

**Струбицький Павло Романович** – кандидат технічних наук, Тернопільський національний економічний університет, доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики; майдан Перемоги, 3, м. Тернопіль, 46000; тел.: (035) 252-46-43; e-mail: [p.r.strubytsky@gmail.com](mailto:p.r.strubytsky@gmail.com).

**Струбицкий Павел Романович** – кандидат технических наук, Тернопольский национальный экономический университет, доцент кафедры экономической кибернетики и информатики; ул. Львовская, 11, г. Тернополь, Украина, 46009; тел.: (035) 252-46-43; e-mail: [p.r.strubytsky@gmail.com](mailto:p.r.strubytsky@gmail.com).

**Srtubytsky Pavlo** – candidate of technical sciences, associate professor, Ternopil National Economic University; Lvivska str., 11, Ternopil, 46009; tel.: (035) 252-46-43; e-mail: [p.r.strubytsky@gmail.com](mailto:p.r.strubytsky@gmail.com).

**Струбицька Ірина Павлівна** – кандидат технічних наук, Тернопільський національний економічний університет, доцент кафедри комп'ютерних наук; вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, Україна, 46009; тел.: (035) 252-46-43; e-mail: [iryna.str@gmail.com](mailto:iryna.str@gmail.com).

**Струбицкая Ирина Павловна** – кандидат технических наук, Тернопольский национальный экономический университет, доцент кафедры компьютерных наук; ул. Львовская, 11, г. Тернополь, Украина, 46009; тел.: (035) 252-46-43; e-mail: [iryna.str@gmail.com](mailto:iryna.str@gmail.com).

**Srtubytska Iryna** – candidate of technical sciences, associate professor, Ternopil National Economic University; Lvivska str., 11, Ternopil, 46009; tel.: (035) 252-46-43; e-mail: [iryna.str@gmail.com](mailto:iryna.str@gmail.com).

УДК 005.311.2:004.94

**В. В. ТРЕЙТАК**

## ПРОЦЕСНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА В СЕРЕДОВИЩІ ІНТЕГРОВАНІХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Розглядається процесна модель технологічної підготовки виробництва з погляду реінжинірингу існуючих виробничих процесів на підприємстві, введення ключових показників діяльності в модель, яка розробляється з метою подальшого контролю ефективності системи технологічної підготовки виробництва в рамках моделювання за різними сценаріями. Представлено розроблені організаційні моделі технологічної підготовки виробництва. Результати досліджень можуть бути використані при розробці інформаційних систем та технологій автоматизації основних етапів життєвого циклу наукоємного виробу.

**Ключові слова:** технологічна підготовка виробництва, організаційна модель, імітаційне моделювання, управління виробничими процесами.

**Вступ.** На машинобудівних підприємствах багатонаменклатурного виробництва гостро стоїть питання про підвищення ефективності роботи виробничих відділів та служб, які задіяні в процесах технологічної підготовки виробництва (ТПВ). Основні шляхи підвищення цієї ефективності в теоретичних та прикладних наукових дослідженнях передбачають розробку нових методів та технологій інформаційної підтримки і інтеграції процесів життєвого циклу виробу.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** Не дивлячись на значні результати, які досягнуті розробниками та користувачами сучасних інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення, задача ефективного управління технологічною підготовкою виробництва не отримала завершення в науково-прикладному і практичному аспектах вирішення. Дана науково-практична задача обумовлена її складністю, причиною якої є відсутність формалізації і алгоритмізації процесів управління технологічною підготовкою виробництва. Аналіз сучасних робіт в області управління виробничими процесами на етапах життєвого циклу промислового виробу показує, що в даний час зусилля вчених зосереджені в основному на розробці методології інтеграції автоматизованих систем підприємства при вирішенні локальних задач автоматизації управління окремими процесами життєвого циклу виробів. Значних досягнень у цьому напрямку досягнуто закордонними розробниками, але на жаль, ці розробки не враховують специфіку процесів життєвого циклу виробу вітчизняних промислових підприємств, не мають ефективних ме-

