

УДК 656.26

М.Д. Кацман¹, В.К. Мироненко², В.І. Мацюк²¹ Південно-Західна залізниця, Київ² Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕАГУВАННЯМ НА ЗАЛІЗНИЧНІ НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

У статті розглянута необхідність створення ситуаційних центрів ієрархічної структури управління залізничним транспортом для підвищення ефективності управління силами і засобами залізничної функціональної підсистеми реагування на надзвичайні ситуації. Обґрунтована методика визначення доцільності передавання управлінських функцій певному ситуаційному центру, запропонована структура та розглянуті основні функції модулів такого центру.

Ключові слова: сіткове планування, мережецентричне управління, залізнична надзвичайна ситуація.

Вступ

Підготовка, прийняття та реалізація управлінських рішень щодо здійснення організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення скоординованих дій структурних підрозділів функціональної підсистеми «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті» з метою ліквідування наслідків надзвичайних ситуацій у можливо короткий термін є головним завданням оперативних штабів.

Оперативні штаби Укрзалізниці, об'єднують державних підприємств, дирекцій залізничних перевезень, установ організацій та структурних підрозділів створюються для безпосереднього керівництва, у межах своєї компетенції, діяльністю сил і засобів функціональної підсистеми щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій [1].

Нині пункти керування залізничним транспортом, по суті, є відповідними ситуаційними центрами керівництва реагуванням на надзвичайні ситуації і являють собою ієрархічну систему, що відображає структуру управління залізничним транспортом. Найвищим пунктом (першим рівнем) управління є центр управління ПАТ «Українська залізниця» (потенційно – це майбутній головний ситуаційний центр), другий рівень управління процесами реагування на надзвичайні ситуації складають існуючі пункти диспетчерського управління регіональних філій залізниць, до третього рівня управління відносяться пункти управління дирекцій залізниць, які безпосередньо керують підрозділами залізничного транспорту, що входять до складу функціональної підсистеми реагування на надзвичайні ситуації (виконавці). На всіх пунктах управління у разі надзвичайних ситуацій створюються оперативні штаби. Оперативний штаб рівня дирекції залізниці, як правило, розташовується на місці транспортної події у відновному поїзді (мобільний пункт управління).

Структура ієрархічної системи управління на надзвичайні ситуації подана на рис. 1.

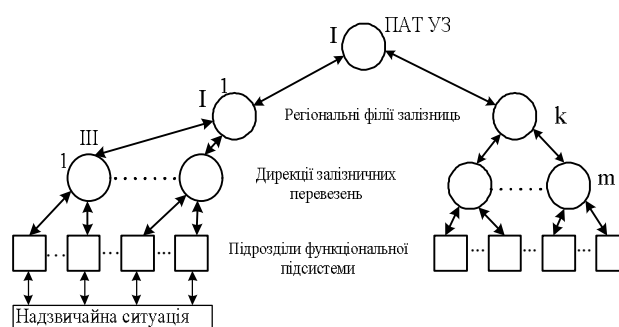


Рис. 1. Структура ієрархічної системи управління реагуванням на надзвичайні ситуації ПАТ «Українська залізниця»

У попередніх роботах [3, 4] було доведено, що небезпечні залізничні надзвичайні ситуації, які спричинені транспортними подіями, характеризуються різкою короточасною зміною параметрів внутрішніх і зовнішніх процесів розвитку таких ситуацій та станів елементів транспортної системи, що призводять чи можуть призвести до негативного впливу на рухомий склад, вантаж, об'єкти інфраструктури залізниці, загибелі (травмування) людей, тварин і рослин, значних матеріальних втрат та шкоди довкіллю.

Надзвичайна залізнична ситуація являє собою наслідок дій сукупності певної кількості факторів і умов (технічних, природних тощо), які сприяють чи протидіють виконанню заходів структурними підрозділами функціональної підсистеми щодо реалізації планів дій. Ці плани дій спеціальних підрозділів уточнюються в умовах конкретного виду та рівня надзвичайної ситуації для надання невідкладної допомоги потерпілим, захисту персоналу, зменшення матеріальних витрат та шкоди навколишньому природному середовищу і відновлення нормального функціонування залізничного транспорту.

Особливо небезпечним є надзвичайні ситуації, які пов'язані з пожежами (вибухами) цистерн з легкозаймистими горючими рідинами та зрідженими (розчиненими під тиском) вуглеводними газами, а також із розливанням (викиданням) горючих рідин і сильнодіючих речовин. Дії різнорідних за призначенням підрозділів функціональної підсистеми залізничного транспорту щодо локалізації небезпечних ситуацій та ліквідації їх наслідків визначаються значною складністю, яка обумовлена впливом різнохарактерних небезпечних факторів таких ситуацій на людей, техніку і довкілля, а також складністю організації управління цими підрозділами в складних умовах їхньої роботи. Для оцінювання обстановки, яка склалася в результаті виникнення і розвитку надзвичайної ситуації, необхідно мати велику кількість інформації про характер розвитку надзвичайної ситуації у часі та просторі, стан спеціальних підрозділів та результати їх дій, забезпеченість матеріально-технічними засобами, засобами індивідуального захисту тощо, причому ця кількість інформації безперервно зростає разом з розвитком ситуації. Для мінімізації наслідків надзвичайної ситуації в умовах стрімкого зростання інфор-

маційних потоків і дефіциту часу повстає необхідність у створенні чітко побудованої системи оперативного інформаційно-аналітичного забезпечення аналізу обстановки, вироблення та прийняття рішень щодо управління реагуванням на надзвичайні ситуації з широким застосуванням сучасної обчислювальної техніки, інформаційних технологій та систем підтримки прийняття рішень.

Нині в практику управління складними динамічними багатоланковими системами ввійшли управлінські системи типу ситуаційних центрів (СЦ). Назва «ситуаційний центр» у залежності від галузі застосування трансформується у назви «Ситуаційний центр або кімната» (situation room), «Центр командування і управління» (command and control center), «кризовий центр» (crisis center), «надзвичайний центр» (emergency center), «залу порад» (corporate boardroom, conference room). При цьому під центром розуміється не лише спеціально обладнане приміщення але й відповідні інформаційні, телекомунікаційні, програмні та методичні засоби, що забезпечують процес доставки, агрегації інформації з метою вироблення відповідного рішення (рис. 2).

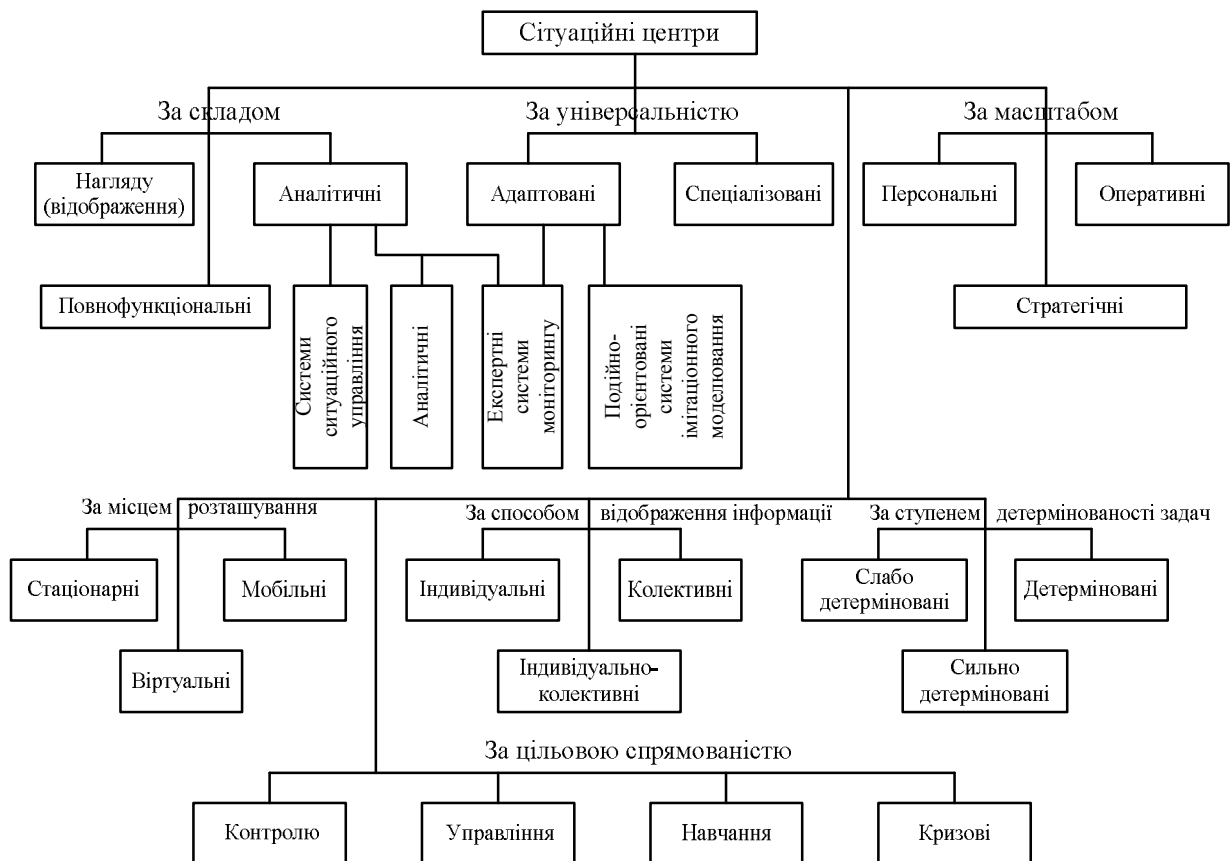


Рис. 2. Класифікація ситуаційних центрів

Основна частина

З метою визначення умов здійснення ефективного управління підрозділами функціональної підсистеми у триланковій ієрархічній структурі заліз-

ничного транспорту з раціональним розподілом обсягів інформації між ланками управління, часу ефективної дії командної інформації (наказів, розпоряджень) та потрібної продуктивності ланок управління щодо оброблення інформації необхідно

встановити критерії передачі управління реагування на надзвичайну ситуацію з рівня на рівень ієрархічної структури. За умови, що для проведення робіт з реагування на надзвичайну ситуацію, керівництво нижнього рівня (дирекції залізниці) має достатню кількість спеціальних підрозділів (U_{RC}), залучення підрозділів сторонніх організацій не потрібне (\bar{U}_{OA}) та є необхідність у змінах в організації перевізного процесу тільки у межах дирекції (не виходячи за її межі), управління проведенням необхідних заходів покладається на керівництво дирекції залізниці з відповідного пункту управління.

Продукційне правило такої ситуації управління має (MS_1) вираз:

$$MS_1 : [(U_{RS} \wedge \bar{U}_{OA} \wedge CT_R) \rightarrow CL_{III}]. \quad (1)$$

Якщо для проведення ліквідаційних робіт необхідне залучення тільки спеціальних підрозділів залізниці, при необхідності проведення змін в організації перевізного процесу в межах залізниці, чи коли в ситуації MS_1 необхідні зміни в організації перевізного процесу в межах більш ніж однієї дирекції залізниці, то управління реагуванням на надзвичайну ситуацію здійснюється з пункту управління залізниці. Продукційне правило цієї ситуації управління (MS_2) визначається виразом:

$$MS_2 : [(U_{RC} \wedge \bar{U}_{OA} \wedge CT_R) \wedge (\bigwedge_{i=1}^q U_i \wedge \bar{U}_{OA} \wedge CT_R)] \rightarrow CL_{II}, \quad (2)$$

де $\bigwedge_{i=1}^q U_i$ – кількість спеціальних підрозділів дирекцій залізниці, які залучаються до проведення робіт.

При необхідності залучення підрозділів сторонніх організацій продукційне правило ситуації управління (MS_{21}) має вигляд:

$$MS_{21} : [(U_{RS} \wedge U_{OA} \wedge CT_R) \vee (U_{RS} \wedge \bar{U}_{OA} \wedge CT_R) \vee (\bigwedge_{i=1}^q U_i \wedge U_{OA} \wedge CT_R)] \rightarrow CL_{OA1}, \quad (3)$$

яке визначає, що при залученні сторонніх підрозділів до процесу управління залучаються представники організацій, що приймають участь у проведенні заходів з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

За умови, що для проведення заходів з локалізації надзвичайної ситуації та ліквідації її наслідків залучаються спеціальні підрозділи кількох залізниць та необхідні зміни в організації перевезень в межах усієї мережі залізничного транспорту або при проведенні робіт підрозділами залізниці необхідні такі зміни у перевізному процесі, управління проведенням заходів бере на себе пункт управління ПАТ «Українські залізниці».

Продукційне правило ситуації управління (MS_3) визначається співвідношенням:

$$MS_3 : [(U_{R} \wedge \bar{U}_{OA} \wedge CT_{RN}) \vee (\bigwedge_{j=1}^m U_j \wedge \bar{U}_{OA} \wedge CT_{RN})] \rightarrow CL_I, \quad (4)$$

де $\bigwedge_{j=1}^m U_j$ – кількість спеціальних підрозділів залізниць, які залучаються до проведення робіт.

При необхідності залучення підрозділів інших міністерств і відомств, до процесу управління залучаються їх фахівці (ситуація управління (MS_{31})).

Умови ситуації управління MS_{31} визначаються за допомогою продукційного правила:

$$MS_{31} : [(U_{R} \wedge U_{OA} \wedge CT_{RN}) \vee (\bigwedge_{j=1}^m U_j \wedge U_{OA} \wedge CT_{RN})] \rightarrow CL_{OA1}, \quad (5)$$

Що дають наведені приклади формулювання продукційних правил? Вони дають науково-методичну основу не тільки для формального опису ситуації, що потребує управління, але й для визначення необхідного та достатнього рівня управління в цій ситуації. Це забезпечує синергетичний ефект від запровадження принципу мережецентричного управління, адже при цьому в одному пункті управління концентруються усі необхідні повноваження та види ресурсів.

Оцінювання обстановки, різнохарактерне планування заходів, необхідних для реагування на надзвичайні ситуації, доведення прийнятих рішень до виконавців, контролювання процесів виконання таких рішень та вироблення необхідних корегувальних заходів здійснюється керівниками всіх ланок управління, які правило, в умовах дефіциту часу. Це відбувається зазвичай в умовах невизначеності інформації про обставини транспортної події, наявності загрози людям, об'єктам, пасажирським і вантажним поїздам, при цьому особа, що приймає рішення (ОПР) може знаходитися в стані стресу, крім того, виконання рішення утруднюється чинниками, що властиві залізничному транспорту (наявність контактної мережі, незадовільні умови під'їзду на місцевості тощо). Тому у склад ситуаційних центрів пунктів управління повинні входити достатньо продуктивні комплекси засобів автоматизації аналізу інформації з метою оперативного та об'єктивного оцінювання обстановки, яка склалася, розв'язування інформаційно-розрахункових завдань щодо прогнозування розвитку надзвичайної ситуації, вироблення планів дій спеціальних підрозділів для її ліквідації, проведення заходів із всебічного забезпечення таких дій, а також автоматизовані робочі місця оперативного штабу, робочі місця фахівців залізниці та фахівців інших організацій, які залучаються до проведення локалізаційних та ліквідаційних робіт.

На рис. 3 наведений варіант комплексу автоматизації ситуаційного центру пункту управління. Основу комплексу управління складає система підтримки прийняття рішень керівників оперативного штабу і гасіння пожежі (у випадку, коли надзвичайна ситуація супроводжується пожежею).

Інформація про надзвичайну ситуацію, стани підрозділів, результати їх дій по телефонним каналах зв'язку надходять до модулю збирання та оброблення вербальної інформації, де перетворюються у цифрову інформацію і далі надходять до системи підтримки прийняття рішень (СППР). Дані з автоматизованої системи вантажних перевезень залізничного транспорту (АСК ВП УЗ-Є) через

корпоративну локальну мережу залізничного транспорту (Intranet) і модуль збирання та оброблення комп'ютерної інформації надходять до СППР, де аналізується. Дані первинного повідомлення про транспортну подію надходять для аналізу до СППР через відповідні модулі. При необхідності ці дані уточнюються за прийнятим на залізничному транспорті порядком.

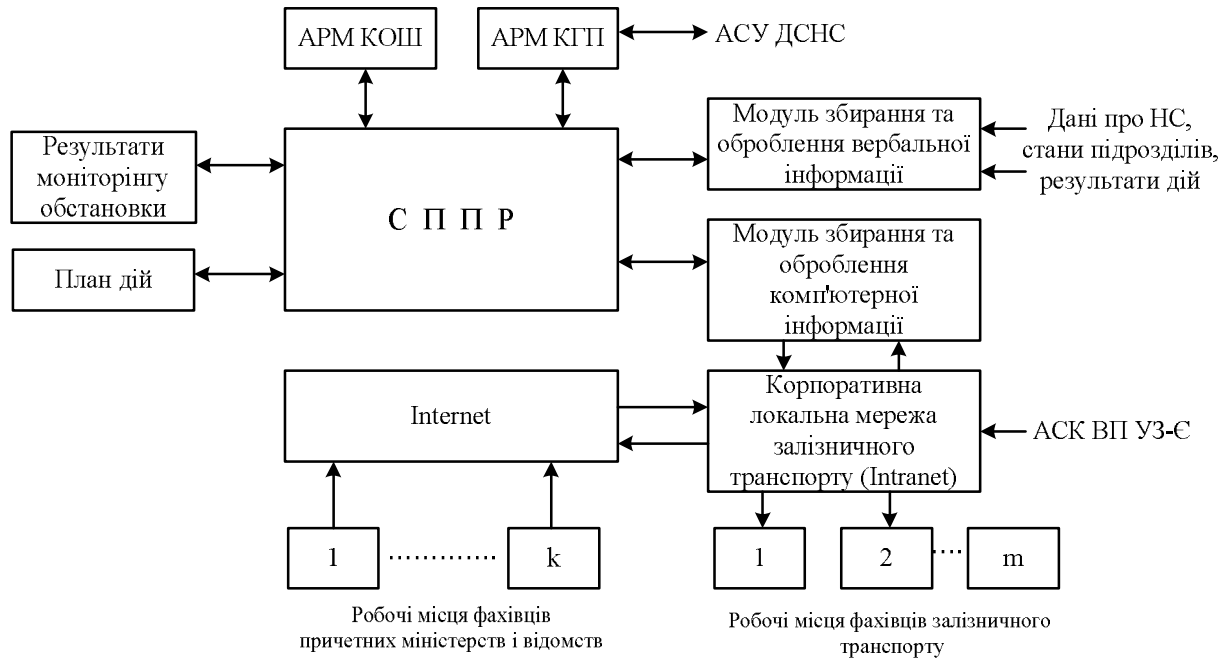


Рис. 3. Варіант комплексу автоматизації ситуаційного центру

Робочі місця фахівців залізничного транспорту, які під'єднані до Intranet, через відповідний модуль мають доступ до СППР. Такі робочі місця можуть безпосередньо знаходитися у ситуаційному центрі чи працювати з ним дистанційно. Автоматизовані робочі місця (АРМи) керівника оперативного штабу і керівника гасіння пожежі під'єднані до СППР. Робочі місця фахівців причетних організацій мають доступ до СППР через Internet, Intranet і відповідний модуль. Такі робочі місця мають доступ до АСУ відповідних міністерств і відомств.

Якщо надзвичайна ситуація не супроводжується пожежею (вибухом небезпечного вантажу), то оцінюється обстановка, яка пов'язана зі сходом рухомого складу з рейок, руйнуванням і пошкодженням вагонів, локомотивів, елементів верхньої будови колії, контактної мережі, сигналізації і зв'язку тощо, просипанням, розливанням або розкиданням небезпечного вантажу. При чому здійснюється обмін необхідною інформацією про ступінь ушкодження цих об'єктів і рухомого складу, шкоди довіллію, кількість постраждалих тощо.

На підставі отриманої інформації СППР здійснює моделювання динаміки розвитку надзвичайної ситуації, визначаються перелік і місцезнаходження її небезпечних зонах рухомого складу і об'єктів

інфраструктури з різними ступенями ушкодження з перебуванням і без перебування людей, характером сходження з рейок аварійного рухомого складу і ушкодження вантажу.

На підставі даних моделювання визначається необхідна кількість ліквідаційних підрозділів та успішність їх дій з урахуванням необхідного часу зосередження на місці транспортної події та продуктивності засобів проведення робіт.

З урахуванням вибраних критеріїв здійснюється інтерактивна процедура вибору варіанту рішення, яке може змінюватися за рахунок отримання нових даних про ситуацію

За умови, що надзвичайна ситуація супроводжується пожежею небезпечного вантажу, оцінювання пожежної обстановки здійснюється керівником гасіння пожежі (КГП) за допомогою відповідного АРМу. Детально дії КГП розглянуті в [5, 6].

У відповідності з прийнятим керівником оперативного штабу (КОШ) рішенням здійснюється планування заходів реагування на надзвичайну ситуацію по горизонталі та вертикалі. Сіткові графіки проведення операцій (робіт) доводяться до виконавців у вигляді наказів (розпоряджень).

На підставі інформації виконавців відслідковується ступінь відповідності результатів дій підрозді-

лів планам дій. У разі необхідності вносяться необхідні корективи.

При виборі альтернатив керівнику оперативного штабу необхідно враховувати велику кількість суперечних вимог, тобто оцінювати варіанти рішень за багатьма критеріями. Суперечність вимог, неоднозначність оцінювання ситуацій, помилки у виборі пріоритетів дуже ускладнює прийняття рішень. Більшість задач реагування на надзвичайні ситуації є багатокритеріальними у зв'язку з чим йому необхідно враховувати велику кількість сил, впливів, інтересів і наслідків, які характеризують варіанти рішень. Все це обумовлює застосування нового плану обчислювальних систем – системи підтримки прийняття рішень.

Використанню СППР і визначенню їх функціонального призначення присвячена достатня кількість наукових робіт вітчизняних та закордонних фахівців з різних галузей науки і техніки. Існують різні визначення СППР. Так у роботі [7] СППР визначається як сукупність процедур для оброблення даних і суджень на основі моделей з метою надання допомоги керівнику у прийнятті рішень.

Висновки

1. Встановлено, що можливості функціональної підсистеми «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті» можуть бути суттєво збільшені завдяки управлінню ними з відповідних ситуаційних центрів на основі мережецентричного принципу.

2. Наведено приклади застосування формальних продукційних правил для визначення обґрунтованого в конкретній ситуації ієрархічного рівня пункту управління реагуванням на залізничну надзвичайну ситуацію з урахуванням її масштабів та необхідних сил та засобів.

3. Обґрунтовано методику визначення доцільності передачі функцій прийняття рішень на відпо-

відний рівень управління, запропоновано структуру та функції ситуаційного центру управління локалізацією залізничної надзвичайної ситуації та ліквідацією її наслідків.

Список літератури

1. Положення про функціональну підсистему «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті» Міністерства транспорту та зв'язку України щодо запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру. Наказ МТЗУ від 08.12.2008 № 1486. К.: МТЗУ, 2008. – 34 с.
2. Кацман М.Д., Типові аварійні ситуації з небезпечними вантажами та їх вплив на рухомий склад, об'єкти залізниць і навколишнє природне середовище / М.Д. Кацман, М.І. Адаменко, Ю.О. Куліш // Матеріали IV МНПК «Маркетинг і логістика в системі менеджменту пасажирських перевезень на залізничному транспорті», 23-25.09.2014, Одеса. – С. 129-132.
3. Математична модель станів та надійності залізничної транспортної системи при перевезенні небезпечних вантажів / В.К. Мироненко, М.Д. Кацман, М.М. Горбаха, В.І. Мацюк. // Системи обробки інформації. – Х. : ХУПС, 2015. – Вип. 9 (134). – С. 161-167.
4. Кацман М.Д. Математичні моделі екологічно небезпечних транспортних подій // Системи обробки інформації / М.Д. Кацман, В.К. Мироненко, В.І. Мацюк. – Харків : ХУПС, – 2015. – Вип. 3 (128). – С. 125-131.
5. Юхимчук С.В. Система підтримки прийняття рішень керівників ліквідації аварії і пожежі небезпечних вантажів / С.В. Юхимчук, М.Д. Кацман // Матеріали МНТК «Автоматизація: проблеми, ідеї, рішення». – Севастополь, 2007. – С. 241-243.
6. Юхимчук С.В. Моделі автоматизації вироблення рекомендацій керівнику гасіння пожежі на залізничному транспорті: Монографія // С.В. Юхимчук, М.Д. Кацман. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 144 с.
7. Gorry G.A.A Framework for Management Information Systems / G.A. Gorry, M.S. Scott Morton // Sloan Management Review. – 1971. – 13, № 1. – P. 55-70.

Надійшла до редколегії 22.02.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕАГИРОВАНИЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

М.Д. Кацман, В.К. Мироненко, В.И. Мацюк

В статье рассмотрена необходимость создания ситуационных центров иерархической структуры управления железнодорожным транспортом для повышения эффективности управления силами и средствами железнодорожной функциональной подсистемы реагирования на чрезвычайные ситуации. Обоснована методика определения целесообразности передачи управленческих функций определенному ситуационному центру, предложена структура и рассмотрены основные функции модулей такого центра.

Ключевые слова: сетевое планирование, сетецентрическое управление, железнодорожная чрезвычайная ситуация.

SYSTEM OF SUPPORT OF MAKING A DECISION NETWORK-CENTRIC MANAGEMENT REACTING ON RAILWAY EXTRAORDINARY SITUATIONS

M.D. Kacman, V.K. Mironenko, V.I. Macyuk

In the article the necessity of creation of situational centers of hierarchical structure of management a railway transport is considered for the increase of efficiency of management forces and facilities of railway functional subsystem of reacting on extraordinary situations. The method of determination of expedience of passing to of administrative functions the certain situational center is grounded, a structure is offered and the basic functions of the modules of such center are considered.

Keywords: network planning, network-centric management, rail emergency.