

The paper proposes methods for assessing interaction of the main structural elements of railway transportation system, analysis and prediction of cyclical changes in trends of their condition and quality of operation, determine the effectiveness of the process of transportation.

The main way to control one hundred and well as functioning state tions, mizhstantsiy, they race and train climbed nych tion of the transport system is their planned ord lyady and regular-tion analy sis results re - work. Usually they are separated in time, that is satisfactory to the recent - slidzhennya does not mean that they will remain the same until the next inspection and condition of the facility or the quality of its operations not cross the "threshold security". So, via the number of reasons, this method may fail to manifest thou disadvantages that arise "in according to plan," FW ryklad owing to climatic fac it ing, MAT conducte n December one defects through the processes of "a hundredaging" and so on. Such deficiencies, particularly of different make deterioration smooth movement can bal to wash employee nicks Railway (machinists poyzing) or a hundred enforcement person who noticed the obstacles on the track or emergency condition.

KEY WORDS: ZALZNYCHNA TRANSPORT SYSTEM, INTERACTIVE EVALUATION.

РЕФЕРАТ

Яджак М.С., Полищук О.Д., Полищук Д.О. Исследование состояния и качества функционирования железнодорожной транспортной системы: II. Интерактивное оценивание. / Михаил Степанович Яджак, Александр Дмитриевич Полищук, Дмитрий Александрович Полищук // Вестник НТУ - К.: НТУ, 2012. - Вып. 26.

В статье предложены методы оценки взаимодействия основных структурных элементов железнодорожной транспортной системы, анализа циклических изменений и прогнозирования трендов развития их состояния и качества функционирования, определение эффективности организации процесса перевозок.

Основным способом контроля ста ну и качества функционирования станций, мижстанций-ных гонок и поездов железндорожной транспортной системы является их плановые осмотры и регулярный анализ ре результатов работы. Обычно они разнесены во времени, т.е. удовлетворительные результаты последнего до - исследования вовсе не означают, что они сохранятся такими же до следующего осмотра и состояние объекта или качество его функционирования не пересечет «порог безопасности». Итак, через ряд причин этот способ может вовремя не проявления недостатков, которые возникают «по плану», например, вследствие климатических факторов, смещении почвы, дефектов через процессы «старения» и другие. О таких недостатках, о резком ухудшение плавности движения, могут сообщдо мыть работники железной дороги (машинисты поиздов) или стороннии лица, заметили препятствия на пути или ее аварийное состояние.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЗАЛЗНИЧНА ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА, ИНТЕРАКТИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ.

УДК 519.6+625.1

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ТА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ: I. ЛОКАЛЬНЕ, ПРОГНОСТИЧНЕ ТА АГРЕГОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ

Яджак М.С., доктор фізико-математичних наук
Поліщук О.Д., кандидат фізико-математичних наук
Поліщук Д.О.

Вступ. Протягом останнього десятиліття здійснюються реальні кроки у напрямку модернізації залізничної транспортної системи (ЗТС) України, зокрема, на основних магістралях вводиться швидкісний рух, оновлюється рухомий склад, проводиться ремонт колій, вокзалів, станційних споруд [1] тощо. У той же час рівень спрацьованості рухомого складу становить понад 80 %, близько 40 % колій потребує заміни або перебуває в аварійному стані, майже половина відправлень прибуває у пункти призначення із затримкою, значна частина станційного господарства потребує реконструкції [2, 3]. Внаслідок цього кількість залізничних аварій в Україні подвоюється кожні десять років. Лише за останні роки сталося чимало таких випадків, частина з яких – під час перевезення небезпечних вантажів (так звана «фосфорна» катастрофа біля с. Ожидів на Львівщині у липні 2007 р. – зійшли з рейок