ханізмів формалізації та алгоритмізації управління процесами технологічної підготовки виробництва. Так, у роботі [1] використано семантичне моделювання нормативно-довідкових даних для побудови MDM (Master Data Management) – систем управління даними. У працях [2-4] та їх учнів досліджено формалізацію певних взаємозв'язків даних інформаційних процесів ТПВ та оперативного управління виробництвом, побудовані теоретичні основи інтеграції цих процесів. Математичні моделі процесів прийняття оптимальних проектних та виробничих рішень на основі застосування 3D-моделей та цифрових технологій використані в працях [3, 5] та ін. На базі реалізації імітаційного моделювання доведена можливість отримання оптимальних виробничих рішень інструментальними засобами ERP-систем.

Аналіз стану досліджень з комплексної автоматизації та управління процесами як ТПВ, так і виробництва виробів сучасними високотехнологічними підприємствами дискретного типу (машинобудівного, авіаційного та ін.) в промислово розвинених країнах світу вказує на те, що в їх основу покладені відмінні від вітчизняних (та країн СНД) принципи, методи та технології. Основним показником процесів технологічної підготовки та виробництва є час, його планування та управління. Автоматизація управління процесами ТПВ в промислово розвинених країнах світу реалізується САРП-системами (Computer Aided Process Planning) через інтеграцію в CAD/CAM-, MES- та ERP-системах. Тому в сучасних умовах ефективно

© В. В. Трейтак. 2015

використовувати CAD/CAM/CAE-, PDM-, MES- та ERP-системи для прискорення та управління ТПВ в Україні майже неможливо.

**Ціль та задачі дослідження.** Метою роботи є дослідження та розробка засобів інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень на етапах технологічної підготовки виробництва.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Формалізація процесів прийняття управлінських рішень на етапах технологічної підготовки виробництва.
2. Розробити типову організаційну модель управління технологічною підготовкою виробництва.

#### Матеріали та методи розробки процесної моделі управління технологічною підготовкою виробництва.

В будь-якій динамічній системі, а саме такою є підсистема ТПВ в рамках економічної системи підприємства, протікає певна кількість процесів різного рівня. Таким чином, говорячи про динаміку в економічних та виробничих підсистемах розширених виробництвах, ми будемо говорити про процеси, які протікають в їх рамках. ТПВ як підсистема виробничого підприємства, також представляє собою систему пов'язаних процесів, які забезпечують розробку проектних, виробничих та планових даних [1-3].

Сучасні методи моделювання виробничих систем орієнтовані саме на процеси, в зв'язку з тим, що всі методи реінжинірингу побудовані саме на процесному підході. Процесний метод також розглядає декілька підходів в рамках визначених методологій моделювання: функціональний підхід та об'єктно-орієнтований [2].

Функціональний підхід в моделюванні процесів зводиться до побудови схеми процесів у вигляді послідовності операцій, з якими пов'язані матеріальні та інформаційні об'єкти, ресурси, які використовуються, організаційні одиниці і т.ін.

Об'єктно-орієнтований підхід передбачає виділення спочатку об'єктів, а потім лише дій, в яких вони приймають участь. Такій підхід дозволяє більш об'єктивно визначити операції над об'єктами та вирішити задачу про доцільність використання об'єктів з погляду їх ефективності.

Розвиток зазначених методологій моделювання призвів до появи CASE-засобів (Computer-Aided Software/System Engineering), які призначені для автоматизації різноманітних операцій з діаграмами, які описують функціонування складних систем. Найбільшу перспективу мають комплексні (інтегровані) методології моделювання систем і процесів, до яких належить ARIS-методологія, обрана в якості базової для побудови моделі ТПВ [3].

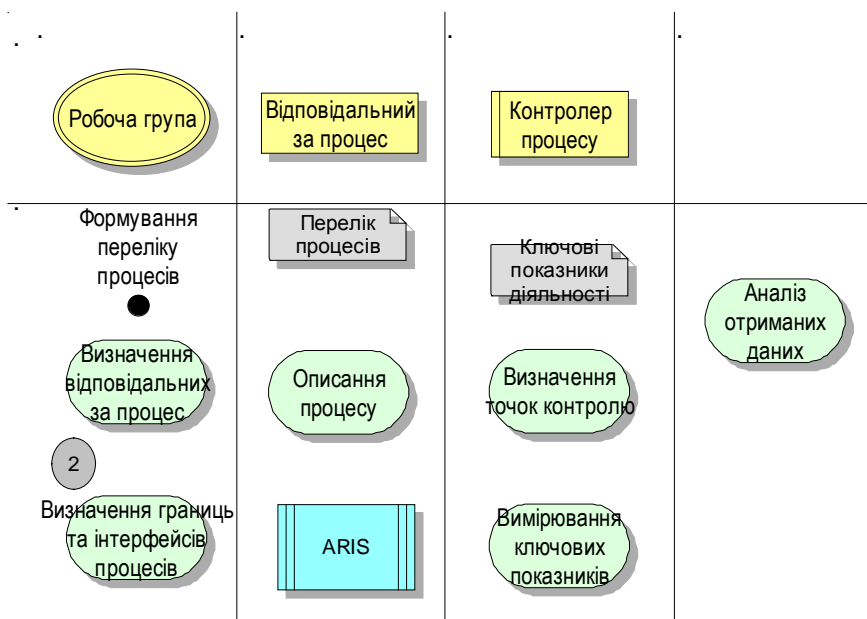
Архітектура ARIS (Architecture Integral Information System) – це сукупність технологій, яка

забезпечує розробку і удосконалення систем управління підприємством, а також проектування та створення інтегрованих інформаційних систем їх підтримки на базі процесного підходу [3, 5].

#### Результати дослідження розробки процесної моделі управління технологічною підготовкою виробництва.

Методологія управління процесами, або порядок розробки процесної моделі ТПВ може бути представлена алгоритмом, який складається з шести кроків (рис. 1).

На першому етапі визначаються відповідальні за процес особи, тобто співробітники, які приймають



рішення та мають право розпоряджуватися ресурсами [6]. В дослідженнях здійснюється побудова та аналіз процесної моделі ТПВ, де відповідальними є керівники відповідних груп, відділів: конструкторських, технічних та ін.

На другому кроці визначаються границі процесів, тобто зони моделювання, які описуються в Положенні про моделювання.

Описання процесу на третьому кроці відбувається за загальноприйнятими принципами моделювання [7]:

1. **Принцип коректності.** Коректність моделі залежить від правильності семантики і синтаксису, тобто від повноти погодженості синтаксису конкретної мета моделі.

2. **Принцип релевантності.** Слід моделювати лише ті фрагменти реальної системи, які відповідають призначенню моделі.

3. **Принцип відповідності витрат** на моделювання отриманим даним, тобто вартість отриманої інформації повинна бути на багато більшою ніж витрати на моделювання (отримання інформації).

4. **Принцип прозорості.** Прозорість гарантує легкість використання моделей кінцевими користувачами, тобто моделі повинні бути максимально простими і нести лише необхідну інформацію.

5. **Принцип порівняння.** Моделі, які створені на базі погодженої концептуальної інфраструк-

тури та єдиної мови моделювання, повинні давати можливість їх порівняння між собою, якщо назви об'єктів відповідають встановленим погодженням.

#### 6. Принцип систематизованої структури.

Цей принцип в якості обов'язкової умови передбачає можливість інтеграції моделей різних типів.

Описання процесів здійснюється за допомогою відповідних моделей в рамках методології моделювання [8].

У якості контрольних точок процесу на третьому кроці визначені ключові показники діяльності, які будуть використовуватися під час моделювання з метою визначення стану системи управління ТПВ промислового підприємства. Таким чином для оцінки стану системи ТПВ буде здійснене імітаційне моделювання в часі процесу ТПВ в рамках моделей наступних предметних областей:

1. Організаційна структура підрозділу, відповідального за ТПВ розширеного підприємства. Розглядається узагальнена організаційна структура з метою моделювання принципів ТПВ та отримання відносних показників для подальшого аналізу (крок 6 алгоритму, див. рис. 1).

2. Робочий графік роботи підрозділу з метою динамічного моделювання ТПВ в рамках підрозділів з урахуванням всіх технологічних перерв та отримання достовірних даних.

3. Безпосередньо процеси ТПВ 1-4 рівнів з певними припущеннями для отримання даних щодо вартості та часу розробки за запропонованими моделями погодження документів.

4. Процеси документообігу за запропонованими моделями з метою отримання статистичних

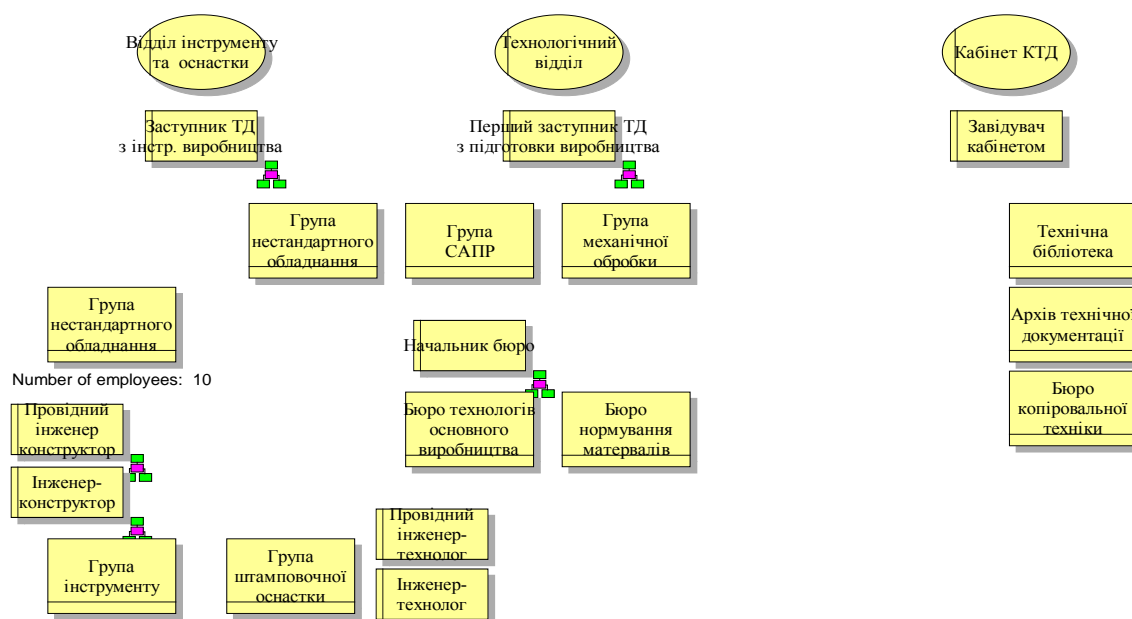
даних, по-перше для підтвердження теоретичних результатів досліджень щодо їх ефективності, по-друге, для використання цих даних в якості параметрів процесних моделей ТПВ.

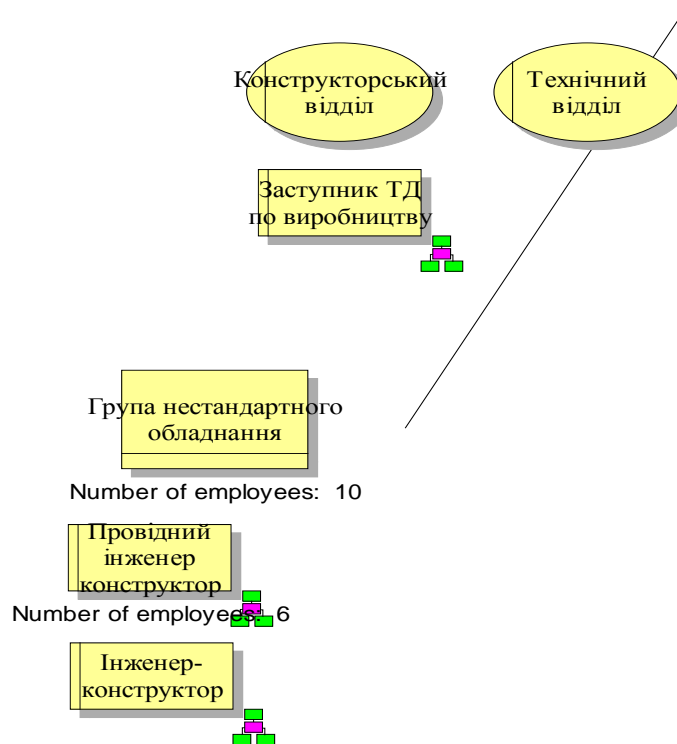
Моделювання використання обладнання з метою отримання даних щодо амортизаційних відрахувань та максимально повних даних щодо собівартості розробки комплексу виробничих даних.

Організаційно-штатна структура - це сукупність організаційних одиниць (структурних підрозділів та посадових осіб), підсистем, які об'єднані для реалізації цілей організації ієрархічними зв'язками, що забезпечує розподілення функцій управління між особами, відповідальними за прийняття рішень та підлеглим персоналом в рамках існуючих процесів ТПВ [9].

На рис. 2 наведено типову організаційну структуру підрозділу, відповідального за управління ТПВ машинобудівних виробництв.

На сьогодні існує велика кількість різноманітних варіантів організаційних структур ТПВ, всі вони, як правило, визначаються матеріальними та фінансовими можливостями підприємств, їх можливостями відповідати сучасним методам проектування та управління ТПВ в єдиному інформаційному просторі. Саме тому розглянуто типову структуру з мінімально необхідною кількістю підрозділів для вирішення задач, які реалізуються в рамках ТПВ. Такий підхід дасть змогу використовувати запропоновані методи моделювання для широкого кола існуючих структур. На рис. 3 представлено основні елементи об'єктів організаційної моделі відповідно до методології ARIS.





нологічної підготовки підприємства на базі процесного підходу.

3. Автором розроблено комплексну процесну модель технологічної підготовки виробництва, яка складається з семи моделей, кожна з яких дозволяє описувати та моделювати введені автором ключові показники діяльності з метою оцінки якості системи управління технічною підготовкою виробництва.

**Список літератури:** 1. Андриченко, А. Принципы интеграции PDM-систем и САПР технологических процессов [Текст] / А. Андриченко, А. Коптев // CAD/CAM/CAE Observer. – 2011. – №8 (68). – С. 8–13. 2. Кульга, К. С. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления машиностроительным производством [Текст] / Автор. дис. ... д-р техн. наук : 05.13.06 / К. С. Кульга. – Уфа: Изд. УГАТУ, 2010. – 34 с. 3. Мартынов, О. Ю. Разработка методов и средств автоматизированного управления технической подготовкой производства наукоемких изделий с целью повышения их конкурентоспособности [Текст] / Автор. дис. ... д-р техн. наук : 05.13.06 / О. Ю. Мартынов. – Москва, 2012. – 32 с. 4. Mark, J. Barnechea. Enterprise Productive Information Management: The Next Generation of Enterprise Software [Text] / J. Barnechea Mark, Jenkins Tom // Open Text, Waterloo (Canada), 2013. – 110 p. 5. Краснов, Ю. А. Автоматизация поддержки управленческих решений при организации наукоемкого производства на основе гибкой обратной связи [Текст] / Автор. дис. ... кан. тех. наук : 05.13.06 / Ю. А. Краснов. – Москва, 2013. – 20 с. 6. Diedrich, C. Basic concept of the Digital factory [Text] / C. Diedrich, M. Muhlhaue // AT: Automatisierungstechnik, 2011. – V. 59. – P. 18–25. 7. Павленко П. М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва [Текст] / П. М. Павленко, О. В. Заріцький, А. О. Хлевний // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2015. – №1/2 (73). – С. 24–30. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.36070 8. Pavlenko, P. The method of analysis and performance management of dispersed produc-

tion planning [Text] / P. Pavlenko, A. Khlevnoj // Proceedings of the National Aviation University. – 2014. – №2. – P. 105–112. 9. Трейтак В. В. Розробка технології інформаційної підтримки управління виробничими процесами машинобудівних підприємств [Текст] / В. В. Трейтак, П. М. Павленко, С. М. Гайсан // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2012. – №47. – С. 122–126. 10. Трейтак, В. В. Розробка та впровадження системи інформаційної підтримки процесів управління виробничими даними [Текст] / В. В. Трейтак, П. М. Павленко, С. О. Дорошенко // Вісник НАУ. – 2012. – № 4. – С. 33–35.

**Bibliography (transliterated):** 1. Andrichenko, A. Koptev, A. (2011). Principi integracii PDM-sistem i SAPR tehnologicheskikh procesov. CAD/CAM/CAE Observer, №8 (68), 8–13. 2. Kylga, K. C. (2010). Modeli i metody sozdaniya integrirovannoi informatsionnoi sistemu dlya avtomatizatsii tehnikeskoi podgotovki i upravleniya mashinostroitelnum. Ufa : Izd. UGATU, 34. 3. Martunov, O. U. (2012). Razrabotka metodov i sredstv avtomatizirovannogo upravleniya tehnikeskoi podgotovki proizvodstvom naykoemkikh izdeliy s tseliу povusheniya ih konkurentosposobnosti. Moskva, 32. 4. Mark, J. B, Jenkins, Tom (2013). Enterprise Productive Information Management: The Next Generation of Enterprise Software. Open Text, Waterloo (Canada), 110. 5. Krasnov, U. A. (2013). Avtomatizatsiya podderjki upravlencheskikh resheniy pri organizatsii naykoemkogo proizvodstva na osnove gibkoi obratnoi svyazi. Moskva, 20. 6. Diedrich, C., Muhlhaue, M. (2011). Basic concept of the Digital factory. Automatisierungstechnik, 59, 18–25. 7. Pavlenko, P. M., Zarickiy, O. V., Hlevnui, A. O. (2015). Informatsiynaya tehnologiya upravlinnya efektyvnistu promislavogo virobuctva. Vostochno-Evropейskiy jurnal peredovuh tehnologiyi, №1/2 (73), 24–30. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.36070. 8. Pavlenko, P., Khlevnoj, A. (2014). The method of analysis and performance management of dispersed production planning. Proceedings of the National Aviation University, №2, 105–112. 9. Tretyak, V. V. Pavlenko, P. M., Gaisan, C. M. (2012). Rozrobka tehnologiyi informatiynoi pidtrimki upravlinnya virobnychimi procesami mashynobudivnyh pidpruemstv. Vimiruvalna ta obchisluvalna tehnika v tehnologichnih procesah, №47, 122–126. 10. Tretyak, V. V., Pavlenko, P. M., Doroshenko, C. O. (2012). Rozrobka ta vprovadjennya sistemu informatsiynoi pidtrumku procesiv upravlinnya virobnychimi dannymi. Visnik NAU, № 4, 33–35.

Надійшла (received) 04.11.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Тре́йтак Вячеслав Віталійович** – кандидат технічних наук, Навчально-науковий інститут інформаційно-діагностичних систем Національного авіаційного університету, докторант кафедри "Засоби захисту інформації"; просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03680; тел.: 066-138-10-85; e-mail: [11.203iids@ukr.net](mailto:11.203iids@ukr.net).

**Тре́йтак Вячеслав Витальевич** – кандидат технических наук, Учебно-научный институт информационно-диагностических систем Национального авиационного университета, докторант кафедры "Средства защиты информации"; просп. Космонавта Комарова, 1, г. Киев, Украина, 03680; тел.: 066-138-10-85;

**Tretyak Vyacheslav** – candidate of technical sciences, Educational-scientific institute of the informatively-diagnostic systems, National Aviation University, doctoral candidate of department "Means of defence information"; address: boulevard Cosmonaut Komarov, 1, Kyiv, Ukraine; tel.: 066-138-10-85; e-mail: [11.203iids@ukr.net](mailto:11.203iids@ukr.net).

УДК 656.221

**О. А. МАЛАХОВА, К. Е. ФАТ**

#### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОПУСКУ ВАГОНОПОТОКІВ ