

## ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

### УДК 629.4.012

Гаврилюк, В. І. Огляд кривих гальмування європейської системи управління поїздом ETCS / В. І. Гаврилюк // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 11–19.

Метою статті є проведення огляду кривих гальмування європейської системи управління поїздом ETCS відповідно до прийнятих в Європі специфікацій.

Хоча специфікації ETCS встановлюють основні принципи кривих гальмування і пов'язану з ними інформацію, що відображається машиністу, але до сих пір немає узгодженого методу їх обчислення. За відсутності будь-яких вимог, алгоритми поставщиків бортового обладнання ETCS призводять до різних гальмівних відстаней для даного типу рухомого складу. Для транскордонних поїздів відмінності в національних правилах вимагають застосування в локомотивному обладнанні ETCS кількох національних кривих гальмування.

Основні особливості моделі гальмування ETCS розглянуті в статті, включаючи слідуючі основні питання: основний принцип забезпечення безпеки руху поїздів, призначення та основні типи кривих гальмування ETCS, вхідні параметри для розрахунку кривої гальмування, конструювання кривої екстреного і гарантованого аварійного гальмування.

Основний принцип забезпечення безпеки руху поїздів заснований на їх роділленні під час руху фіксованими блок-ділянками (для звичайної сигнальної системи) або блок-ділянками із змінними межами (для ERTMS/ETCS рівня 3).

Для забезпечення цих принципів безпеки бортовий комп'ютер ETCS повинен прогнозувати зниження швидкості руху поїзда, ґрунтуючись на математичній моделі динаміки гальмування поїзда і характеристиках колії. Цей прогноз зниження швидкості в залежності від відстані називається кривою гальмування. Мінімальний інтервал між поїздами в системі автоматичної безпеки поїздів визначається мінімальними повноваженнями на рух, які включають в себе точність одометра, реакцію машиніста, час реакції системи безпеки поїзда, час включення гальма. Крива гальмування прогнозує бортовим обладнанням ERTMS/ETCS зниження швидкості руху в залежності від відстані. ETCS контролює як положення, так і швидкість поїзда, для того, щоб їх значення завжди залишалися в допустимих межах, і в разі необхідності ETCS буде управляти гальмівною системою, таким чином, щоб уникнути ризик перевищення поїздом допустимих меж.

В роботі розглянуті основні криві гальмування ETCS та контрольовані граничні значення кривих гальмування, команди дозволу руху і закінчення дозвіл руху, профіль швидкості з найбільшими обмеженнями, контрольоване місце розташування і т.д.

Розглянуто відмінності гальмування на сухих і мокрих рейках. Гальмування на сухих рейках порівняно легко представити статистичною моделлю, яка враховує дисперсію характеристик гальмування. Але на мокрих рейках фізичні явища, які виникають при гальмуванні, надзвичайно складно моделювати в теперішній час. Для подолання цих труднощів розглянуті два різних коригувальних фактори для забезпечення гарантованого гальмування рухомого складу.

Лл. – 7, табл. – 0, список літ. – 20 назв.

### УДК 621.331

Гаврилюк, В. І. Моделювання розподілу гармонік зворотного тягового струму в рейках / В. І. Гаврилюк // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 20–27.

Електрифіковані залізниці є одним з найпотужніших широко-смугових джерел завад в системах сигналізації і радіозв'язку. Це особливо актуально для нових типів транспортних засобів, оснащених електронними статичними з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ), які можуть створювати високочастотні завади в рейках з частотою до декількох десятків кілогерц.

Для забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) нових типів рухомого складу з системами сигналізації і радіозв'язку їх піддають процедурі приймання, котра включає в себе випробування на ЕМС відповідно до європейських і національних нормативних стандартів і норм. Але при деяких несприятливих умовах експлуатації для поїздів, які були успішно випробувані і знаходяться в експлуатації разом зі старими транспортними засобами на тих же лініях (іноді зі старою системою електропостачання), струм завад, створюваний транспортними засобами, може досягати значень, що перевищують допустимі значення. В якості таких несприятливих умов експлуатації можна розглядати збільшення кількості поїздів, невелику відстань між приймачем рейкового кола і транспортними засобами або приймачем і підстанцією електропостачання, низьку провідність рейка-земля і провідність землі. Для доказу електромагнітної сумісності (ЕМС) між рухомим складом і системою сигналізації необхідно точне моделювання результатів випробувань з урахуванням конкретних умов експлуатації.

Метою роботи є створення математичної та комп'ютерної моделі розподілення гармонік тягового струму в тяговій мережі при декількох транспортних засобах в фідерній зоні. Ця модель являє собою еволюцію і спрощення моделей, представлених раніше. Робота виконана з метою доказу електромагнітної сумісності нових поїздів, оснащених електронними статичними перетворювачами з існуючими лініями електропостачання і була використана при їх випробуваннях.

Модель була спрощена в такий спосіб. Лінії з рівними або близькими один до одного потенціалами представлені як одна лінія з еквівалентними електричними параметрами. Завади транспортних засобів моделюються як джерела синусоїдального струму з набором частот, які представлені на еквівалентній схемі вектором струмів. Розглядалися тільки гармоніки зворотного струму з частотами, які лежать в частотному діапазоні приймача рейкового кола. Залежно від цілей моделювання, значення гармонік взяті як значення, виміряні під час випробувань поїзда або як максимальні значення завад відповідно до норм. Розподіл гармонік тягового струму було розраховано для тягової мережі 1x25 кВ змінного струму з двостороннім електропостачанням і при знаходженні від 1 до 5 транспортних засобів у фідерній зоні. Максимальні завади від поїздів створюються на ділянках, найближчих до потягів, а також до точки підключення відсмоктуючого фідера тягової підстанції до рейок. Гармоніки тягового струму в рейках збільшуються зі збільшенням числа поїздів в фідерній зоні і зі зменшенням провідності рейка-земля. Інтерференція на частоті 25 Гц на ділянці поблизу тягової підстанції для одного локомотива в фідерній зоні не перевищує граничного значення 1 А навіть при несприятливих умовах при провідності рейка-земля 0,02 См/км. Однак, якщо кількість поїздів збільшується (від 1 до 5), інтерференція на частоті 25 Гц також збільшується при тій же електропровідності рейка-земля до 1,07 А для двох локомотивів і до 1,33 А для п'яти локомотивів у фідерній зоні, що перевищує граничне значення струму завад в рейках при 25 Гц.

Лл. – 4, табл. – 0, список літ. – 16 назв.

### **УДК 621.3.011**

Бондар, О. І. Математичне моделювання перехідних процесів в установці розмагнічування феромагнітних деталей циліндричної форми / О. І. Бондар // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 28–30.

У статті представлено часові залежності напруженості магнітного поля при розмагнічуванні циліндричного зразку магнітного матеріалу, а також напруги на конденсаторі, які отримано шляхом математичного моделювання.

Лл. – 2, табл. – 0, список літ. – 4 назв.

#### **УДК 621.311**

Жежеленко, І. В. Визначення індексу надійності систем електропостачання / І. В. Жежеленко, В. Е. Саравас // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 31–34.

У статті показано, що одним з важливих показників енергоефективності є показник (індекс) надійності електропостачання, який характеризується зниженням частки збитку від перерв електропостачання у валовому внутрішньому продукті. Розглянуто питання отримання виразу для оптимального значення ступеня надійності з урахуванням значень приведених витрат і їх економічних і енергетичних складових.

Показана значимість оцінки збитку, що виникає через брак електроенергії, при відсутності аварійного резерву. Збиток, обумовлений несиметрією і несинусоїдальністю напруги, в середньому в кілька разів менше пов'язаного з відхиленнями напруги і в найбільшій мірі проявляється в металургійній і машинобудівній промисловості. Дана експертна оцінка значень щорічних втрат, пов'язаних з низькою якістю електроенергії в Україні і в світі в цілому.

Підкреслено значущість проблеми підвищення якості електричної енергії, звернуто увагу на посилення ролі спотворення синусоїдальності кривої напруги у визначенні надійності електропостачання, а також її зв'язок з економічними показниками розвитку країни. Практично всі показники якості електричної енергії впливають на надійність і економічні показники електрообладнання і в кінцевому рахунку впливають на ефективність функціонування всієї системи електропостачання. Показана важливість в конкретних випадках перевищення вартості заходів щодо корекції рівнів несинусоїдальності над значенням економічного збитку. Сформульовані значення індексу надійності електропостачання в комплексі показника енергетичної ефективності, наведені значення питомих капітальних вкладень в резервну генеруючу потужність. Наведено оціночні розрахунки індексів надійності суб'єктів електроенергетики України.

У висновках обґрунтовано застосування мінімуму приведених витрат як критерію оцінювання надійності системи енергопостачання за однакової кількості оптимізаційних значень індексу надійності.

Лл. – 1, табл. – 0, список літ. – 5 назв.

#### **УДК 656.256.3:621.316.9**

Ящук, К. І. Дослідження роботи рейкового кола в умовах насичення колійних дросель-трансформаторів / К. І. Ящук, Д. С. Курило // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 35–40.