11 вагонів з жовтим фосфором; у серпні 2011 р. у Донецькій області зійшли з колії 7 вагонів вантажного поїзда, у тому числі 1 цистерна з бутаном; у січні 2012 р. на Сумщині зійшли з рейок 27 вантажних вагонів з рідкою та кристалічною небезпечною хімічною речовиною [4] тощо). Вирішення цих проблем передбачає насамперед об'єктивне оцінювання стану та якості функціонування ЗТС, оскільки перевезення понад 50 % всіх пасажирів та вантажів в Україні здійснює саме залізничний транспорт. Зрозуміло, що лише комплексне системне дослідження, яке ґрунтується на різнобічному, багатокритеріальному та багаторівневому аналізі принаймні основних елементів Укрзалізниці (УЗ) дасть можливість визначити першочергові кроки з модернізації стану та оптимізації процесів на всіх рівнях її структуризації. Загалом оцінювання застосовується практично у всіх сферах людської діяльності [5] і, зокрема, для забезпечення якісного функціонування транспортних систем [6–9]. Запровадження швидкісного руху ставить значно вищі вимоги не лише до стану та якості функціонування колій, станційного господарства та рухомого складу, але й до засобів їхнього контролю [10, 11]. Основними недоліками прийнятої на сьогодні в УЗ системи оцінювання є переважання візуальних оглядів та суб'єктивних висновків; нечітка структурованість, коли в рамках одного об'єкта поєднуються елементи з принципово різними характеристиками та допустимими областями їхньої поведінки; наявність величезних обсягів інформації про результати оглядів та відсутність спеціалізованих засобів їх оперативного аналізу і, що найважливіше, цілочисельна бальність оцінок, за якої «задовільно» може означати все що завгодно – від «майже добре» до «ледь краще, ніж незадовільно». Стосовно об'єктів ЗТС, стан яких, як і будь-яких технічних систем, протягом експлуатації погіршується, таке оцінювання може призвести до ситуації, коли перехід через «пориг безпеки» [12] може відбутися між плановими дослідженнями і спричинити негативні наслідки. Тому в роботі пропонується єдиний підхід до формування оцінок стану, якості функціонування та взаємодії структурних елементів ЗТС. Цей підхід полягає у побудові основної бальної оцінки та її уточненні на підставі врахування типу та особливостей досліджуваного об'єкта. Уточнена оцінка дозволяє не лише скласти більш чітке уявлення про предмет оцінювання, але й частково локалізувати причину виявлених недоліків.

Укрзалізниця як складна система. Укрзалізниця є реальним прикладом великої складної системи (СС) [13], стан якої неперервно змінюється у часі. Дійсно [1], кількість об'єктів станційного господарства УЗ сягає 1684 одиниць, розгорнута протяжність головних колій колійного господарства – 30,3 тис. км, парк вантажних вагонів рухомого складу налічує близько 175 000 одиниць, парки пасажирських вагонів – 8400, тепловозів – 2700, електровозів – 1800, електропоїздів – 1440, дизель-поїздів – 180 одиниць. Її функціонування обслуговують 68 локомотивних, 51 вагонне та 16 пасажирських депо, 43 дистанції енергопостачання, 69 дистанцій сигналізації та зв'язку, 38 колійно-машинних станцій тощо. Забезпечує основну діяльність залізниць України понад 375 тис. працівників.

Одним із основних методів дослідження систем є математичне моделювання, яке стосовно ЗТС загалом достатньо складно здійснити через проблеми розмірності, адекватності та постійного впливу багатьох непередбачуваних внутрішніх та зовнішніх факторів [13, 14]. Тому як альтернативу ми пропонуємо методіку комплексного оцінювання (МКО), яка поєднує методи відбору, обробки та оперативного аналізу інформації про стан, якість функціонування та прогноз поведінки системи на різних рівнях структуризації з урахуванням взаємодії об'єктів, які її утворюють. У зв'язку з великим обсягом оброблюваної інформації [15], МКО повинна містити засоби ефективного висхідного та низхідного аналізу результатів для оперативної локалізації об'єктів з потенційною загрозою збоїв, які можуть спричинити вихід з ладу окремих підсистем або системи загалом.

Опис структури ЗТС. Під структурною схемою системи [13] ми розуміємо послідовний її поділ на підсистеми до рівня елементів з врахуванням взаємозв'язків між ними, зображений у вигляді графу відповідного типу. Вигляд схеми суттєво залежить від мети дослідження, його спрямованості та глибини. Якщо ми розглядаємо проблему оцінювання системи, то під час побудови її структурної схеми слід враховувати, що основне завдання полягає у визначенні реального стану об'єкта та якості реалізації покладених на нього функцій.

