГАЗТ)*

## КОМБІНІРОВАНІ МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ІСЛІДОВАНИЙ НАДІЙНОСТІ І БЕЗОПАСНОСТІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТРЕЛОК І СИГНАЛІВ

Методи засновані на використанні комплексної спеціалізованої моделі (КСМ) нижнього рівня системи мікропроцесорної централізації стрілок і

дополнительной проверки корректности их составления. Однако данная проверка проводится с использованием только имитационной модели и не занимает много времени (по результатам исследования не превышает 30 минут на каждый канал подсистемы логических зависимостей МПЦ).

В настоящее время методы прошли предварительное апробирование на лабораторно-экспериментальной базе ООО «НПП «САТЭП». Проводятся работы по их совершенствованию, направленного на расширение области применения.

В докладе рассматриваются технические и методические основы разработки и применения комбинированных методов экспериментальных исследований надёжности и безопасности, а также опыт их применения в отношении систем МПЦ НПП САТЭП (МПЦ-Д, МПЦ-Ц, МПЦ-С).

*Кустов В.Ф. (УкрГАЗТ),*

*Вишневецкий Н.В. (ООО «Димитровпогрузтранс»),*

*Денисюк Н.Т. (ЗАО «Донецксталь-металлургический завод»)*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ**

В 2011- 2012 г.г. на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта, входящих в ЗАО «Донецксталь-металлургический завод» введены в эксплуатацию 3 станции МПЦ разработки ООО «НПП САТЭП» (ст. «Полугорки» ОАО «Ясиновский коксохимический завод»; ст. «Передача-Донецк» Филиала МК ЗАО «Донецксталь-МЗ»; ст. «Транзитная» ООО «Димитровпогрузтранс»).

Учитывая специфичность и уникальность микропроцессорных средств МПЦ, обеспечивающих безопасность движения поездов, специалистами ЗАО «Донецксталь-МЗ» и ООО «НПП «САТЭП» разработана программа работ по организации их ремонта силами объединенного КИПа служб СЦБ, обслуживающих данные станции. Для этого подготовлены договора на гарантийное и послегарантийное обслуживание с предприятием - разработчиком МПЦ, при этом гарантия на специфические изделия МПЦ составляет 5 лет. В рамках указанных договоров передается вся необходимая документация для диагностики и ремонта, а также программное обеспечение и технические средства для программирования и перепрограммирования, которые позволяют корректировать программное обеспечение работниками объединенного КИПа при изменении

путевого развития введенных в эксплуатацию систем МПЦ. В докладе приводятся особенности разработанной программы и договоров по организации сервисного обслуживания, диагностики и ремонта устройств МПЦ, а также других микропроцессорных устройств СЦБ, эксплуатируемых с 2002 года.

*Кустов В.Ф. (УкрГАЗТ)*

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА ЭТАПЕ ИХ ПОСТОЯННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В настоящее время существует пять основных этапов доказательства функциональной безопасности микропроцессорных систем железнодорожной автоматики: расчет и оценка вероятности или интенсивности опасных отказов, стендовые испытания, экспертные оценки, испытания на имитационных моделях, испытания в условиях опытной эксплуатации. Учитывая, что на каждом этапе имеются определенные погрешности доказательства безопасности, которые могут увеличиться в период постоянной эксплуатации, необходимо ввести дополнительную процедуру контроля допустимых показателей функциональной безопасности каждого канала резервирования микропроцессорных систем. В докладе приводятся примеры синтеза многоканальных систем МПЦ по критерию допустимой наработки до опасного отказа каналов резервирования, технические и организационные мероприятия по обеспечению достоверного контроля их безопасного функционирования, а также факторы, которые могут повлиять на показатели реальной функциональной безопасности в период эксплуатации систем МПЦ..

*Бородай Г.П., Лазарев О.В. (УкрДАЗТ)*

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

Зараз в умовах реструктуризації залізничного транспорту задачі оптимізації технічного обслуговування пристроїв залізничної автоматики (ЗАТ) є актуальною задачею.

Розроблено математичну модель технічного обслуговування пристроїв залізничної автоматики, яка на підставі попередніх перевірок дає можливість оптимізувати кількість перевірок пристроїв ЗАТ за весь період експлуатації. За рахунок цього виключаються необґрунтовані перевірки пристроїв,

збільшується міжперевірочний інтервал, скорочуються експлуатаційні витрати, підвищується надійність пристроїв.