**Метою** статті є дослідження роботи кодового рейкового кола в умовах насичення колійних дросель-трансформаторів. **Результати.** Отримано залежності напруги на колійному приймачі від величини струму асиметрії для опорів ізоляції у зимовий та літній період за умови насичення колійних дросель-трансформаторів. Встановлено, що внаслідок збільшення струму асиметрії може спостерігатися зниження напруги на колійному приймачі нижче порогу спрацювання, що є відмовою рейкового кола, усунення якої вимагає застосування цілого комплексу заходів. **Наукова новизна** полягає у застосуванні непрямого методу розрахунку, що базується на отриманні коефіцієнтів схеми заміщення дросель-трансформатору для різних величин модулів опорів кола намагнічування, що змінюються у процесі підмагнічення магнітопроводів ДТ постійним струмом. Отриманий метод дозволяє здійснити розрахунки нормального режиму роботи кодового рейкового кола в умо-

вах впливу струму асиметрії при насиченні колійних дросель-трансформаторів. **Практична значимість.** Запропонований непрямий метод може використовуватися для корегування розрахунків режимів роботи рейкових кіл з урахуванням насичення колійних дросель-трансформаторів.

Лл. – 2, табл. – 0, список літ. – 11 назв.

## БЕЗПЕКА НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

### УДК 629.4.012

Гаврилук, В. І. Метод виявлення дефектів рухомої арматури сигнального реле / В. І. Гаврилук // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 42–48.

Незважаючи на значний прогрес в розробці мікроелектронних систем залізничної автоматики, який спостерігається в останні десятиліття, релейно-контактні пристрої, як і раніше широко, використовуються в залізничних системах сигналізації, які є основоположними для безпечної експлуатації залізниць і повинні функціонувати передбачуване і надійно.

Таким чином, реле сигналізації, що використовується для критично важливих для пеки або пов'язаних з безпекою функцій в залізничних системах сигналізації, має належним чином експлуатуватися і перевірятися, щоб гарантувати їх безпечну і надійну роботу протягом всього очікуваного терміну служби.

З метою розробки методу виявлення дефектів рухомої арматури реле сигналізації, були досліджені часові залежності перехідних струмів при перемиканні реле, що знаходилися у різних технічних станах, - в робочому стані, а також з штучно створеними дефектами (вигинами) контактних пружин. Виміряні дані були проаналізовані в часовій і частотній області з використанням модифікацій вейвлет перетворення (CWT, DWT, DWPT).

Аналіз перехідних струмів проводили з використанням сегментації струмових характеристик реле. Перехідний струм реле при включенні на першому і третьому сегментах, котрі відповідають нерухомому якорю, збільшувався в часі по експоненціальному закону.

Постійні часу наростання струму реле, розраховані шляхом апроксимації виміряних часових залежностей перехідного струму в першому сегменті кривої струму в обмотці реле при включенні експоненціальною функцією. Наявність дефектів рухомої арматури реле практично не впливало на значення постійних часу. Однак ці значення сильно залежали від стану магнітного кола реле і обмотки реле, а також від напруги на обмотці реле. Така поведінка постійної часу реле на першому сегменті струмової характеристики дозволяє використовувати її для контролю технічного стану електромагнітної системи реле.

Несправності, викликані дефектами якоря і контактних пружин, приводили до появи додаткових особливостей на другому сегменті перехідного струму реле, який відповідав переміщенню якоря. Величина цих особливостей на струмовій кривій залежала від ступеня вигину контактної пружини реле, а різниця у моментах їх появи на струмовій кривій включення реле відповідає неодноразовості розмикання і замикання контактів реле. Для виділення амплітуди (енергії) цих піків, їх тривалості і часу появи використано вейвлет-перетворення. Дослідження підтвердили можливість визначення дефектів рухомої арматури реле (якоря, контактів, контактних пружин) за формою струмової характеристики включення реле на другому сегменті с детальним визначенням особливостей струмової кривої за допомогою вейвлет аналізу.

Лл. – 5, табл. – 1, список літ. – 14 назв.

**УДК 656.259.12**

Гаврилюк, В. І. Порівняльний аналіз методів розрахунку імпедансу рейок типу Р65 колії 1520 мм в тональному діапазоні частот / В. І. Гаврилюк // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 49–56.

Знання імпедансу рейки на змінному струмі в широкому діапазоні частот необхідно для розробки і моделювання тональних рейкових кіл, визначення розподілу зворотного тягового струму в рейках високошвидкісних залізниць, тестування нових типів рухомого складу на електромагнітну сумісність з рейковими колами і т.п.

Метою роботи є проведення порівняльного аналізу методів розрахунку імпедансу рейок типу Р65 колії 1520 мм на змінному струмі в діапазоні тональних частот.

Наведено короткий огляд результатів вимірювань імпедансу рейок на змінному струмі і розглянуто теоретичний опис частотної залежності імпедансу провідників розташованих над поверхнею землі з урахуванням електромагнітних втрат в поверхневому шарі ґрунту. Наведено математичну формулювання методу Карсона і методу комплексного зображення, запропонованого Дері із співаторами для визначення імпедансу ліній електропередачі. Опір рейок типу Р65 колії 1520 мм було розраховано з використанням методу Карсона і методу комплексного зображення. Внаслідок недостатньої кількості літературних даних по вимірах імпедансу рейок типу Р65 на змінному струмі, результати розрахунків для цього типу рейок були зіставлені з вимірними значеннями як для рейок типу Р65 колії 1520 мм, так і для рейок типу УІС 60 колії 1435 мм. Розраховані частотні залежності імпедансу рейок типу Р65 на змінному струмі в діапазоні частот  $10^0 \dots 10^5$  Гц в якісному відношенні задовільно узгоджуються з літературними даними, наведеними для рейок типу УІС60.

Результати для рейок типу Р65 колії 1520 мм, розраховані за методом Карсона і методом комплексного зображення, відрізняються від довідкових даних, представлених в літературі, і ці відмінності збільшуються зі збільшенням частоти. Така поведінка може бути пов'язано з помилкою методів розрахунку, викликані малою висотою рейок над поверхнею землі, що має електричні втратами і високою електропровідністю між рейками і ґрунтом.

Лл. – 2, табл. – 1, список літ. – 20 назв.

**УДК 658.5:614.8**

Лагута, В. В. Аналіз відмов елементів залізничної автоматики / В. В. Лагута, Т. М. Сердюк, А. А. Пархоменко // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 57–65.

Актуальність. У статті розглядаються питання забезпечення підвищення ефективності функціональної надійності системи залізничної автоматики. Це є важливою науково-технічною задачею, вирішення якої дозволить покращити технологічний процес перевезень з максимальною ефективністю й безпекою руху поїздів.

Метою є аналіз спостережень про відмови елементів системи залізничної автоматики у регіональній філії «Одеська залізниця» за період 2011–2015 рр., їх порівняння; визначення якісних причинно-наслідкових зв'язків між відмовами та їх структури для обраної дистанції для поліпшення її системи технічного обслуговування.

Практична цінність. Визначено основні причини відмов елементів системи залізничної автоматики. Найбільший відсоток відмов в елементах залізничної автоматики приходить на рейкові кола (40,81 %) і апаратуру керування (25,81 %). Прогнозування процесу відмов елементів залізничної автоматики за математичною моделлю складної системи, виконання регулярних ремонтних робіт та впровадження сучасних додаткових діагностично-

профілактичних дій створюють можливість переходу від планово-попереджувальної технології до обслуговування пристроїв залізничної автоматики за їх станом.

Наукова новизна. Запропоновано математичну модель процесу відмов елементів залізничної автоматики як складної системи на основі пасивних спостережень.

Результати. На основі розробленої структури математичної моделі запропоновано засіб спрощення керування системою технічного обслуговування пристроїв залізничної автоматики шляхом виділення підсистем утримання: стативів; сигналів; апаратури керування; стрілочних переводів й електроприводів; системи електроживлення. Покращення експлуатаційних показників роботи елементів залізничної автоматики може бути досягнуто за допомогою впровадження додаткових ремонтно-профілактичних дій з обслуговування рейкових кіл, апаратури, кабельних ліній, елементів захисту й апаратури релейних шаф.

Лл. – 3, табл. – 3, список літ. – 12 назв.

### **УДК 621.391:681.518**

Бойнік, А. Б. Дефектування технічного, технологічного та організаційного забезпечення контрольного пункту АЛСН моторвагонного депо / А. Б. Бойнік, О. Ю. Каменєв, С. О. Змій, О. В. Щєбликіна, В. В. Гаєвський // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 66–80.

Проведене в статті дослідження присвячено дефектуванню всіх основних видів забезпечення контрольного пункту автоматичної локомотивної сигналізації неперервної дії одного з моторвагонних депо Південної залізниці в рамках передпроектного обстеження об'єкта.

В процесі дефектування технічного забезпечення контрольного пункту було встановлено, що технічні параметри та спосіб прокладання випробувальних шлейфів повздож технологічних каналів моторвагонного депо не відповідають встановленим технічним нормам. У першу чергу це стосується типу прокладеного кабелю, способу його кріплення до рейки, відсутності завадозахисних схрещень, довжині й ізоляції.

Дефектування технологічного забезпечення показало, що діюча технологія технічного обслуговування та поточного ремонту пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації моторвагонного рухомого складу депо для повноцінної своєї реалізації вимагає надмірних часових ресурсів, що пов'язано із способом прокладання випробувальних шлейфів поздовж технологічних каналів. При цьому середній простій основних виробничих ланок депо через забезпечення функціонування контрольного пункту перевищує дві години, що призводить до нехтування окремими етапами перевірки дії автоматичної локомотивної сигналізації, що, в результаті, погіршує якість виконаного її технічного обслуговування або поточного ремонту.

Дефектування організаційного забезпечення, пов'язаного, перш за все, із штатним розкладом спеціалізованого цеху автоматичної локомотивної сигналізації, показало недосконалість комплектування необхідного штату для виконання робіт із технічного обслуговування та ремонту відповідних пристроїв. Лише формування кадрового резерву здатне частково вирішити порушену проблему.

У результаті дослідження встановлена необхідність корегування всіх видів забезпечення контрольного пункту з метою підвищення якості технічного обслуговування і ремонту пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації і, як наслідок, - підвищення як експлуатаційної надійності та безпечності функціонування. На виконання даних корегувань мають бути спрямовані подальші дослідження в предметній галузі.

Лл. – 6, табл. – 4, список літ. – 19 назв.

**УДК 656.259.12 : 656.256.3**

Мелешко, В. В. Технічний контроль систем числового кодового автоблокування / В. В. Мелешко // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 81–87.

Метою роботи є виявлення характерних особливостей роботи засобів технічного контролю системи числового кодового автоблокування, їх переваг і недоліків, аналіз можливості їх використання для діагностування стану пристроїв автоблокування і постановка задач для розробки нових діагностичних комплексів. Для досягнення поставленої мети були використані теоретико-аналітичний метод і метод функціонального аналізу.

Аналіз існуючих і перспективних засобів віддаленого контролю і технічного діагностування пристроїв автоблокування показав, що існуючі системи мають недостатню інформативність, спрямовані в основному на контроль дискретних параметрів, що, в свою чергу, не дозволяє побудувати на їх основі підсистеми підтримки прийняття рішень. Запропоновано при розробці нових систем технічного діагностування використовувати централізовано-розподілений принцип обробки діагностичних даних, включити в їх склад підсистему підтримки прийняття рішень, що дозволить зменшити кількість трудовитрат на обслуговування пристроїв автоблокування і скоротити час на відновлення після виникнення пошкодження.

В результаті досліджень виявлено, що існуючі засоби технічного контролю автоблокування не можуть надати повну оцінку стану перегінних пристроїв сигналізації і блокування, запропоновані критерії для розробки нових систем технічного діагностування зі збільшенням кількості діагностичної інформації та її автоматичним аналізом.

Результати аналізу можуть бути використані на практиці для вибору засобів технічного контролю пристроїв автоблокування, а також при подальшій розробці систем діагностування, що дозволяє провести поступовий перехід від планово-профілактичної моделі до обслуговування по фактичному стану контрольованих пристроїв.

Лл. – 0, табл. – 0, список літ. – 14 назв.

**УДК 629.488:629.4.6**

Шапошник, В. Ю. Нові стратегії технічного обслуговування і ремонту вантажних вагонів / В. Ю. Шапошник // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 88–94.

Підтримання працездатності та заданих показників надійності на всіх етапах технічної експлуатації рухомого складу – головна задача системи технічного обслуговування і ремонту (далі – СТОіР). Розробка та впровадженні вагонів нового покоління з підвищеними показниками надійності та підтримання заданих показників безпеки руху наявного парку вантажних вагонів в умовах його значного строку служби, недостатньому забезпеченню ремонтних депо матеріалами і запасними частинами, старінням інфраструктури та ін. вимагають підвищення ефективності СТОіР. Діюча система технічного обслуговування і ремонту вантажних вагонів потребує змін, які будуть торкатися не тільки оптимізації пробігів вагонів між плановими видами ремонту, а також переходу до нових стратегій СТОіР.

У статті наводяться позитивні і негативні сторони різних стратегій технічного обслуговування і ремонту, розглядаються можливості їх впровадження у СТОіР вантажних вагонів. Запропонований алгоритм вибору стратегії СТОіР який базується на комплексному аналізі надійності вантажного вагона з урахуванням тих елементів конструкцій, які лімітують час між технічним обслуговуванням чи ремонтом. Важливою задачею є визначення мінімально достатнього числа контрольованих параметрів для отримання обґрунтованої інформації про стан об'єкта діагностування (вантажного вагона) на поточний момент часу, розроблення програм діагностування технічного стану окремих вузлів, деталей та вагона в

цілому. Опираючись на отриманні данні розробляються математичні моделі, які описують процес експлуатації, враховують фактичний стан та вплив СТОіР на відмови вантажного вагона.

Лл. – 4, табл. – 0, список літ. – 15 назв.

#### **УДК 625.4:622.235.63**

Петренко, В. Д. Параметри і технологія експериментальних вибухів при проходці лівого перегінного тунелю метрополітену у м. Дніпро / В. Д. Петренко, Є. М. Шатайкін, А. М. Штандарин, О. Л. Тютюкін, В. П. Купрій // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 95–102.

Розглянуто питання ефективного застосування буровибухових робіт при проведенні трьох дослідних вибухів в перегінному тунелі Дніпропетровського метрополітену. Обґрунтована необхідність комбінованого застосування короткоуповільненого та уповільненого підривання шпурових зарядів для забезпечення високого рівня основних показників проходки і сейсмічної безпеки для будівель та споруд, що знаходяться поблизу об'єкта підземного вибуху. Запропоновано виконувати дослідницькі вибухи врубових зарядів з розподілом їх на три групи по два заряди в кожній, що підриваються через 20 мс. Крім того, для підвищення ккд вибуху застосовано розташування 9 шпурів, що не заряджаються, між врубовими та допоміжними зарядами.

Представлено розрахунки швидкостей суміщень частинок ґрунту та напружень, що виникають в ньому під час вибуху, котрі не перевищують небезпечні значення по умовах сейсмічної безпеки.

Лл. – 3, табл. – 1, список літ. – 11 назв.

#### **УДК 656.022**

Пасічник, А. М. Проблеми енергозбереження та удосконалення методології розрахунку тарифів на електроенергію / А. М. Пасічник, В. В. Кутирєв, В. А. Пасічник, Л. В. Дунда // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2017. – Ном. 13. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – С. 103–117.

**Мета.** Метою статті є побудова найбільш раціональних схем і алгоритмів їх застосування для встановлення економічно-обґрунтованих прозорих цін на електроенергію та інші товари в умовах ринкової економіки на основі системного аналізу існуючих систем і методів ціноутворення, а також визначення критеріїв об'єктивної оцінки рівня тарифів та розрахунок економічно-обґрунтованої і соціально орієнтованої ціни на електроенергію на основі запропонованого підходу.

**Методика.** Запропонована методика розрахунку економічно-обґрунтованих тарифів на електроенергію, що базується на класичному методі ціноутворення (собівартість + прибуток). Для проведення порівняльного аналізу українських тарифів на електроенергію з тарифами в європейських країнах, запропонована методика розрахунку приведених коефіцієнтів тарифу з урахуванням рівня середньої заробітної плати та рівня ВВП на душу населення.

**Результати.** В результаті проведеної систематизації методів ціноутворення показано, що всі представлені методи ґрунтуються на класичному підході (собівартість + прибуток), а потім в залежності від умов ринку вони адаптуються під зміну поточної ситуації. На основі проведеного аналізу визначено, що для розрахунку тарифів на електроенергію найбільш раціональним є застосування класичного методу ціноутворення з урахуванням собівартості та економічно-обґрунтованого рівня рентабельності її виробництва.

Проведено порівняльний аналіз тарифів на електроенергію в Україні та в європейських країнах на основі запропонованих в роботі комплексних показників: приведених коефіціє-

нтів тарифу на електроенергію, які визначають відношення тарифу до рівня середньої заробітної плати та рівня ВВП на душу населення.

Для лібералізації економічного стану в енергетичній галузі запропоновано обрати найбільш ефективний метод для визначення ціни на товари стратегічного значення – класичний підхід в ціноутворенні.

**Наукова новизна.** Наукова новизна полягає в розробці методики розрахунку економічно-обґрунтованих прозорих цін на електроенергію та інші товари в умовах ринкової економіки на основі системного аналізу існуючих систем і методів ціноутворення. Вперше застосована методика проведення порівняльного аналізу українських тарифів на електроенергію з тарифами в провідних європейських країнах на основі приведених коефіцієнтів тарифу з урахуванням рівня середньої заробітної плати та рівня ВВП на душу населення.

**Практична значимість.** Запропонований підхід дозволяє визначити економічно-обґрунтовані тарифи на електроенергію з урахуванням рентабельності її виробництва та сприятиме встановленню цивілізованих економічних відносин на енергетичному ринку України.

Лл. – 1, табл. – 12, список літ. – 18 назв.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

**УДК 629.4.012**

Гаврилюк, В. И. Обзор кривых торможения европейской системы управления поездом ETCS / В. И. Гаврилюк // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 11–19.

Целью статьи является проведение обзора кривых торможения европейской системы управления поездом ETCS в соответствии с принятыми в Европе спецификациями.

Хотя спецификации ETCS устанавливают основные принципы кривых торможения и связанную с ними информацию, отображаемую водителю, но до сих пор нет согласованного метода их вычисления. В отсутствие каких-либо требований, алгоритмы поставщиков бортового оборудования ETCS приводят к разным тормозным расстояниям для данного типа подвижного состава. Для трансграничных поездов различия в национальных правилах требуют применения в локомотивном оборудовании ETCS нескольких национальных кривых торможения.

Основные особенности модели торможения ETCS рассмотрены в статье, включая следующие основные вопросы: основной принцип обеспечения безопасности движения поездов, назначение и основные типы кривых торможения ETCS, входные параметры для расчета кривой торможения, конструирование кривой экстренного и гарантированного аварийного торможения.

Основной принцип обеспечения безопасности движения поездов основан на их разделении при движении фиксированными блока-участками (для обычной сигнальной системы) или блок-участками с изменяемыми границами (для ERTMS/ETCS уровня 3).

Для обеспечения этих принципов бортовой компьютер ETCS должен прогнозировать снижение скорости движения поезда, основываясь на математической модели динамики торможения поезда и характеристиках пути. Этот прогноз снижения скорости в зависимости от расстояния называется кривой торможения. Минимальный интервал между поездами в системе автоматической безопасности поездов определяется минимальными полномочиями на движение, которые включают в себя точность одометра, реакцию машиниста, время реакции системы безопасности поезда, время включения тормоза. Кривая торможения прогнозирует бортовым оборудованием ERTMS/ETCS снижение скорости движения в зависимости от расстояния. ETCS контролирует как положение, так и скорость поезда для того, чтобы их значения постоянно оставались в допустимых пределах, и в случае необходимости ETCS будет управлять тормозной системой, таким образом, чтобы избежать риска превышения поездом допустимых пределов.

В работе рассмотрены основные кривые торможения ETCS и контролируемые предельные значения кривых торможения, команды разрешения движения и окончание разрешения движения, профиль скорости с наибольшими ограничениями, контролируемое местоположение и т.д.

Рассмотрены различия торможения на сухих и мокрых рельсах. Торможение на сухих рельсах сравнительно легко представить статистической моделью, учитывающей дисперсию характеристик торможения. Но на мокрых рельсах физические явления, которые возникают при торможении, чрезвычайно сложно моделировать в настоящее время. Для преодоления этой трудности рассмотрены два различных корректирующих фактора для обеспечения гарантированного торможения подвижного состава.

Ил. – 7, табл. – 0, список лит. – 20 наим.

**УДК 621.331**

Гаврилюк, В. И. Моделирование распределения гармоник обратного тягового тока в рельсах / В. И. Гаврилюк // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 20–27.

Электрифицированные железные дороги являются одним из самых мощных широкополосных источников помех в системах сигнализации и радиосвязи. Это особенно актуально для новых типов транспортных средств, оснащенных электронными статическими преобразователями с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), которые могут создавать высокочастотные помехи в рельсах с частотой до нескольких десятков килогерц.

Для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) новых типов подвижного состава с системами сигнализации и радиосвязи их подвергают процедуре приемки, которая включает в себя испытания на ЭМС в соответствии с европейскими и национальными нормативными стандартами и нормами. Но при некоторых неблагоприятных условиях эксплуатации для поездов, которые были успешно испытаны и находятся в эксплуатации со старыми транспортными средствами на тех же линиях (иногда со старой системой электроснабжения), ток помех, создаваемый транспортными средствами, может достигать значений, превышающих допустимые значения. В качестве таких неблагоприятных условий эксплуатации можно рассматривать увеличение количества поездов, небольшое расстояние между приемником рельсовой цепи и транспортными средствами или приемником и подстанцией электроснабжения, низкую проводимость рельс земля и проводимость земли. Для доказательства электромагнитной совместимости (ЭМС) между подвижным составом и системой сигнализации необходимо точное моделирование результатов испытаний с учетом конкретных условий эксплуатации.

Целью работы является создание математической и компьютерной модели распределения гармоник тягового тока в тяговой тяги при нескольких транспортных средствах в фидерной зоне. Эта модель представляет собой эволюцию и упрощение моделей, представленных ранее. Работа выполнена с целью доказательства электромагнитной совместимости новых поездов, оснащенных электронными статическими преобразователями с существующими линиями электроснабжения и была использована при их испытаниях.

Модель была упрощена следующим образом. Линии с равными или близкими друг к другу потенциалами представлены как одна линия с эквивалентными электрическими параметрами. Помехи транспортных средств моделируются как источники синусоидального тока с наборами частот, которые представлены на эквивалентной схеме вектором токов. Рассматривались только гармоники обратного тока с частотами, которые лежат в частотном диапазоне приемника рельсовой цепи. В зависимости от целей моделирования, значения гармоник взяты как значения, измеренные во время испытаний, поезда или как максимальные значения помех в соответствии с нормами. Распределение гармоник тягового тока было рассчитано тяговой сети 1x25 кВ переменного тока с двухсторонним электропитанием и при нахождении от 1 до 5 транспортных средств в фидерной зоне. Максимальные помехи от поездов создаются на участках, ближайших к поездам, а также к точке подключения отсасывающего фидера тяговой подстанции к рельсам. Гармоники тягового тока в рельсах увеличиваются с увеличением числа поездов в зоне подачи и с уменьшением проводимости рельс-земля. Интерференция на частоте 25 Гц в области рельсов вблизи тяговой подстанции для одного локомотива в фидерной зоне не превышает предельного значения 1 А даже при неблагоприятных условиях для проводимости рельс-земля 0,02 См/км. Однако если количество поездов увеличивается (от 1 до 5), интерференция на частоте 25 Гц также увеличивается при той же электропроводности рельс-земля до 1,07 А для двух локомотивов и до 1,33 А для пяти локомотивов в фидерной зоне, что превышает предельное значение тока помех в рельсах при 25 Гц.

Ил. – 4, табл. – 0, список лит. – 16 наим.

**УДК 621.3.011**

Бондарь, О. И. Математическое моделирование переходных процессов в установке размагничивания ферромагнитных деталей цилиндрической формы / О. И. Бондарь // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 28–30.

В статье представлены временные зависимости напряженности магнитного поля при размагничивании цилиндрического образца ферромагнитного материала, а также напряжения на конденсаторе, полученные путем математического моделирования.

Ил. – 2, табл. – 0, список лит. – 4 наим.

**УДК 621.311**

Жежеленко, И. В. Определение индекса надежности систем электроснабжения / И. В. Жежеленко, В. Е. Саравас // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 31–34.

В статье показано, что одним из важных показателей энергоэффективности является показатель (индекс) надежности электроснабжения, который характеризуется снижением доли ущерба от перерывов электроснабжения в валовом внутреннем продукте. Рассмотрены вопросы получения выражения для оптимального значения степени надежности с учетом значений приведенных затрат и их экономических и энергетических составляющих.

Показана значимость оценки ущерба, возникающего из-за нехватки электроэнергии, при отсутствии аварийного резерва. Ущерб, обусловленный несимметрией и несинусоидальностью напряжения, в среднем в несколько раз меньше связанного с отклонениями напряжения и в наибольшей мере проявляется в металлургической и машиностроительной промышленности. Дана экспертная оценка значений ежегодных потерь, связанных с низким качеством электроэнергии в Украине и в мире.

Подчеркнута значимость проблемы повышения качества электрической энергии, обращено внимание на усилившуюся роль искажения синусоидальности кривой напряжения в определении надежности электроснабжения, а также его связь с экономическими показателями развития страны. Практически все показатели качества электрической энергии оказывают влияние на надежность и экономические показатели электрооборудования и в конечном счете влияют на эффективность функционирования всей системы электроснабжения. Показана важность в конкретных случаях превышения стоимости мероприятий по коррекции уровней несинусоидальности над значением экономического ущерба. Сформулированы значения индекса надежности электроснабжения в комплексе показателя энергетической эффективности, приведены значения удельных капитальных вложения в резервную генерирующую мощность. Приведены оценочные расчеты индексов надежности субъектов электроэнергетики Украины.

В выводах обосновано применение минимума приведенных затрат в качестве критерия оценивания надежности системы энергоснабжения при равенстве оптимизационных значений индекса надежности.

Ил. – 1, табл. – 0, список лит. – 5 наим.

**УДК 656.256.3:621.316.9**

Ящук, Е. И. Исследование работы рельсовой цепи в условиях насыщения путевых дроссель-трансформаторов / Е. И. Ящук, Д. С. Курило // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 35–40.

**Целью** статьи является исследование работы кодовой рельсовой цепи в условиях насыщения путевых дроссель-трансформаторов. **Результаты.** Получены зависимости

напряжения на путевом приемнике от величины тока асимметрии для сопротивлений изоляции в зимний и летний период при условии насыщения путевых дроссель-трансформаторов. Установлено, что вследствие увеличения тока асимметрии может наблюдаться снижение напряжения на путевом приемнике ниже порога срабатывания, что является отказом рельсовой цепи, устранение которого требует применения целого комплекса мероприятий. **Научная новизна** заключается в применении косвенного метода расчета, базирующегося на получении коэффициентов схемы замещения дроссель-трансформатора для различных величин модулей сопротивлений цепи намагничивания, изменяющихся в процессе подмагничивания магнитопроводов ДТ постоянным током. Полученный метод позволяет осуществить расчеты нормального режима работы кодовой рельсовой цепи в условиях воздействия тока асимметрии при насыщении путевых дроссель-трансформаторов. **Практическая значимость.** Предложенный косвенный метод может использоваться для корректировки расчетов режимов работы рельсовых цепей с учетом насыщения путевых дроссель-трансформаторов.

Ил. – 2, табл. – 0, список лит. – 11 наим.

## БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

### УДК 629.4.012

Гаврилюк, В. И. Метод обнаружения дефектов подвижной арматуры сигнального реле / В. И. Гаврилюк // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 42–48.

Несмотря на значительный прогресс в разработке микроэлектронных систем железнодорожных автоматики, наблюдаемый в последние десятилетия, релейно-контактные устройства по-прежнему широко используются в железнодорожных системах сигнализации, которые являются основополагающими для безопасной эксплуатации железных дорог и должны функционировать предсказуемо и надежно.