Розглядувана нами ЗТС має мережеву структуру, вузлами якої є станції, ребрами – міжстанційні перегони [14]. Потоками в цій мережі є поїзди. Конструкція з вузлів та ребер зазвичай є матеріальною основою для організації руху потоків. Приклади таких структур широко розповсюджені в інформаційній, транспортній, фінансовій, економічній та інших сферах. Мережевий тип структури не означає, що в ній не можна ввести для спрощення аналізу певної ієрархії, яка будується з огляду на просторову, функціональну чи інші ознаки.

Як потужний промислово-транспортний комплекс, УЗ не може ефективно функціонувати без відповідної системи управління (СУ), зв'язку та інформаційного забезпечення. Саме чіткий територіально-ієрархічний принцип побудови СУ є визначальною ознакою поділу ЗТС, як СС, на послідов-

ність підсистем нижчого рівня. Першим із них є розбиття УЗ на 6 регіональних залізниць, які, у свою чергу, складаються з 27 дирекцій залізничних перевезень. Дирекції, які зазвичай відповідають одиницям територіально-адміністративного поділу України, включають дистанції колії. Загалом ЗТС налічує 110 таких підсистем, приведена довжина [16] яких знаходиться в межах від 290 до 310 км. Дистанція колії поділяється на відділки так, щоб приведена довжина відділку перебувала в межах від 25 до 30 км на одноколіїних дільницях і від 22 до 25 км на двоколіїних. Поділ на відділки здійснюється окремо для кожного напрямку. Такий принцип структуризації ЗТС дає можливість не лише встановити чіткий зв'язок між її об'єктами та підрозділами УЗ, які не лише відповідають за їхній стан та якість функціонування, але й визначають рівні формування агрегованих оцінок. Подальшу структуризацію здійснюємо за функціональною ознакою, а саме: як базові підсистеми, які утворюють відділки, виділяємо такі об'єкти, як станції та міжстанційні перегони.

Укрзалізниця реалізує численні функції [1]. При визначенні мети та побудові МКО ми виділяємо, на наш погляд основну, реалізацію якої прямо чи опосередковано забезпечує здійснення інших функцій. Цією функцією є організація надійного та безпечного руху поїздів з встановленими швидкостями згідно з визначеним графіком. З огляду на сформульовану мету оцінювання ми визначаємо для базової підсистеми кожного типу такий набір елементів і функцій, які забезпечують реалізацію основної функції системи.

Залізничні колії поділяються на магістральні, регіональні та місцевого значення і залежно від вантажонапруженості лінії та максимальної швидкості руху пасажирських поїздів можуть бути швидкісними або мати 1–7 категорію. Окремі ділянки колії вздовж перегону можуть відрізнятися своїми просторовими (горизонтальна або похила, пряма чи крива), конструктивними (одно- або двоколіїна, форма профілю полотна, наявність чи відсутність електрифікації, стикові або безстикові рейки тощо), геологічними (тип ґрунту, рельєф місцевості) та іншими (можливість зсувів, підмивів) особливостями, розділятися штучними спорудами різних типів, переїздами, стрілочними переводами тощо. Вважаємо, що довжина будь-якої ділянки не перевищує заданого значення 1 км. Отже, кожна з таких ділянок, на які розбивається перегін, надалі називається елементарною і повинна володіти властивістю однорідності в довільній точці.

Залізничні станції за своїм призначенням поділяються на пасажирські, вантажні, сортувальні, дільничні і проміжні та, залежно від обсягу і складності виконання пасажирських, вантажних і технічних операцій, можуть бути позакласними або мати I–V клас. Для кожної станції розробляється окремий технологічний процес, який, враховуючи наявну інфраструктуру, містить перелік всіх функцій та засобів їх реалізації. Великі станції, частка яких у загальній структурі залізниці не перевищує 10 %, є СС, об'єктами яких можуть бути станції всіх перерахованих вище видів, а набір реалізованих функцій – різноманітним та численним. З погляду дослідження якості функціонування системи загалом для уникнення надлишкової деталізації стосовно таких об'єктів доцільно будувати окремі МКО і враховувати їх взаємодію з системою, оцінюючи лише вхідні та вихідні потоки та їхній вплив на інші об'єкти. Основною складовою інфраструктури станції, яка забезпечує проходження поїздів та підлягає першочерговому оцінюванню, є її колійний розвиток [17], поділ якого на елементарні ділянки здійснюється, як і вище. Загалом конкретна структура елементів станції детально викладена в технологічному процесі її роботи.