Лахно Т.В. (УкрГАЗТ)

## КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ВЫБОРА ПЛК

Жесткие ограничения на стоимость и огромное разнообразие целей автоматизации привели к невозможности создания универсального программируемого логического контроллера (ПЛК). Область автоматизации выдвигает множество задач, в соответствии с которыми развивается и рынок, содержащий сотни непохожих друг на друга контроллеров, различающихся десятками параметров. Однако наличие различных ПЛК ставит следующий вопрос: как выбрать из этого обилия необходимый именно вам контроллер? Большинству потребителей требуется не превосходство одной какой-то характеристики, а некая интегральная оценка, позволяющая сравнить ПЛК по совокупности характеристик и свойств.

Учитывая специфику устройств, критерии оценки можно разделить на три группы:

1. Технические характеристики:
  - количество каналов ввода/вывода;
  - быстродействие;
  - уровни напряжения входов/выходов;
  - напряжение ихольяции.
2. Эксплуатационные характеристики:
  - диапазон рабочих температур;
  - относительная влажность воздуха;
3. Потребительские свойства:
  - производительность (время выполнения операции, функциональность);
  - надежность (наработка на отказ, среднее время восстановления);
  - затраты (стоимость приобретения, стоимость эксплуатации, массагабаритные характеристики).

При этом критериями выбора считать потребительские свойства, т.е. соотношение показателей затраты/производительность/надежность, а технические и эксплуатационные характеристики ограничениями для процедуры выбора.

Так как характеристики между собой конфликтны, т.е. улучшение одной характеристики почти всегда приводит к ухудшению другой, необходимо для каждой характеристики  $K_i$  определить весовой коэффициент  $a_i$ , учитывающий степень влияния данной характеристики на полезность устройства.

Выбор аппаратуры производится в четыре этапа:

1. Определение соответствия технических характеристик предъявленным требованиям;

2. определение соответствия эксплуатационных характеристик предъявленным требованиям;
3. оценка потребительских свойств выбираемой аппаратуры;
4. ранжирование изделий.

На первом этапе каждая техническая характеристика анализируемого изделия сравнивается с предъявленными к проектируемой системе требованиями, и если данная характеристика не удовлетворяет этим требованиям, изделие снимается с рассмотрения.

Такой же анализ проводится на втором этапе с эксплуатационными характеристиками, и только если технические и эксплуатационные характеристики соответствуют поставленной задаче и предъявленным требованиям, проводится оценка потребительских свойств ПЛК.

Для этого используется аддитивный метод оценки, когда суммарная оценка каждого свойства вычисляется по следующей формуле:

$$K_z = \sum_{i=1}^l K_i^* \times W_i + \sum_{i=l+1}^n K_i \times W_i,$$

где  $K_i^* = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$ ,  $K_i = \frac{P_{\max} - P_i}{P_{\max} - P_{\min}}$  - нормированные прямые и обратные характеристики выбираемого изделия (переход к относительным характеристикам);  $W_i$  - весовые коэффициенты характеристик;

Для прямой характеристики  $P_{\max}$  - наилучшие,

$P_{\min}$  - наихудшие значения оцениваемого свойства. Для обратных характеристик наоборот. Значения текущих оцениваемых характеристик  $P_i$  должны лежать в диапазоне  $P_{\min} \leq P_i \leq P_{\max}$ . Деление на характеристики аналога необходимо для приведения всех свойств к относительным величинам.

Определение весовых коэффициентов для характеристик ПЛК является одной из самых ответственных задач, т.к. именно от их правильной величины зависит достоверность результатов анализа. Для нахождения усредненной оценки каждого коэффициента может быть рекомендована методика экспертных оценок.

Составляется матрица эксперты-коэффициенты, в которой проставляются полученные от каждого эксперта оценки коэффициентов по шкале от 0 до 10.

Рассчитывается относительная значимость ( $W_{ij}$ ) всех коэффициентов в отдельности для каждого эксперта. С этой целью оценки, полученные от каждого эксперта, суммируются (по горизонтали), а затем нормируются:

$$\bar{a}_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij}}{m}, \text{ при } i=1, n$$

Вычисляется усредненная оценка, данная всеми экспертами каждому коэффициенту. Для этого нормированные оценки, полученные в предыдущем шаге, суммируются (по вертикали), а затем рассчитывается среднее арифметическое для каждого коэффициента:

$$W_i = \frac{\bar{a}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{a}_i}$$

Проверяем правильность расчетов, согласно которой сумма всех коэффициентов весомости в группе должна быть равна единице.

В результате анализа потребительских свойств аппаратуры составляется матрица изделия-потребительские свойства, которая содержит исходные данные для выбора ПЛК.