Таким образом, реле сигнализации, используемое для критически важных для безопасности или связанных с безопасностью приложений в железнодорожных системах сигнализации, должно надлежащим образом эксплуатироваться и проверяться, чтобы гарантировать их безопасную и надежную работу в течение всего ожидаемого срока службы.

С целью разработки метода выявления дефектов подвижной арматуры реле сигнализации, были исследованы временные зависимости переходных токов при переключении реле в различных технических состояниях, – в рабочем состоянии, а также с искусственно созданными дефектами (изгибами) контактных пружины. Измеренные данные были проанализированы во временной и частотной области с использованием модификаций вейвлет преобразования (CWT, DWT, DWPT).

Анализ переходных токов проводили с использованием сегментации токовых характеристик реле. Переходный ток реле при включении на первом и третьем сегментах, которые соответствуют неподвижному якорю, увеличивался во времени по экспоненциальному закону.

Постоянные времени нарастания тока реле, рассчитывали путем аппроксимации измеренных временных зависимостей переходного тока в первом сегменте кривой тока в обмотке реле при включении экспоненциальной функцией. Наличие дефектов подвижной арматуры реле практически не оказывало влияние на значения постоянных времени. Однако эти значения сильно зависели от состояния магнитной цепи реле и обмотки реле, а также от приложенного к обмотке напряжения. Такое поведение постоянной времени реле на первом сегменте токовой характеристики позволяет использовать ее для контроля технического состояния электромагнитной системы реле.

Неисправности, вызванные дефектами якоря и контактных пружин, приводили к появлению дополнительных особенностей на втором сегменте переходного тока реле, который соответствовал перемещению якоря. Величина этих особенностей на токовой кривой зависела от степени изгиба контактной пружины реле, а различие в моментах их появления на токовой кривой соответствует не одновременности размыкания и замыкания контактов реле. Для выделения амплитуды (энергии) этих пиков, их длительности и времени появления использовано вейвлет-преобразование. Исследования подтвердили возможность определения дефектов подвижной арматуры реле (якоря, контактов, контактных пружин) по форме второго сегмента токовой характеристики включения реле с детальным выделением особенностей токовой кривой с помощью вейвлет анализа.

Ил. – 5, табл. – 1, список лит. – 14 наим.

#### **УДК 656.259.12**

Гаврилюк, В. И. Сравнительный анализ методов расчета полного сопротивления рельсов типа Р65 колеи 1520 мм в тональном диапазоне частот / В. И. Гаврилюк // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 49–56.

Знание импеданса рельса на переменном токе в широком диапазоне частот необходимо для разработки и моделирования тональных рельсовых цепей, определения распределения обратного тягового тока в рельсах высокоскоростных железных дорог, тестирования новых типов подвижного состава на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями и т.п.

Целью работы является проведение сравнительного анализа методов расчета импеданса рельсов типа Р65 колеи 1520 мм на переменном токе в диапазоне тональных частот.

В работе приведен краткий обзор результатов измерений импеданса рельсов на переменном токе и рассмотрено теоретическое описание частотной зависимости импеданса проводников расположенных над поверхностью земли с учетом электромагнитных потерь в поверхностном слое земли. Приведена математическая формулировка метода Карсона и метода комплексного изображения, предложенного Дери с соавторами для определения импеданса линий электропередачи. Сопротивление рельсов типа Р65 колеи 1520 мм было рассчитано с использованием метода Карсона и метода комплексного изображения. Вследствие недостаточного количества литературных данных по измерениям импеданса рельсов типа Р65 на переменном токе, результаты расчетов для этого типа рельсов были сопоставлены с измеренными значениями как для рельсов типа Р65 колеи 1520 мм, так и для рельсов типа UIC 60 колеи 1435 мм. Рассчитанные частотные зависимости импеданса рельсов типа Р65 на переменном токе в диапазоне частот  $10^0 \dots 10^5$  Гц в качественном отношении удовлетворительно согласуются с литературными данными, приведенными для рельсов типа UIC60.

Результаты для рельсов типа Р65 колеи 1520 мм, рассчитанные по методу Карсона и методу комплексного изображения, отличаются от справочных данных, представленных в литературе, и эти различия увеличиваются с увеличением частоты. Такое поведение может быть связано с ошибкой методов расчета, вызванной малой высотой рельсов над поверхностью земли имеющей электрические потери и с высокой электропроводностью между рельсами и грунтом.

Ил. – 2, табл. – 1, список лит. – 20 наим.

#### **УДК 658.5:614.8**

Лагута, В. В. Анализ отказов элементов железнодорожной автоматики / В. В. Лагута, Т. Н. Сердюк, А. А. Пархоменко // Электромагнитная совместимость и безопасность на

железнодорожном транспорте. – 2017. – Nom. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 57–65.

**Актуальность.** В статье рассматриваются вопросы обеспечения повышения эффективности функциональной надежности системы железнодорожной автоматики. Это является важной научно-технической задачей, решение которой позволит улучшить технологический процесс перевозок с максимальной эффективностью и безопасностью движения поездов.

**Целью** является анализ наблюдений об отказах элементов системы железнодорожной автоматики в региональном филиале «Одесская железная дорога» за период 2011–2015 гг., сравнение и определение качественных причинно-следственных связей между отказами и их структуры для выбранной дистанции для улучшения ее системы технического обслуживания.

**Практическая ценность.** Определены основные причины отказов элементов системы железнодорожной автоматики. Наибольший процент отказов в элементах железнодорожной автоматики приходится на рельсовые цепи (40,81 %) и аппаратуру управления (25,81 %). Прогнозирование процесса отказов элементов железнодорожной автоматики по математической модели сложной системы, выполнении регулярных ремонтных работ и внедрения современных дополнительных диагностических и профилактических действий создадут возможность перехода от планово-предупредительной технологии к обслуживанию устройств железнодорожной автоматики по состоянию.

**Научная новизна.** Предложена математическая модель процесса отказов элементов железнодорожной автоматики как сложной системы на основе пассивных наблюдений.

**Результаты.** На основе разработанной структуры математической модели предложено средство упрощения управления системой технического обслуживания устройств железнодорожной автоматики путем выделения подсистем содержание: стативов; сигналов; аппаратуры управления; стрелочных переводов и электроприводов; системы электропитания. Улучшение эксплуатационных показателей работы элементов железнодорожной автоматики может быть достигнуто за счет внедрения дополнительных ремонтно-профилактических действий по обслуживанию рельсовых цепей, аппаратуры, кабельных линий, элементов защиты и аппаратуры релейных шкафов.

Ил. – 3, табл. – 3, список лит. – 12 наим.

### **УДК 621.391:681.518**

Бойник, А. Б. Дефектовка технического, технологического и организационного обеспечения контрольного пункта АЛСН моторвагонного депо / А. Б. Бойник, А. Ю. Каменев, С. А. Змей, Е. В. Щерблякина, В. В. Гаевский // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Nom. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 66–80.

Проведенное в статье исследование посвящено дефектированию всех основных видов обеспечение контрольного пункта автоматической локомотивной сигнализации непрерывного действия одного из моторвагонных депо Южной железной дороги в рамках предпроектного обследования объекта.

В процессе дефектирования технического обеспечения контрольного пункта было установлено, что технические параметры и способ прокладки испытательных шлейфов вдоль технологических канав моторвагонного депо не соответствуют установленным техническим нормам. В первую очередь это касается типа проложенного кабеля, способа его крепления к рейке, отсутствия помехозащищенных пересечений, длине и изоляции.

Дефектовка технологического обеспечения показал, что действующая технология технического обслуживания и текущего ремонта устройств автоматической локомотивной сигнализации моторвагонного подвижного состава депо для полноценной своей реализа-

ции требует чрезмерных временных ресурсов, что связано со способом прокладки испытательных шлейфов вдоль технологических канав. При этом средний простой основных производственных звеньев депо за обеспечение функционирования контрольного пункта превышает два часа, что приводит к пренебрежению отдельными этапами проверки действия автоматической локомотивной сигнализации, что, в результате, ухудшает качество выполненного технического обслуживания или текущего ремонта.

Дефектовка организационного обеспечения, связанного, прежде всего, с штатным расписанием специализированного цеха автоматической локомотивной сигнализации, показало несовершенство комплектования необходимого штата для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту соответствующих устройств. Только формирование кадрового резерва способно частично решить затронутую проблему.

В результате исследования установлена необходимость корректировки всех видов обеспечения контрольного пункта с целью повышения качества технического обслуживания и ремонта устройств автоматической локомотивной сигнализации и, как следствие, - повышение эксплуатационной надежности и безопасности функционирования. На выполнение данных корректировок должны быть направлены дальнейшие исследования в предметной области.

Ил. – 6, табл. – 4, список лит. – 19 наим.

### **УДК 656.259.12 : 656.256.3**

Мелешко, В. В. Технический контроль систем числовой кодовой автоблокировки / В. В. Мелешко // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 81–87.

Целью работы является выявление характерных особенностей работы средств технического контроля системы числовой кодовой автоблокировки, их преимуществ и недостатков, анализ возможности их использования для диагностирования состояния устройств автоблокировки и постановка задач для разработки новых диагностических комплексов.

Для достижения поставленной цели были использованы теоретико-аналитический метод и метод функционального анализа.

Анализ существующих и перспективных средств удаленного контроля и технического диагностирования устройств автоблокировки показал, что существующие системы имеют недостаточную информативность, направлены в основном на контроль дискретных параметров, что, в свою очередь, не позволяет построить на их основе подсистемы поддержки принятия решений. Предложено при разработке новых систем технического диагностирования использовать централизованно-распределенный принцип обработки диагностических данных, включить в их состав подсистему поддержки принятия решений, что позволит уменьшить количество трудозатрат на обслуживание устройств автоблокировки и сократить время на восстановление после возникновения повреждения.

В результате исследований выявлено, что существующие средства технического контроля автоблокировки не могут предоставить полную оценку состояния перегонных устройств сигнализации и блокировки, предложены критерии для разработки новых систем технического диагностирования с увеличением количества диагностической информации и ее автоматическим анализом.

Результаты анализа могут быть использованы на практике для выбора средства технического контроля устройств автоблокировки, а также при дальнейшей разработке систем диагностирования автоблокировки, что позволяет провести постепенный переход от планово-профилактической модели обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию контролируемых устройств.

Ил. – 0, табл. – 0, список лит. – 14 наим.

**УДК 629.488:629.4.6**

Шапошник, В. Ю. Новые стратегии технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов / В. Ю. Шапошник // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 88–94.

Поддержание работоспособности и заданных показателей надежности на всех этапах технической эксплуатации подвижного состава - главная задача системы технического обслуживания и ремонта (далее - СТОиР). Разработка и внедрении вагонов нового поколения с повышенными показателями надежности, и поддержания заданных показателей безопасности движения имеющегося парка грузовых вагонов в условиях его значительно-го срока службы, недостаточном обеспечению ремонтных депо материалами и запасными частями, старением инфраструктуры и др. требуют повышения эффективности СТОиР. Действующая система технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов требует изменений, которые будут касаться не только оптимизации пробегов вагонов между плановыми видами ремонта, а также перехода к новым стратегиям СТОиР.

В статье приводятся положительные и отрицательные стороны различных стратегий технического обслуживания и ремонта, рассматриваются возможности их внедрения в СТОиР грузовых вагонов. Предложенный алгоритм выбора стратегии СТОиР базирующийся на комплексном анализе надежности грузового вагона с учетом тех элементов конструкций, которые лимитируют время между техническим обслуживанием или ремонтом. Важной задачей является определение минимально достаточного числа контролируемых параметров для получения обоснованной информации о состоянии объекта диагностирования (грузового вагона) на текущий момент времени, разработка программ диагностирования технического состояния отдельных узлов, деталей и вагона в целом. Опираясь на полученные данные, разрабатываются математические модели, которые описывающие процесс эксплуатации, учитывают фактическое состояние и влияние СТОиР на отказы грузового вагона.

Ил. – 4, табл. – 0, список лит. – 15 наим.

**УДК 625.4:622.235.63**

Петренко, В. Д. Параметры и технология экспериментальных взрывов при проходке левого перегонного тоннеля метрополитена в г. Днепре / В. Д. Петренко, Е. М. Шатайкин, А. М. Штандарин, А. Л. Тютюкин, В. П. Куприй // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 95–102.

Рассмотрены вопросы эффективного применения буровзрывных работ при проведении трех опытных взрывов в перегонном тоннеле Днепропетровского метрополитена. Обоснована необходимость комбинированного применения короткозамедленного и замедленного взрывания шпуровых зарядов для обеспечения высокого уровня основных показателей проходки и сейсмической безопасности для зданий и сооружений, находящихся вблизи объекта подземного взрыва. Предложено выполнять опытные взрывы врубовых зарядов с разделением их на три группы по два заряда в каждой, взрывааемых через 20 мс. Кроме того, для повышения КПД взрыва применено расположение 9 незаряжаемых шпуров между врубовыми и вспомогательными зарядами.

Представлены расчеты скоростей смещений частиц грунта и напряжений, возникающих в нём при взрыве, которые не превышают опасных значений по условиям сейсмической безопасности.

Ил. – 3, табл. – 1, список лит. – 11 наим.

**УДК 656.022**

Пасечник, А. Н. Проблемы энергосбережения и усовершенствования методологии расчета тарифов на электроэнергию / А. Н. Пасечник, В. В. Кутырев, В. А. Пасечник, Л. В. Дунда // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – Ном. 13. – Днепр: Изд-во ДНУЖТ, 2017. – С. 103–117.

**Цель.** Целью статьи является построение наиболее рациональных схем и алгоритмов их применения для определения экономически обоснованных прозрачных цен на электроэнергию и другие товары в условиях рыночной экономики на основе системного анализа существующих систем и методов ценообразования, а также определение критериев объективной оценки уровня тарифов и расчет экономически обоснованной и социально ориентированной цены на электроэнергию на основе предложенного подхода.

**Методика.** Предложена методика расчета экономически обоснованных тарифов на электроэнергию, базирующаяся на классическом методе ценообразования (себестоимость + прибыль). Для проведения сравнительного анализа украинских тарифов на электроэнергию с тарифами в европейских странах, предложена методика расчета приведенных коэффициентов тарифа с учетом уровня средней заработной платы и уровня ВВП на душу населения.

**Результаты.** В результате проведенной систематизации методов ценообразования показано, что все представленные методы основываются на классическом подходе (себестоимость + прибыль), а затем в зависимости от условий рынка они адаптируются под изменение текущей ситуации. На основе проведенного анализа установлено, что для расчета тарифов на электроэнергию наиболее рациональным является применение классического метода ценообразования с учетом себестоимости и экономически обоснованного уровня рентабельности ее производства.

Проведен сравнительный анализ тарифов на электроэнергию в Украине и в европейских странах на основе предложенных в работе комплексных показателей: приведенных коэффициентов тарифа на электроэнергию, которые определяют отношение тарифа до уровня средней заработной платы и уровня ВВП на душу населения.

Для либерализации экономического положения в энергетической отрасли предложено выбрать наиболее эффективный метод для определения цены на товары стратегического значения - классический подход в ценообразовании.

**Научная новизна.** Научная новизна заключается в разработке методики расчета экономически обоснованных прозрачных цен на электроэнергию и другие товары в условиях рыночной экономики на основе системного анализа существующих систем и методов ценообразования. Впервые применена методика проведения сравнительного анализа украинских тарифов на электроэнергию с тарифами в европейских странах на основе приведенных коэффициентов тарифа с учетом уровня средней заработной платы и уровня ВВП на душу населения.

**Практическая ценность.** Предложенный подход позволяет определить экономически обоснованные тарифы на электроэнергию с учетом рентабельности ее производства и способствовать установлению цивилизованных экономических отношений на энергетическом рынке Украины.

Ил. – 1, табл. – 12, список лит. – 18 наим.

## ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY ON RAILWAY TRANSPORT

### UDC 629.4.012

Havryliuk, V. I. An overview of the ETCS braking curves / V. I. Havryliuk // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 11–19.

The purpose of the article is to present an overview of the ETCS braking curves according to the European specifications.

Though the ETCS specifications lay down the basic principles for the braking curves and the associated information displayed to the driver, but there is still no harmonized method to compute them. In the absence of any requirement, the algorithms of the ETCS on-board suppliers lead to different braking distances for a given type of rolling stock. For cross border trains, the differences through national rules require the implementation in the ETCS on-board of several national braking curves.

The main features of the braking curves have been reviewed in the article, including the following main aspects: basic principle to ensure of the train movement safety, the purpose and main types of ETCS braking curves, the input parameters for braking curve calculation, construction of the emergency brake deceleration curve, and guaranteed emergency brake deceleration.

The basic principle to ensure the train movement safety is based on their separation in fixed block distance (for a conventional signalling system) or in moving block-sections (for ERTMS/ETCS level 3).

To ensure these principles the ETCS onboard computer must predict the decrease of the train speed in the future, from a mathematical model of the train braking dynamics and of the track characteristics ahead. This prediction of the speed decrease versus distance is called a braking curve. The minimum interval between trains under automatic train protection system is defined by minimum movement authority that comprises odometer tolerance, driver allowance, ATP reaction times, brake application time. Braking curve predict of the train speed decrease versus distance by the ERTMS/ETCS on-board equipment, from a mathematical model of the train braking dynamics and the track characteristics ahead. ETCS supervises both the position and speed of the train to ensure they continuously remain within the allowed speed and distance limits, and if necessary it will command the intervention of the braking system to avoid any risk of the train exceeding those limits.

There have been considered in the work the main ETCS braking curves and the supervision limits of the EBD braking curves, the movement authority, the end of authority, the most restrictive speed profile, the supervised location and others.

Differences in braking on dry and wet rails are considered. The braking on dry rails is relatively easy to represent through a statistical model that take into account the dispersion of the braking performance. But on wet rails the physical phenomenon that occur when braking are still today extremely difficult to model. In order to overcome this difficulty, two distinct rolling stock correction factors have been considered in order to get the guaranteed emergency brake deceleration.

Ill. – 7, the table – 0, ref. – 20 names.

### UDC 621.331

Havryliuk, V. I. Modeling of the traction current harmonics distribution in rails / V. I. Havryliuk // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 20–27.

Electrified railways are one of the most powerful wide frequency range sources of disturbances that interference on signaling and radio communication systems. This is especially true for new types of vehicles equipped with electronic static converters with pulse width modulation (PWM), from which high-frequency interferences in rails can have frequencies up to several tens of kHz.