Поїзди, як базові підсистеми рухомого складу, розрізняються за характером вантажу, швидкістю руху, розміром, масою тощо. Основними є пасажирські (денні та нічні, швидкісні, регіональні, приміські, міські тощо) і вантажні (наскрізні, дільничі, збірні, підвищеної ваги та довжини тощо). Всім поїздам на станції формування залежно від категорії присвоюються номери, які зазвичай визначають пріоритетність їх пропуску на лінії. Елементами поїздів є локомотив(и) та вагони. Їхній стан зазвичай перевіряється перед формуванням та відправленням на станціях під час оглядів та планової діагностики у депо.

Класи станцій, категорії колій та поїздів є основою для визначення вагових коефіцієнтів при аргументах агрегуючих функцій.

Запропонована МКО реального об'єкта базується на експериментальних вимірюваннях його стану чи поведінки і дає можливість враховувати та аналізувати всі доступні характеристики, мінімізуючи вплив суб'єктивного фактора на остаточні висновки. Математичні, зокрема, функціональні моделі окремих елементів або процесів, які відбуваються в системі, також можуть бути складовими МКО.

Локальне оцінювання ЗТС. Дослідження стану об'єктів, з яких складається система, доцільно починати з підсистем найнижчого (базового) рівня. Для СС мережевого типу такими зазвичай є вузли, ребра та окремі потоки. Об'єкти базових підсистем називатимемо елементами. Елементи сис-

теми можуть мати складну структуру і поділятися на численні складові, стан яких описується набором характеристик. Ці характеристики оцінюються за певною сукупністю критеріїв та параметрів. Однак, зважаючи на мету дослідження, подавати їх як системи з тих або інших міркувань недоцільно. Це ж стосується і функцій, які реалізує елемент. Функції також описуються відповідним набором характеристик та оцінюються за сукупністю критеріїв та параметрів. Зрозуміло, що оцінювання кожного об'єкта передбачає насамперед оцінку його стану, а потім якості реалізації покладених на нього функцій, які прямо чи опосередковано від цього стану залежать. Оцінки, сформовані для елементів та функцій, які вони реалізують, а також для складових та їхніх характеристик, називатимемо локальними.

Нехай $f(x)$, $x \in [0, X]$, – одна з характеристик, яка описує стан елемента системи, $F[0, X]$ – область її допустимих значень, $\{F_i[0, X]\}_{i=3}^5$ – підобласті $F[0, X]$, які визначають основну позитивну цілочисельну бальну оцінку $e(f)$. Тобто оцінка $e(f) = i$ для $i = 3, 4, 5$, якщо $f \in F_i[0, X]$, та $e(f) = 2$, якщо $f \notin F[0, X]$. Уточнена бальна оцінка будується так: $E(f) = e(f) + \left\| 1 - P_{F_i}(f) / v_i \right\|_V$, якщо $e(f)$ дорівнює 3 або 4, і $E(f) = 5$, якщо $e(f) = 5$. Тут $P_{F_i}(f)$ – проекція на підобласть $F_i[0, X]$ значень характеристики $f(x)$, основна бальна оцінка якої дорівнює i , v_i – нормуючий коефіцієнт, $\|\cdot\|_V$ – норма функціонального простору V . Наприклад [15, 17], для $C_0[0, X]$ $v_i = \max_{x \in F_i[0, X]} f(x) - \min_{x \in F_i[0, X]} f(x)$, а у разі $L_2[0, X]$ v_i є пропорційним до площі підобласті $F_i[0, X]$, $i = 3, 4, 5$, тощо.

Прогностичне оцінювання ЗТС. Кожна реальна система еволюціонує у часі, тобто її оцінювання виключно з огляду на вимоги сьогодення може бути недостатнім. У зв'язку з цим МКО містить засоби аналізу відповідності СС до прогнозованих вимог на коротко- та довгострокову перспективу. Отже оцінювання – це не лише встановлення негативних висновків або відстеження «слабких» елементів на момент дослідження, але й прогноз подальшої поведінки об'єктів системи. Прогностичний аналіз оцінок дає можливість визначити характер, спрямованість та швидкість зміни стану системи та дозволяє передбачати потенційні ризики, матеріальні та фінансові витрати, необхідні для їх усунення або вчасної профілактики. Пропонована МКО дозволяє відстежувати процеси, які відбуваються в СС на рівні зміни стану, якості функціонування та взаємодії її об'єктів. Стосовно залізниці це означає готовність її структурних елементів до обслуговування сезонних змін у пасажиро- та вантажо потоках або до радикальної модернізації окремих підсистем, якої потребує, наприклад, запровадження швидкісного руху поїздів.

Нехай $\{E(t_j)\}_{j=1}^M$, $M \geq 2$, – передісторія оцінок характеристики елемента ЗТС, одержаних під час здійснення послідовності планових оглядів в моменти часу $\{t_j\}_{j=1}^M$, $\mathbf{\Pi}(t) = \{\varphi_j(t)\}_{j=1}^M$ – система базисних функцій. Тоді прогнозоване значення оцінки $E(t_{M+1})$ в момент часу t_{M+1} , наприклад, наступного планового огляду, одержується із співвідношення $E(t_{M+1}) = \langle \mathbf{A}, \mathbf{\Pi}(t_{M+1}) \rangle_{R^M}$, в якому вектор коефіцієнтів $\mathbf{A} = \{a_j\}_{j=1}^M$ визначається з умови $\langle \mathbf{A}, \mathbf{\Pi}(t_k) \rangle_{R^M} = E(t_k)$, $k = \overline{1, M}$, де $\langle \cdot, \cdot \rangle_{R^M}$ – скалярний добуток в евклідовому просторі R^M . Експериментально встановлено [12], що оцінка стану об'єктів ЗТС поводить відповідно до експоненційного закону, а це і визначає вибір системи $\mathbf{\Pi}(t)$. Прогностичний аналіз передбачає не лише прогнозування оцінок, але й прогнозування поведінки характеристик елементів ЗТС [15, 17]. Звідси стає зрозумілим ще один недолік цілочисельної шкали оцінок, яка не дає можливості адекватно їх прогнозувати навіть на короткострокову перспективу. Дійсно, передісторія однакових оцінок дає такий же самий прогноз, наприклад, «задовільно», що не дозволяє визначити інтервал, протягом якого стан об'єкта може перейти «поріг безпеки». Результати прогностичного оцінювання характеристик елемента можуть розглядатися, як складові локального.

Агреговане оцінювання ЗТС. Для узагальнення локальних оцінок, тобто одержання висновків про стан, якість функціонування та взаємодію об'єктів вищих рівнів (підсистем та СС загалом), МКО використовує засоби лінійної або нелінійної агрегації з урахуванням вагових коефіцієнтів, які відображають важливість окремих об'єктів у структурі системи та пріоритетність виконуваних функцій. Узагальнені оцінки всіх рівнів можуть бути як результатом зваженого усереднення, так і дорівнювати оцінці «найслабшого» об'єкта із сукупності оцінюваних. Оцінки другого типу використовуються у тих випадках, коли вихід з ладу одного з об'єктів підсистеми становить реальну загрозу для її функціонування загалом. Так, оцінюючи стан колії на міжстанційному перегоні, потрібно враховувати, що тріщина в одній з рейок або просідання унаслідок підмиву земляного полотна на невеликій ділянці може призвести до залізничної аварії (як приклад можна навести сходження з рейок 16 вагонів вантажного поїзда поблизу станції Клепарів на Львівщині у 2006 р.).

Нехай $\{S_i\}_{i=1}^N$ – множина елементів, які утворюють базову підсистему \mathbf{S} , $\mathbf{R}_S = \{\rho_{S_i}\}_{i=1}^N$ – вектор вагових коефіцієнтів, які визначають їх пріоритетність у структурі \mathbf{S} , і $\mathbf{E}_S = \{e_{S_i}\}_{i=1}^N$ – набір оцінок елементів, одержаних унаслідок локального аналізу їхнього стану. Тоді лінійна агрегована оцінка \mathbf{S} визначається за допомогою агрегуючої функції $E = \langle \mathbf{R}_S, \mathbf{E}_S \rangle_{R^N} / \langle \mathbf{R}_S, \mathbf{1} \rangle_{R^N}$, де $\mathbf{1} = \{1\}_{i=1}^N$. Оцінка за «найслабшим» елементом визначається співвідношенням $E = \min_{1 \leq i \leq N} \{e_{S_i}\}$. Аналогічно будуються

узагальнені оцінки на всіх рівнях структуризації ЗТС [15, 17]. На вищих рівнях узагальнення МКО дає можливість зробити об'єктивний висновок про стан та ефективність функціонування системи або основних її підсистем та оцінити необхідні дії, матеріальні та фінансові витрати з модернізації та оптимізації роботи. На локальному рівні таке оцінювання дозволяє визначити конкретні елементи та їх складові, які потрібно удосконалити.

Зрозуміло, що навіть відмінні стан та якість функціонування окремих об'єктів ЗТС зовсім не гарантують високої ефективності роботи підсистем або залізниці загалом. І навпаки, найоптимальніший графік руху не забезпечить високої ефективності процесу перевезень за незадовільного стану чи організації роботи складових ЗТС. На якість реалізації функцій елемента можуть суттєво впливати сторонні фактори, як внутрішні, так і зовнішні стосовно системи. Внутрішній вплив можна оцінити на рівні підсистем, які поєднують взаємодіючі елементи. Такий спосіб оцінювання називатимемо інтерактивним (від англ. “interaction” – взаємодія). Він дає можливість виявити окремі елементи, які функціонують незадовільно у виділеній підсистемі, без ретельного аналізу стану та якості функціонування всіх її елементів.

Можна навести чимало прикладів, коли незадовільний стан одного з об'єктів ЗТС негативно впливає на якість функціонування інших. Це може бути пов'язано із невідповідним станом окремих ділянок колії, недостатньою пропускну здатністю станцій чи низькою кваліфікацією працівників, які знижують ефективність їх роботи, чутливим до незначних затримок графіком руху тощо. Тобто, як і в кожній СС, в ЗТС схожі наслідки можуть спричинити різні чинники. Виявлення реальної причини є предметом багаточинникового аналізу, об'єктивні дані для проведення якого можуть надати результати оцінювання взаємодії базових підсистем ЗТС, які розташовані на лінії.

Загалом лише у поєднанні запропоновані методи оцінювання дають достатньо повну та адекватну картину якості ЗТС. Дійсно, навіть високі локальні оцінки не гарантують якісної взаємодії елементів, у налагодженій організації можуть виникати збої від виходу з ладу спрацьованих об'єктів залізничного транспорту, задовільний стан об'єктів на момент поточного огляду зовсім не означає, що він залишиться таким самим до наступного. Величезна кількість інформації про окремі елементи ЗТС без відповідного узагальнення непридатна для оперативного аналізу та своєчасного реагування на виявлені недоліки.

Висновки. У роботі запропонована методика комплексного оцінювання ЗТС, складовими якої є методи локального, прогностичного та агрегованого аналізу стану, якості функціонування та взаємодії основних об'єктів системи. Описано структурну схему СС та показано, що МКО є відкритим середовищем, яке постійно розвивається, вдосконалюється та поповнюється новими елементами, методами, функціональними та іншими моделями, які у поєднанні збільшують повноту та цілісність уявлення про стан, якість функціонування та взаємодію об'єктів досліджуваної системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт Укрзалізниці. – Режим доступу: <http://www.uz.gov.ua>.
2. Сонько С. П., Віннік Н. В., Голубкіна О. М. та ін. Надзвичайні ситуації та цивільний захист населення. – Львів: Магнолія, 2009. – 232 с.
3. Яновський П. О. Оцінка якості транспортних послуг на Україні // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 5. – С. 22-23.
4. Катастрофи на залізницях. – Режим доступу: <http://mns.ucoz.ua/publ/3-1-0-80>.
5. Поліщук Д. О., Поліщук О. Д., Яджак М. С. Порівняння методів оцінювання складних систем // Відбір і обробка інформації. – 2010. – Вип. 32(108). – С. 110-118.
6. Аккерман Г. Л. и др. Оценка состояния железнодородного пути // Транспорт Урала. – 2006. – № 4. – С. 37-47.
7. Апатцев В. И., Подорожжина А. В. Оценка технологической устойчивости функционирования грузовых станций // Наука и техника транспорта. – 2007. – № 1. – С. 8-13.
8. Елисеев С. Ю. и др. О повышении достоверности оценок эффективности автоматизации управления перевозками // Транспорт: наука, техника, управление. – 2006. – № 1. – С. 11-18.
9. Joch M., Jussel D., Maicz D. Infrastruktur – Autonome Trassierungserfassung mit Low-Cost-Systemen // ZEVrail Glasers Annalen. – 2003. – V. 127, № 6. – P. 280-285.

10. Курган М. Б., Корженевич І. П. Впровадження швидкісного руху поїздів в Україні // Залізничний транспорт України. – 2005. – № 2. – С. 45-51.
11. Lichtberger В. W. Kostensenkung durch Qualitätsvorrat in der Fahrweginstandhaltung // Eisenbahningenieur. – 1999. – № 1. – Р. 39–42.
12. Вейт П. Прогнозирование изменения состояния верхнего строения пути // Железные дороги мира. – 2006. – № 3. – С. 72-77.
13. Бусленко Н. П., Калашников В. В., Коваленко И. Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973. – 441 с.
14. Бакаев А. А. и др. Международные транспортные коридоры Украины: сети и моделирование. Том 1. Наземные виды транспорта. – К.: КУЭТТ, 2003. – 516 с.
15. Поліщук Д. О. Модель локального оцінювання стану елементів колійного господарства Укрзалізниці // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені ак. В. Лазаряна. – 2012. – Вип. 41. – С. 158-166.
16. Крейнис З. Л., Коришнова Н. П. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути. – М.: УМК МПСР, 2001. – 768 с.
17. Поліщук Д. О. Модель локального оцінювання станційного господарства Укрзалізниці // Зб. наук. праць IV Конф. молодих учених із сучасних проблем механіки і математики ім. ак. Я. С. Підстригача. – Львів, 24-27 травня 2011 р. – С. 153-154.

РЕФЕРАТ

Яджак М.С., Поліщук О.Д., Поліщук Д.О. Дослідження стану та якості функціонування залізничної транспортної системи: І. Локальне, прогностичне та агреговане оцінювання. / Михайло Степанович Яджак, Олександр Дмитрович Поліщук, Дмитро Олександрович Поліщук // Вісник НТУ. – К.: НТУ, 2012. – Вип. 26.

Залізнична транспортна система України розглядається, як велика складна система, стан якої неперервно змінюється у часі. В рамках запропонованої методики комплексного оцінювання будується структурна схема Укрзалізниці та розглядаються методи локального, прогностичного та агрегованого аналізу стану та якості функціонування основних її об'єктів.

Протягом останнього десятиліття здійснюються реальні кроки у напрямку модернізації залізничної транспортної системи (ЗТС) України, зокрема, на основних магістралях вводиться швидкісний рух, оновлюється рухомий склад, проводиться ремонт колій, вокзалів, станційних споруд тощо. У той же час рівень спрацьованості рухомого складу становить понад 80 %, близько 40 % колій потребує заміни або перебуває в аварійному стані, майже половина відправлень прибуває у пункти призначення із затримкою, значна частина станційного господарства потребує реконструкції. Внаслідок цього кількість залізничних аварій в Україні подвоюється кожні десять років.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗАЛІЗНИЧНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА, ЛОКАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ, ПРОГНОСТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ, АГРЕГОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ.

ABSTRACT

Yadzhak M.S. Polishchuk O.D., D.O. Polishchuk. Study of the state and quality of functioning of the transport system zheleznodnorodzhnoy: I. Local, prognostic and aggregated assessment. / Michael Yadzhak, Alexander Polishchuk, Dmitry Polishchuk // Bulletin of the National Transport University - K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

Railway transport system of Ukraine is seen as a big complex system, whose state is constantly changing over time. As part of a comprehensive assessment of the proposed method is based block diagram of Ukrainian railways and considered methods of local, prognostic and aggregated analysis of the functioning and the quality of its basic facilities.