Изделия	Потребительские свойства		
	П	Н	З
1			
2			
...			
i			
...			
n			

Ранжирование изделий, т.е. расположение их в порядке возрастания (или убывания) соотношения показателей затраты/производительность/надежность целесообразно проводить по формуле:

$$P = П+Н+З-$$

Необходимо отметить, что применение данной методики допускает варьирование характеристик в зависимости от конкретной ситуации. Это может быть обусловлено как объективными, так и субъективными причинами. Однако даже в таком виде можно сделать вывод о том, что данная методика позволяет провести оценку и принять решение о выборе ПЛК с достаточно высокой степенью достоверности.

### Литература

1. *Втюрин В.А.* Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Основы АСУТП [Текст]: учебное пособие – Санкт-Петербург, 2006. – 154с.
2. *Как выбирать* программируемый логический контроллер [Электронный ресурс]/ Статья. – Режим доступа: [www / URL: http://asutp.ru/](http://www/URL: http://asutp.ru/)

*Руденко І.В. (УкрДАЗТ)*

### ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНТРОЛЕРІВ FX

В наш час в період бурхливої автоматизації виробництв великої популярності здобули контролери, тобто пристрої, які виконують управління фізичними процесами згідно з записаним в них алгоритмом та з використанням інформації, яка поступає від датчиків та передається в виконуючі пристрої. Перші контролери з'явилися ще в 70-х роках минулого століття, програмувалися апаратно та замінили в деякій мірі комп'ютери, які коштували надзвичайно дорого. З появою контролерів виникла необхідність зміни алгоритму їх роботи шляхом простих перетворень схеми з'єднань реле. Такі контролери отримали назву програмованих логічних контролерів (ПЛК), яка збереглася і до сьогодні.

ПЛК використовуються практично в усіх сферах людської діяльності для автоматизації технологічних процесів, в системах протипаварійного захисту та сигналізації, для управління дорожнім рухом, в системах життєзабезпечення будівель, для збору та архівації даних, в системах охорони, в медичному обладнанні, в системах зв'язку і т.д.

На сьогоднішній день великою популярністю користуються контролери іноземних фірм, таких як Siemens, Mitsubishi, ABB, Schneider Electric, GE Fanuc. В даній роботі увага приділяється особливостям використання контролерів сімейства FX компанії Mitsubishi Electric.

За результатами досліджень авторитетної американської компанії Automation Research Company (ARC), проведених в 2004 році, Mitsubishi Electric являється найбільшим виробником ПЛК в світі.

Компактні контролери сімейства FX – найкращий вибір для світової промисловості та техніки. Mitsubishi Electric завжди тісно співпрацювала з замовниками у прагненні розробити саме такий контролер, який являється необхідним для їхніх задач. Більше 10 мільйонів вже використовуваних контролерів сімейства FX свідчать про те, що ця співпраця принесла бажаний результат – користувачі знайшли надійний та якісний продукт, який повністю відповідає їх уявленням.

Завдяки малим розмірам та низькій вартості компактні контролери сімейства FX вже протягом 30 років займають важливе місце серед продукції Mitsubishi Electric для промислової автоматизації та відкривають нові горизонти в цьому напрямку. Підвищена продуктивність, простота використання, спрощене технічне обслуговування та висока надійність цих контролерів стали вирішальними факторами використання для багатьох задач.

Сімейство FX являється частиною промислової

революції, так як охоплює широку палітру апаратури, що покриває майже всі запити та складається з чотирьох серій контролерів, сумісних між собою. В залежності від використання та потреб управління можна обрати найбільш відповідний контролер: прості FX1S та FX1N, високо функціональний FX3G або потужний FX3U.

Серед контролерів сімейства FX обов'язково знайдеться оптимальне рішення для розв'язання задачі будь-якої складності.

*Ушаков М.В. (УкрДАЗТ)*

### **СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ ЗАЛІЗНИЦЬ**

Аналіз аварійних ситуацій, що виникають на залізницях показує, що високий відсоток з них утворюються за рахунок "людського фактору". Знизити цей відсоток можливо шляхом підвищення професійної компетенції працівників. Однак навчати технологічний персонал в умовах реальних залізничних об'єктів величезна розкіш. Адже будь-яка помилка тут може привести до суттєвих збитків і навіть людських жертв. Одним із засобів досягнення мети, на нашу думку, є створення систем ситуаційного та імітаційного моделювання. Основою таких систем є сучасні швидкодіючі комп'ютери, які керують як стандартним мультимедійним обладнанням (монітори, проекційні апарати, аудіосистеми, тощо), так і спеціально розробленими і підключеними пристроями управління і відображення інформації (пульти керування, вимірювальні пристрої, тощо). Програмне забезпечення повинно імітувати стан як нормальної роботи пристроїв, так і різноманітні відмови. Це дозволяє проводити навчання персоналу в штатних, позаштатних і стресових ситуаціях.

У доповіді зроблено аналіз існуючих програмних та програмно-апаратних комплексів як стаціонарного так і мобільного (вагони-тренажери) розміщення. Найбільшого поширення в даний час отримали тренажери для навчання машиністів, працівників оперативного управління перевезеннями (ДСП, ДНЦ, оператори сортувальних гірок, тощо), електромеханіків СЦБ (пошук несправностей). На підставі аналізу та результатів використання розроблених тренажерів в учбовому процесі виявлені переваги та недоліки, пропонуються шляхи вдосконалення.

*Чеберяка Р.І. (УкрДАЗТ)*

### **ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ЗАСОБИ В СИСТЕМІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПРИСТРОЇВ СЦБ**

Проблема автоматизації процесів діагностування, контролю та моніторингу пристроїв СЦБ в умовах інтенсивного застосування мікропроцесорних систем залізничної автоматики займає саме пріоритетне значення і актуальність на сьогоднішній час.

В даний період спеціалісти ШЧ зустрічаються з рядом проблем контролю та вимірів параметрів пристроїв СЦБ за старими методами та технологіями, які просто не можуть надати повну інформацію по діагностиці та контролю.

Для вирішення цих проблем запропоновано використовувати системи вимірювально-обчислювальних комплексів (ІВК) на базі мікропроцесорних пристроїв які являють собою одну із підсистем автоматичних систем діагностики та контролю пристроїв СЦБ (АДК-СЦБ).

З врахуванням деякого досвіду в експлуатації сучасних поколінь мікропроцесорних пристроїв, ув'язаних з АДК-СЦБ, розкритий цілий ряд проблемних питань, що потребують вирішення.

Основними проблемами являється: досягнення максимального рівня автоматизації процесів технічного обслуговування, вважаючи здобуті рубежі автоматизації вимірювання за допомогою ІВК першим основоположним етапом; перехід на нові технології технічного обслуговування за станом зі зміною технологічних карт обслуговування та використанням електронних форм обліку та аналізу результатів технічного обслуговування; створення новітньої нормативно-технологічної бази та перегляд регламенту обслуговування пристроїв СЦБ.

Елементна база для вимірювання та калібрування елементів структури вимірювально-обчислювальних комплексів можуть складатися з таких пристроїв як вольтметр, осцилографів, вимірювач частоти, прилади калібрування с перетворювачами, мультиметри, вимірювачі опору ізоляції та сигналізатори заземлення.

Важливим являються розробка структури взаємодії ІВК-АДК з серверами верхніх рівнів систем технічної діагностики та моніторингу (СТДМ).

Розглядаються використання трьох типів топологій мереж зв'язку: кільцева, радіальна та шина. Особливе місце виділене варіантам підключення до систем передачі даних по технології Ethernet до апаратури мультиплексування з топологією «кільце» по RS-232, RS-422, RS-485.

Основоположним етапом для ідентифікації об'єктів вимірювання, формування таблиць відповідності при обміні даними для створення баз



даних уніфікації інформаційного забезпечення вимірювально-обчислювальних комплексів на рівні систем АДК-СЦБ. Така уніфікація визначає порядок проектування, інформаційного обміну з верхнім рівнем СТДМ, єдині вимоги до протоколу обміну даними та однозначного розуміння термінів, що використовуються в проектах.

Для різних систем СЦБ необхідно створити різні таблиці розподілу сигналів, привести структурні схеми зв'язку з використанням різноманітних технологічних засобів та інтерфейсів. Особливу увагу потрібно виділити формам повідомлень та протоколів обміну даними.

Практична реалізація різних структур зв'язку ІВК з системами залізничної автоматики створює реальні можливості використання нової технології обслуговування пристроїв СЦБ «за станом».

Насамперед з'явилася можливість проводити вимірювання електричних та часових параметрів обслуговуваних пристроїв з мінімальними витратами робочого часу та забезпечити дворівневий контроль якості виконання робіт.

Першим рівнем являється АРМ ШН та АРМ ШНГ, на яких безпосередньо проводиться виконання робіт.

На другому рівні являються АРМа диспетчера ШЧ здійснюється моніторинг роботи пристроїв та контролю виконання ТО всіх станцій дільниці в межах дистанції ШЧ. Крім цього впровадження автоматизації вимірів максимально скорочувати використання штатних персональних вимірювальних приборів та виключає помилки при виконанні робіт та формуванні документації

*Турупалов В.В. (ДонТУ)*

## СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ДАТА-ЦЕНТРУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

**Вступ.** Бурхливий розвиток мережі Інтернет і високошвидкісних каналів зв'язку дозволили об'єднати розосереджені інформаційні та обчислювальні системи (мережі) підприємств, організацій у інтегровані центри обробки даних – дата-центри, які надають послуги як телекомунікаційним компаніям так і представникам фінансового сектору, корпораціям зі значною територіально розподіленою інфраструктурою.