To ensure the electromagnetic compatibility (EMC) of new types of rolling stock with signaling and radio communication systems, they are subjected to an acceptance procedure that includes on EMC tests in accordance with European and national regulatory standards and norms. But under some unfavorable operation conditions for the trains that were successfully tested and are in operation with old vehicles on the same lines (sometimes with old feeding system), the disturbing current generated by vehicles may reach values greater than the allowed values. As such unfavorable operational conditions may be considered increasing number of trains, low distance between track circuit receiver and vehicles or supply substation, low rail-to-earth conductivity and conductivity of earth. To proof the electromagnetic compatibility (EMC) between rolling stock and signalling systems it is need accurate modeling of the test cases with taking into account particular operation conditions.

The aim of the work is to establish mathematical and computer model for distribution of traction current harmonics in direct feeding traction network with multiple vehicles in feeder zone. This model is an evolution and simplification of models represented earlier.

The work has been performed in order to proof the electromagnetic compatibility of new trains equipped with electronic static converters with existing traction lines and has been used during tests of new types of train.

The model has been simplified as follows. The lines with equal or close to each other potentials are represented as a single line with equivalent electrical parameters. The disturbing vehicles are modeled as sinusoidal current sources with several set of frequencies that are represented by currents vector. Only return current harmonics with frequencies that lie in frequency range of track circuit receiver were considered. Depended of simulation aim the values of harmonics are taken as values measured during train tests or as the maximum interference values according to norms.

The distribution of the traction return current harmonics was computed for AC direct feeding traction network 1x25 kV with two-side ESS and with 1 to 5 vehicles in feeder zone. The maximum interference from trains is in the areas nearest to trains and also to the point of connection of return feeder to rails (at ESS terminals). The traction harmonic current in rails are increased with increasing of train number in feeder zone and with decreasing of the rail-to-earth conductivity.

The interference at 25 Hz in the rails area near the ESS for one locomotive in feeder zone don't exceed a limit value of 1 A even in unfavorable operation conditions for of the rail-to-earth conductivity equal 0.02 Sm/km. If number of trains are increased (from 1 to 5) the interference at 25 Hz also increased and it values at rail-to-earth conductivity equal 0.02 Sm/km reach to 1.073 A for two locomotives and to 1.233 A for five locomotives, that exceed the limit value of the interference in rails at 25 Hz.

Ill. – 4, the table – 0, ref. – 16 names.

### **UDC 621.3.011**

Bondar, O. I. Mathematical simulation of transient processes in the setting of cylinder magnets' demagnetization / O. I. Bondar // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 28–30.

In this article the temporal dependences of magnetic intensity in a cylindrical pattern of magnetic material during its impulse demagnetization and capacitor's voltage are carried out by the mathematical simulation.

Ill. – 2, the table – 0, ref. – 4 names.

### UDC 621.311

Zhezhelenko, I. V. Definition of the dependability index of power supply systems / I. V. Zhezhelenko, V. E. Saravas // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 31–34.

The article shows that one of the important indicators of energy efficiency is the index (index) of dependability of electricity supply, which is characterized by a decrease in the share of damage from interruptions of power supply in the gross domestic product. The questions of obtaining an expression for the optimal value of the degree of dependability are considered taking into account the values of the reduced costs and their economic and energy components.

The significance of an assessment of damage caused by a shortage of electricity is shown in the absence of an emergency reserve. The damage caused by asymmetry and nonsinusoidal tension, on average, is several times less than the voltage associated with the deviations and is most pronounced in the metallurgical and engineering industries. An expert assessment of the annual losses associated with the low quality of electricity in Ukraine and in the world is given.

The importance of the problem of improving the quality of electric energy was stressed; attention was drawn to the increased role of the sinusoidal distortion of the voltage curve in determining the dependability of electricity supply, as well as its relation to the economic indicators of the country's development. Virtually all indicators of the quality of electrical energy affect the dependability and economic performance of electrical equipment and ultimately affect the efficiency of the entire power supply system. It is shown the importance in specific cases of exceeding the cost of measures to correct the levels of nonsinusoidality over the value of economic damage. The values of the power supply dependability index in the complex of the energy efficiency index are formulated; the values of the specific capital investments in the reserve generating capacity are given. Estimated calculations of dependability indices of electric power industry subjects of Ukraine are given.

In the conclusions, it is justified to apply the minimum of the given costs as a criterion for estimating the dependability of the power supply system with the equality of the optimization values of the dependability index.

Ill. – 1, the table – 0, ref. – 5 names.

### UDC 656.256.3:621.316.9

Yashchuk, K. I. Investigation of a track circuit operation under conditions of saturation of the track's impedance bonds / K. I. Yashchuk, D. S. Kurylo // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 35–40.

The article's **purpose** is studying the operation of the code track circuit in the conditions of track's impedance bonds saturation. **Results.** The dependences of the track receiver voltage on the asymmetry current magnitude for the insulation resistances in the winter and summer period are obtained, provided the track's impedance bonds saturation. It is established that, due to an increase in the asymmetry current, there can be a decrease in the voltage across the track receivers below the threshold, which is a failure of the track circuit, the elimination of which requires the use of a whole range of measures. **Scientific novelty** consists in applying an indirect calculation method based on obtaining the coefficients of the impedance bond's equivalent circuit for various values of the resistance modules of the magnetization circuit, which change during the magnetization of the impedance bonds magnetic core by DC. The obtained method makes it pos-

sible to perform calculations of the code track circuit normal operating mode under the conditions of the impedance bonds' saturating. **Practical significance.** The proposed indirect method can be used to adjust the calculation of the track circuits operating modes, with considering the saturation of track impedance bonds.

Ill. – 2, the table – 0, ref. – 11 names.

## SAFETY ON RAILWAY TRANSPORT

### UDC 629.4.012

Havryliuk, V. I. The method for detecting defects in movable armature of the signalling relay / V. I. Havryliuk // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 42–48.

Despite significant progress in the development of microelectronic rail automatic systems observed in recent decades, relay-contact devices are still widely used in railway signalling systems, that are fundamental to the safe operation of railways and must perform predictably and reliably.

Thus, signalling relays used for safety-critical or safety-related applications in railway signalling systems should be properly maintained and tested to ensure their performing safely and reliably throughout their expected service life.

With the purpose of developing a method for detecting defects in movable armature of the signalling relay, the time dependences of transient currents during relays switching have been investigated for relay in various technical conditions: in operable condition, as well as with artificially created defects (bends) of contact springs. The measured data have been analyzed in the time and frequency domain using the wavelet transform modifications (CWT, DWT, DWPT).

The analysis of the transient currents was carried out using segmentation of the current characteristics of the relay. The relay transient current at first and third segments which corresponded to unmovable anchor state, increase with time during relay switch-on approximately as the exponential function.

The time constants of the relay current were calculated by approximating the measured current-time dependences at the first segment of the current curve by exponential function.

The presence of defects in the movable armature of the relay had practically no effect on the values of calculated time constants.

However, these values strongly depended on the technical condition of the relay magnetic circuit and the relay coil, as well as on the voltage applied to the coil terminals. This behavior of the relay time constant on the first segment of the relay current characteristic makes it possible to use this parameter to monitor the technical state of the electromagnetic relay system.

Defects of the armature and contact springs led to the appearance of additional features at the second segment of the relay transient current, which corresponded to the movement of the armature. The magnitude of these features on the current curve depended on the value of bending of the relay's contact spring. The width and appearance time of the features at the second segment of the current-switching curve correspond to the non-simultaneous switching of the relay contacts. To determine the amplitude (energy) of these features (peaks) on transient current curve, their duration and the times of appearance, the wavelet transform was used. The results of investigations confirmed the possibility of determining the defects of the relay movable armature by using wavelet analysis of the second segment of the relay transient current characteristic.

Ill. – 5, the table – 1, ref. – 14 names.

**UDC 656.259.12**

Havryliuk, V. I. The comparative analysis of calculating methods for ac impedance of R65 type rails and track 1520 mm gauge in the audio frequency range / V. I. Havryliuk // *Electromagnetic compatibility and safety on railway transport*. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 49–56.

Knowledge of the exact AC rail impedance in a wide frequency range is necessary for designing and modeling audiofrequency track circuits, determining of the traction return current distribution in rails of high-speed railways, testing new types of vehicles on electromagnetic compatibility with track circuits, etc.

The aim of the work is to perform a comparative analysis of the methods for calculating of the AC impedance of the R65 type rails of a track 1520 mm gauge in the audiofrequency range.

Results of AC rail impedance measurements and theoretical description of frequency dependence of impedance for wires above lossy ground are briefly reviewed. Mathematical formulation of Carson's method and the complex image method proposed by Deri with co-workers for impedance of transmission lines were represented. The impedance of running rails of R65 type and track of 1520 mm gauge have been calculated by using Carson's method and the complex image method. Due to the insufficient amount of literature data concerning AC impedance measurements for rails of type R65 of 1520 mm gauge, the results of calculations for these rails were compared with the measured values for both rails of type R65, 1520 mm gauge, as well as for rails of type UIC 60 with 1435 mm gauge. Calculated frequency dependencies of the AC impedance of R65 type rails are in good qualitative agreement with literature data for rails UIC60 in frequency range  $10^0 \dots 10^5$  Hz.

The results for rails of R65 type and 1520 mm gauge calculated according to Carson's method and complex image method differ from reference data presented in literature, and these differences increase with increasing of frequency. Such behavior may be due to error of calculation methods caused by small height of rails above lossy ground and high electrical conductivity between rails and a ground.

Ill. – 2, the table – 1, ref. – 20 names.

**UDC 658.5:614.8**

Laguta, V. V. Analysis of failures of railway automatics elements / V. V. Laguta, T. M. Serdiuk, A. A. Parhomenko // *Electromagnetic compatibility and safety on railway transport*. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 57–65.

Relevance. The questions of functional reliability efficiency increase maintenance railway automatics system are considered in the article. This is an important scientific and technical task, the solution of which will improve the technological process of transportation with maximum efficiency and safety of train traffic.

The purpose are to analyze observations of the failures of the elements of the railway automatics system of the «Odessa Railway» Regional Branch of JSC “Ukrzaliznytsia” for the period from 2011 to 2015 years, to compare and define of qualitative cause-effect relationships between failures and their structure for the given distance to improve maintenance.

Practical value. The main causes of the elements failures of railway automatics system are determined. The highest percentage of failures from all devices of railway automatics has track circuits (40.81 %) and control equipment (25.81 %). Predicting failures process of railway automatics elements based on the mathematical model of a complex system, performing regular repair works and introducing modern additional diagnostics and preventive actions will create the possibility of transition from planned preventive techniques to maintenance of railway automatics devices on requirement.

Scientific novelty. A mathematical model of the failures process of railway automatics elements is proposed as a complex system based on passive observations.

Results. On the basis of the developed structure of the mathematical model, a means of simplifying the management of the railway automatics devices maintenance system is proposed by the separation of subsystems: supports; signals; control equipment; switch pointers and electric drives; power supply systems. Improving operational coefficients of rail automatics elements can be achieved by the introduction of additional maintenance techniques and repair works for the track circuits, apparatuses, cable lines, protection devices and equipment of relay cabinets.

Ill. – 3, the table – 3, ref. – 12 names.

### **UDC 621.391:681.518**

Bojnik, A. Flaw technical, technological and organizational support checkpoint ALSN motor-wagon depot / A. Bojnik, S. Zmij, A. Kameniev, O. Shcheblykina, V. Gajewsky // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 66–80.

A study in the article is devoted to basic flaw of all types of security checkpoint automatic locomotive signaling of continuous action of a Southern Railway depot multiple units within pre inspection of facilities.

During flaw logistics checkpoint was established that the technical parameters and testing method of laying cables along technological ditches motor-wagon depot does not meet the technical requirements. In particular this applies to the type of cable laid, its mode of attachment to the rails, no jam proof crossed, length and insulation.

Flaw technological support showed that the current technology maintenance and repair of automatic locomotive signaling motor-wagon rolling stock depot for full implementation of the excessive time required resources due to the method of laying cables slit testing process ditches. Thus the simple average of fixed parts depot functioning through checkpoint than two hours, leading to neglect of certain stages of verification of the automatic locomotive signal that, as a result, it degrades the quality of the service or maintenance.

Organizational Support flaw associated primarily with staffing specialist shop automatic locomotive signaling, Fashion Lo imperfect state staffing required to perform work on the maintenance and repair of the devices. Only personnel reserve formation capable of partially settle the problem.

The study established the need for correction of all types of security checkpoint in order to improve the quality of technical maintenance and repair lock automatic locomotive signal and as a consequence - increase in both operational reliability and safety of operation. To perform these adjustments should aim further research in the subject area.

Ill. – 6, the table – 4, ref. – 19 names.

### **UDC 656.259.12 : 656.256.3**

Meleshko, V. V. Technical control of digital code autoblock system / V. V. Meleshko // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 81–87.

The purpose of the work is to identify the characteristic features of the technical control of the digital code autoblock system, their advantages and disadvantages, to analyze the possibility of using them to diagnose the condition of the autoblock devices and to set tasks for the development of new diagnostic complexes.

To achieve this goal, a theoretical analytical method and a method of functional analysis were used.

The analysis of existing and prospective means of remote control and technical diagnostics of auto-blocking devices showed that existing systems have insufficient information content, they are aimed mainly at controlling discrete parameters, which, in turn, does not allow them to build a subsystem of decision support on their basis. It was proposed to use the centralized-distributed principle of diagnostic data processing to develop a new system of technical diagnostics, to include a decision support subsystem in their structure, which would reduce the amount of effort required to service autoblock devices and shorten the time for recovery after the occurrence of damage .

As a result of the research, it was revealed that the existing means of automatic control of automatic blocking can't provide a full assessment of the condition of the distillation devices of signaling and blocking, and proposed criteria for the development of new systems of technical diagnostics with increasing the number of diagnostic information and its automatic analysis.

The results of the analysis can be used in practice to select the means for technical control of autoblock devices, as well as for the further development of autoblock diagnosis systems, which allows a gradual transition from a scheduled preventive maintenance model to maintenance according to the actual state of the monitored devices.

Ill. – 0, the table – 0, ref. – 14 names.

#### **UDC 629.488:629.4.6**

Shaposhnyk, V. New strategies of freight wagons repair and maintenance / V. Shaposhnyk // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 88–94.

The main target of repair and maintenance system (hereinafter referred to as RMS) is target reliability rate maintenance at all stages of rolling equipment technical operation. Development and implementation of improved reliability rate of new wagon generation, safety running indicator maintenance, present fleet of wagons maintenance in the context of long operating life, insufficient providing of repair depot with spare parts and other materials, infrastructure aging requires RMS efficiency upgrading. Current maintenance and freight wagons repair system requires changes that concern not only car-mileage optimization between scheduled repair, but also transition to new strategies of RMS.

This article concerns positive and negative aspects of different strategies of maintenance and repair, possibilities of their implementation in RMS of freight wagons. The algorithm of RSM strategy is suggested. It is based on integrated analysis of freight wagon reliability taking into account those construction units that limit the time between maintenance and repair. In addition crucial task is sufficient minimum number of controlled variable for obtaining the information about diagnosing object's current state. This task requires improvement of separate units technical condition diagnosis programs. Based on obtained data mathematical models for current operation process and RMS impact on freight wagon fault are developed.

Ill. – 4, the table – 0, ref. – 15 names.

#### **UDC 625.4:622.235.63**

Petrenko, V. D. Parameters and Technology of Experimental Blasts during Drilling of the Left Running Tunnel of the Metro in the City of Dnieper / V. D. Petrenko, E. M. Shataikin, A. M. Shtandarin, A. L. Tyutkin, V. P. Kupriy // Electromagnetic compatibility and safety on railway transport. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 95–102.

The problems of effective application of drilling and blasting operations during three experimental blasts in the Dnipropetrovsk subway tunnel are considered. The necessity of combined application of short-delay and delay blasting of the hole charges is substantiated to ensure a high level of basic indicators of driving and seismic safety for buildings and structures located near

the object of the underground blast. It is proposed to carry out experimental blasts of cutting charges with their division into three groups from two charges in each, which are detonated in 20 msec. In addition, to increase the efficiency of the blast, were used the location of 9 uncharging holes between the cutting and auxiliary charges is applied.

Calculations are given of the rates of displacement of soil particles and stresses arising in it during the blast, which do not exceed dangerous values on conditions of the seismic safety.

Ill. – 3, the table – 1, ref. – 11 names.

### **UDC 656.022**

Pasichnyk, A. N. Problems of energy conservation and improvement of the methodology of calculating tariffs on electric energy / A. N. Pasichnyk, V. V. Kutyrev, V. A. Pasichnyk, L. V. Dunda // *Electromagnetic compatibility and safety on railway transport*. – 2017. – No 13. – Dnipro: DNURT, 2017. – P. 103–117.

**Purpose.** The aim of the article is to construct the most rational schemes and algorithms for their application to determine economically sound transparent prices for electricity and other goods in a market economy based on a system analysis of existing systems and pricing methods, as well as the definition of criteria for an objective assessment of the tariff level and the calculation of economically justified and socially oriented electricity prices on the basis of the proposed approach.

**Methodology.** A methodology for calculating economically justified electricity tariffs based on the classical pricing method (cost + profit) is proposed. To conduct a comparative analysis of Ukrainian tariffs for electricity with tariffs in European countries, a methodology for calculating the given tariff factors is proposed, taking into account the level of average wages and the level of GDP per capita.

**Findings.** As a result of the systematization of pricing methods, it is shown that all the methods presented are based on the classical approach (cost price + profit), and then, depending on the market conditions, they adapt to the change in the current situation. On the basis of the analysis it was established that the most rational method for calculating electricity tariffs is the use of the classical pricing method, taking into account the cost price and the economically justified level of profitability of its production.

A comparative analysis of electricity tariffs in Ukraine and European countries was carried out on the basis of the complex indicators proposed in the work: the given tariff coefficients for electricity, which determine the ratio of the tariff to the level of the average wage and the level of GDP per capita.

To liberalize the economic situation in the energy sector, it was suggested to choose the most effective method for determining the price of goods of strategic importance—the classical approach to pricing.

**Originality.** Scientific novelty consists in developing a methodology for calculating economically sound transparent prices for electricity and other goods in a market economy based on a system analysis of existing systems and pricing methods. For the first time, the methodology of conducting a comparative analysis of Ukrainian tariffs for electricity with tariffs in European countries is applied based on the quoted tariff factors, taking into account the level of average wages and the level of GDP per capita.

**Practical value.** The proposed approach makes it possible to determine economically feasible tariffs for electricity, taking into account the profitability of its production and to promote the establishment of civilized economic relations in the energy market of Ukraine.

Il. – 1, the table – 12, ref. – 18 names.