During the last decade made real steps towards modernization railroad transport system of Ukraine, in particular, on the main highways introduced high-speed traffic, updated rolling stock under renovation ways, stations, station facilities. At the same time, the level of wear of the rolling stock is more than 80%, 40% some tracks requires replacement, or is in bad condition, almost half the items arrive at your destination with a delay, most of the station management requires reconstruction. As a result, the number of rail accidents in Ukraine has doubled every ten years.

KEY WORDS: RAIL TRANSPORT SYSTEM, LOCAL ASSESSMENTS, PROGNOSTIC ASSESSMENT, AGGREGATE MEASURES.

РЕФЕРАТ

Яджак М.С., Поліщук О.Д., Поліщук Д.О. Исследование состояния и качества функционирования железнодорожной транспортной системы: И. Локальное, прогностическое и

агрегированное оценивания. / Михаил Степанович Яджак, Александр Дмитриевич Полищук, Дмитрий Александрович Полищук // Вестник НТУ. - К.: НТУ, 2012. - Вып. 26.

Железнодорожная транспортная система Украины рассматривается как большая сложная система, состояние которой непрерывно изменяется во времени. В рамках предлагаемой методики комплексной оценки строится структурная схема Укрзалізнички и рассматриваются методы локального, прогностического и агрегированного анализа состояния и качества функционирования основных ее объектов.

В течение последнего десятилетия осуществляются реальные шаги в направлении модернизации лизничной транспортной системы Украины, в частности, на основных магистралях вводится скоростное движение, обновляется подвижной состав, проводится ремонт путей, вокзалов, станционных сооружений. В то же время уровень износа подвижного состава составляет более 80%, близко 40% колій требует замены или находится в аварийном состоянии, почти половина отправлений прибудет в пункты назначения с задержкой, большая часть станционного хозяйства требует реконструкции. Вследствие этого количество железнодорожных аварий в Украине удваивается каждые десять лет.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА, ЛОКАЛЬНОЕ ОЦЕНКИ, ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ОЦЕНКИ, АГРЕГИРОВАННЫЕ ОЦЕНКИ.

УДК 656.13.08

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ПІДХОДАХ ДО ЗНАЧНИХ ТА НАЙЗНАЧНІШИХ МІСТ

Янішевський С.В., кандидат технічних наук
Корчевський А.О.

Постановка проблеми.

Згідно класифікації[1], на даний час в Україні до категорії значних та найзначніших міст (ЗНМ) відносяться 7 міст (див. табл.1).

Значні та найзначніші міста України[2]

Таблиця 1

Місто	Чисельність населення, тис. чол. (2012)	Територія, км ²	Міста-супутники з населенням не менш ніж 10 тис. жителів
Київ	2814,3	839	Боярка, Бориспіль, Бровари, Буча, Васильків, Ворзель, Глеваха, Ірпінь, Немішаєве, Українка, Чабани, Щасливе
Харків	1441,4	306	Чугуїв, Люботин.
Одеса	1008,2	139	Білгород-Дністровський, Іллічівськ, Теплодар, Южне.
Дніпропетровськ	999,6	397	Дніпродзержинськ, Новомосковськ, Вільногірськ, Синельникове.
Донецьк	955,0	571	<u>Донецьк</u> , <u>Макіївка</u> , <u>Харцизьк</u> , <u>Авдіївка</u> , <u>Ясинувата</u> , <u>Докучаєвськ</u> , <u>Вугледар</u> .
Запоріжжя	772,6	236	-
Львів	729,8	171	Винники, Городок, Миколаїв, Новий Роздол, Яворів.
Кривий Ріг	660,2	422	Жовті Води, Інгулець

Інтенсивна автомобілізація в країні за останні 10 років (див. рис.1), а також посилення взаємозв'язків ЗНМ з приміською територією та містами-супутниками призвели до виникнення значних транспортних потоків (ТП) на ділянках підходу до таких міст.