Однією з основних задач є підвищення ефективності роботи дата-центру. Це пояснюється не тільки високим рівнем капіталовкладень при проектуванні та будівництві, але й суттєвими витратами на підтримку працездатності, які включають не лише заробітну платню висококваліфікованих адміністраторів, а й суттєві витрати, пов'язані з підтримкою відповідної інфраструктури забезпечення[1].

**Постановка завдання.** Основою для досліджень, пов'язаних з моделюванням процесів обробки, функціонування й побудови і експлуатації дата-центру є системна модель, яка б відбивала принципи проектування, рівні функціонування дата-центру, характеристики й варіанти структур [2]. Модель повинна відображати правила, по яких масштабується дата-центр, зв'язки між елементами дата-центру, що дозволяло б проектувати його із заданими рівнем функціональності й залежно від вимог бізнесу [2].

Розглядаючи системну модель з точки зору структурних модулів дата-центру, їх призначення й виконуваних функцій, взаємодії елементів у системі і із зовнішнім середовищем, можна записати:

$$DC = Z(I, F_{DC}, \Pi, G_{зв}) \quad (1)$$

де  $I$  – елементи дата-центру;

$F_{DC}$  – множина функцій дата-центру;

$\Pi$  – множина характеристик (параметрів) дата-центру;

$G_{зв}$  – параметри зовнішнього середовища.

За характером обробки даних задачі можна групувати за кількома ознаками: обчислювальна складність, обсяг даних, час відповіді на запит, інтенсивність запитів.

Обчислювальна складність як правило оцінюється середньою кількістю операцій для обробки одного запиту. При виборі еталонного технічного компонента обчислювальну складність можна оцінювати часом обробки запиту в монопольному режимі. Крім цього, можна виділити кілька груп складності для кожного параметру, що дозволяє провести аналіз передбачуваного навантаження дата-центру. При цьому група завдань в різній мірі впливає на вибір архітектурних рішень. Найбільше впливають на проектні рішення завдання із критичними параметрами. Таким чином, функціональні завдання можуть бути впорядковані відповідно до вектора своїх характеристик. Ухвалюючи проектні рішення необхідно послідовно забезпечувати вимоги кожної групи завдань. У ряді випадків проектне рішення для більш критичних завдань автоматично може забезпечити вимоги по завданнях менш критичними.

Розглядаючи структуру дата-центру і провівши структурно-функціональний аналіз, що дозволило виділити основні функціональні елементи дата-центру, можна записати системну модель у вигляді формули:

$$DC = \langle Z_1 \rangle, \langle Z_2 \rangle, \langle Z_3 \rangle, \langle Z_4 \rangle, \langle Z_5 \rangle, \langle G_{зв} \rangle \quad (2)$$

де  $Z_1$  – модель балансування навантаження в кластері;

$Z_2$  – модель надання послуг з розміщення ресурсів в сховищах даних;

$Z_3$  – модель комутації;

$Z_4$  – модель обробки запитів користувачів;

$Z_5$  – модель управління і контролю стану дата-

центру.

Для подальшого аналізу системи виникає необхідність в побудові вищевказаних моделей. Модель балансування навантаження в кластері необхідна для врахування впливу кластерів серверів на продуктивність дата-центру. Модель надання послуг з розміщення ресурсів в сховищах даних – для врахування впливу сховищ даних. Моделі комутації та обробки запитів користувачів необхідні для врахування впливу системи комутації і обробки запитів.

Розглянуті принципи враховуються при постановці й розв'язку завдання побудови або модернізації дата-центру телекомунікаційної мережі. Регулярний технічний аудит дата-центру дозволяє підприємству підтримувати відповідність системи заданим характеристикам і вчасно вживати заходи модернізації.

**Висновки.** Системний підхід при розробці моделі дата-центру враховує принципи побудови центру обробки даних і робить архітектурні рішення найбільш ефективним для підприємства будь-якої галузі. Зміст застосування цих принципів у тому, щоб визначити, що саме буде підтримувати кожний рівень архітектури. Наприклад, якими можливостями для масштабування повинен мати рівень сховищ, чи досяжна висунута вимогами бізнесу мета в рамках існуючого кладу дата-центру. Відповідь на це питання залежить від функцій, які виконує кожний рівень архітектури дата-центру.

### Література

1. Ролік О.І. Метод управління резервуванням ресурсів ЦОД для підтримки заданої якості обслуговування запитів користувачів. / О.І. Ролік, П.Ф. Можаровський, О.С. Тонковид // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ «КПІ». – 2010, - №2.- С.97-104.
2. Яремко І.М. Моделі масового обслуговування в ЦОД / І.М. Яремко, В.В. Турупалов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – №6. – С. 23-26.
3. Яремко І.М. Оптимізація функціонування центру обробки даних / І.М. Яремко, І.П. Долгіх // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – Донецьк, 2011 р. – Випуск 27. – С. 25-28.

*Шебанова Л.О. (ДонНТУ)*

### ПЕРСПЕКТИВИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ, ЩО САМООРГАНІЗУЮТЬСЯ

**Вступ.** Для транспортних телекомунікаційних мереж контроль якості функціонування є визначальним та концептуальним. Під якістю функціонування для транспортних телекомунікаційних

мереж розуміють контрольовані параметри каналів за різними ймовірностям помилок або спотворень переданої інформації і часом її доставки.

Серед характеристик, що впливають на якість функціонування транспортних телекомунікаційних мереж є функціональна надійність, пропускна здатність та капітальні витрати. Слід зазначити, що від варіанту структури транспортної мережі буде залежати рівень якості функціонування. Тому кожен варіант мережі зі своєю структурою буде мати відповідні для нього значення за критеріями функціональної надійності, пропускної здатності та капітальних витрат. Обрання найбільш доцільної зі структур за представленими критеріями найчастіше вирішується як оптимізаційна задача, що обумовлена наступними обставинами [1]:

- відсутністю достовірних даних, для побудови математичних моделей, необхідних при вирішенні завдань оптимізації;
- високою вартістю і тривалістю проведення експериментальних досліджень для одержання достовірних даних;
- суб'єктивною думкою у виборі критеріїв та вагових коефіцієнтів;
- високою розмірністю розв'язуваних завдань;
- ведення проекту значною кількістю груп фахівців різного профілю.

**Основна частина.** Оператори телекомунікаційних мереж намагаються задовольнити зростаючі потреби ринку послуг шляхом модернізації існуючих мереж, встановлення нового більш продуктивного устаткування, розширення ємності, збільшення кількості каналів, що зводиться до змінювання структури мережі.

У зв'язку з високою динамікою процесів, що протікають у транспортних телекомунікаційних мережах, виникає необхідність оперативного реагувати на зміну показників якості функціонування й змінювати маршрутизацію потоків даних, а часом і структуру мережі в обмежені проміжки часу. Екстенсивне апаратне розширення мережі, незважаючи на те, що сприяє розв'язанню поставлених вище завдань, вимагає відповідного збільшення матеріально-фінансових витрат з боку оператора, що не завжди може бути відшкодоване й виправдане в досить короткі проміжки часу її експлуатації.

За час експлуатації мережі оператор телекомунікацій формує відомості про характер функціонування мережі, наприклад, дані про зміну інтенсивності трафіку залежно від часу доби або сезону, про інтенсивність і локалізацію відмов, зон погіршення якості. Це дозволяє перекидати вільні інформаційні ресурси системи в проблемні локальні зони (ділянки обслуговування), не вимагаючи залучення додаткових матеріальних витрат, заощаджуючи наявні засоби.

Для більш гнучкого реагування на вимоги збільшення або зменшення пропускної здатності вузлів або каналів, збільшення кількості відмов, зниження прибутковості ділянок транспортної мережі або мережі в цілому пропонується використовувати поточне підстроювання конфігурації існуючої мережі, роблячи її удосконаленою та більш ефективною, усуваючи перевантаження або недовикористання ємності в вузлах, каналах, кільцях мережі, підвищуючи відмовостійкість і прибутковість сегментів мережі.

Модернізацію конфігурації транспортної телекомунікаційної мережі в автоматичному режимі під поточні умови експлуатації й реальне становище шляхом зміни структури мережі будемо називати *адаптивним плануванням* або *самоорганізацією мережі*.

**Метою самоорганізації мережі** виступає інтелектуальне керування розподілом ресурсів мережі при зміні показників якості функціонування її ділянок або мережі в цілому.

Розглянемо завдання щодо самоорганізації транспортної мережі:

- розпізнання (ідентифікація) поточної ситуації в мережі (на основі даних моделей надійності, пропускної здатності й капітальних витрат);
- розподіл і оптимізація кількості каналів, а також їх розташування в автоматичному режимі (за результатами даних багатокритеріальної оптимізації);
- перерозподіл маршрутизації даних після зміни структури мережі;
- розробка й апробація відповідного програмного забезпечення самоорганізації мережі, що дозволяє здійснювати адаптивне планування в автоматичному режимі.

Таким чином, самоорганізація мережі є подальшим розвитком методу організації структури, що описаний в [2,3,4], з обліком даних, отриманих у результаті багатокритеріальної оптимізації. Самоорганізація транспортної телекомунікаційної мережі може використовуватись:

- на підставі рекомендації для формування подальшого рішення щодо розвитку транспортної мережі операторами телекомунікацій;
- при первісному проектуванні й подальшій модернізації транспортної мережі, особливо якщо інформаційний ресурс існуючої системи вже повністю себе вичерпав і вимагає збільшення за рахунок апаратного розширення мережі.

Однак, варто підкреслити, що більшість перерахованих вище завдань призначені для оптимізації конфігурації мережі з урахуванням мінливих реалій її експлуатації.

**Висновок.** Складність адаптивної самоорганізації мережі полягає в тому, що система програмно-апаратних засобів повинна враховувати стохастичну

зміну ситуацій у транспортній мережі. Для одержання адекватних реалій і ефективних рішень такій системі необхідно пройти тривалий етап навчання на реальній мережі (або експериментальній "пілотній" мережі, що реалізує фізичну модель телекомунікаційної мережі) та має характеристики і параметри, які є близькими до реальних.

### Література

1. *Турупалов В.В.* Метод удосконалення структури транспортної мережі за рахунок підвищення якості її функціонування / В.В.Турупалов, Л.О.Шебанова, Н.В.Червинська, І.В.Молоковський // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України ім. Г.Є.Пухова «Моделювання та інформаційні технології» – Київ, 2011 р. – Випуск 61. – С. 114-119.
2. *Шебанова Л.О.* Метод удосконалення структури транспортної телекомунікаційної мережі на основі багатокритеріальної оптимізації / Л.О. Шебанова, І.О. Молоковський, В.В. Турупалов // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – Донецьк, 2011 р. – Випуск 25. – С. 5-9.
3. *Шебанова Л.О.* Пошук оптимальної структури транспортної ТКМ / Л.О. Шебанова, В.В. Турупалов // Матеріали IV Міжнародного науково-технічного симпозиуму "Нові технології в телекомунікаціях" ДУІКТ-Карпати. – Карпати, Вишків, 2011 р. – С. 26-27.
4. *Турупалов В.В.* Підвищення якості функціонування транспортної мережі за рахунок удосконалення її структури/ В.В.Турупалов, Л.О.Шебанова // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України ім. Г.Є.Пухова – Київ, 2011 р. – Випуск 60. – С. 126-132.

## СПИСОК АВТОРІВ

Miroshnik M. ....	59
Miroshnik N. ....	59
Panchenko S.V. ....	59

**А**

Абакумов А.А. ....	112
Акімова Т.А. ....	31
Аленин Д.А. ....	83
Ананьєва О.М. ....	111

**Б**

Бабаєв М.М. ....	110
Бабич А.В. ....	49
Барабанов С. В. ....	3
Баранник В.В. ....	78, 79, 80, 86
Батаєв О.П. ....	73, 86
Блиндюк В.С. ....	98, 111
Бойник А.Б. ....	100, 112
Болдирев О.С. ....	113
Борисова І. Д. ....	26
Бородай Г.П. ....	117
Боцман В. И. ....	43
Боцул А.В. ....	83
Бронза С. Д. ....	11
Брыксин В.А. ....	19
Бутенко В. М. ....	3
Бутько Т. В. ....	40

**В**

Василенко І. В. ....	27
Ващишин Л. В. ....	12
Вишневикий Н.В. ....	117
Воличенко И.Г. ....	112
Волков А.С. ....	83

**Г**

Гаврилюк В.И. ....	114
Головко О. В. ....	3
Гончарова Л. Л. ....	39
Горбач А. В. ....	4
Горбушко И. А. ....	44
Гребенюк В.Ю. ....	111
Гриб Р. М. ....	42
Григорова В.Ю. ....	115
Гроль В.В. ....	47
Гудкова В. П. ....	24

**Д**

Давиденко М.Г. ....	111
Демченко Ф.О. ....	110
Денисюк Н.Т. ....	117
Додух А.Н. ....	78

Дуб П.Б. ....	94
Дубинская Н.Г. ....	49
Дудар З.В. ....	49

**Е**

Епифанов А.С. ....	15
--------------------	----

**Ж**

Железняк А. Л. ....	40
Жирова В.М. ....	102
Жуковицкий И. В. ....	3

**З**

Загарий Г. И. ....	45
Загуменная Е.В. ....	55
Захаров С.С. ....	86
Зенкович Ю.И. ....	64, 92
Зубко А.П. ....	110

**И**

Изотов А.С. ....	48, 51
Іваннікова В. Ю. ....	32

**К**

Казанский Н.А. ....	73, 89
Кальченко Д.С. ....	81
Каменев А.Ю. ....	116
Каргин А.А. ....	20
Кашин Д.И. ....	73, 89
Коваленко М. А. ....	4
Колісник М.О. ....	72
Колісник О.Є. ....	72
Кондратюк В. А. ....	4, 72
Коноваленко Н.В. ....	83
Коновалов В.С. ....	45, 52
Коновалов П.Є. ....	92
Королева Н.А. ....	82
Королева Я.Ю. ....	52, 60
Коротких Д.В. ....	68
Косорига Ю.А. ....	98
Кошевой Н. Д. ....	43
Кошевой С.В. ....	102
Кошлатий О.В. ....	4
Кошман С. А. ....	61
Крансоруцкий А.А. ....	80
Крачковский Н. В. ....	34
Кривонос В. Н. ....	77, 79
Кривуля Г.Ф. ....	53
Кужель Н. В. ....	33
Кулак Э.Н. ....	54
Кустов В.Ф. ....	117
Кучеренко Д.Е. ....	53

**Л**

Лаврик С. Е.....	4, 11
Лазарев О.В. ....	117
Лапко А.О. ....	93
Лапко Н.Г.....	93
Ларченко Л.В.....	54
Лахно Т.В.....	118
Левченко Є.О.....	52
Леках А. А. ....	41
Лисечко В.П. ....	79, 88
Листровая Е. С. ....	11
Листровой С. В.....	11
Литвиненко Л. Л. ....	28
Литвиненко С. Л. ....	29
Ломотько Д. В. ....	11

**М**

Майданюк І.В. ....	48
Малиновский М.Л.....	83
Марінцева К.В.....	31, 35
Матвеевко Н.Н.....	87
Меліхов А.А. ....	103
Меркулов В.С.....	59, 77
Михайленко В. С.....	18
Мищенко А.В. ....	89
Мова А.Ю. ....	54
Мораведж Сейед Милад.....	47
Мороз В. П.....	102, 104, 105
Мороз В.П.....	104
Мороз О.В.....	105
Мороз С.А.....	57
Морозов К.В.....	47

**Н**

Нарожный В.В.....	93
Нейчев О.В. ....	94
Немченко В.П.....	51
Нещерет А.Н.....	104
Нічога В. О. ....	12

**О**

Овчієв М. Ж.....	11
Омельченко А. Д.....	33

**П**

Панченко С.В. ....	45
Пархоменко О. О.....	12
Плотникова З. В. ....	43
Подорожняк А. О. ....	42
Поляков С.В. ....	73
Потапова Е.Р. ....	48
Приходько С.И.....	83
Приходько Ю. С.....	44

**Р**

Радковский С.А.....	99, 100
Радоуцкий К.Е.....	77
Радченко Д.В.....	85
Разгонов А.П. ....	64
Разгонова Т.А.....	64
Рогоза І.Е.....	80
Рожнова Т. Г.....	43
Романкевич А.М.....	47
Романкевич В.А. ....	47
Романчук В.Б.....	102
Руденко І.В.....	119

**С**

Салфетникова Ю.Н.....	60
Самсонкин В.Н. ....	59
Сафронов Р.В. ....	85, 86
Сацюк А.В. ....	101
Саяпіна І.О.....	112
Свинарева Н.В.....	75
Сікун Є.І. ....	106
Сіроклин І.М. ....	110
Соколова О. Є.....	30
Сотник В.О. ....	111, 113
Стасюк А. И.....	40
Сторож І. В. ....	12
Стукан О.В. ....	109
Суліма Л.О.....	31
Сытник Б. Т. ....	21, 45
Сытник В. Б.....	19

**Т**

Ткачов О.В.....	88
Трохим Г.Р.....	94
Трунаєв А.М.....	100
Турупалов В.В.....	121
Турчинов Р.В.....	105

**У**

Удовіков О.О.....	110
Усиченко Р.И.....	89
Ухова О.О. ....	79
Ушаков М.В.....	120

**Ф**

Фесенюк А.П.....	47
Форманек О. ....	73

**Х**

Харченко Н.....	77
Хаханова А.В.....	79
Хаханова І.В.....	54
Хілобокова С.С.....	101

**Ц**

Цебро Є.М. .... 102, 104

**Ч**

Чаленко О.В. .... 77

Чеберяка Р.І. .... 120

Чепцов М.М. .... 100, 101

Чуян Т. А. .... 44

**Ш**

Шандер О. Е. .... 40

Шебанова Л.О. .... 122

Шинкарев В.В. .... 78

Шкиль А.С. .... 53

Школьник А.Ю. .... 82

Шурига А.В. .... 48

**Ю**

Юдин А.К. .... 82

**Я**

Яновський П. О. .... 22

Яцько С. І. .... 41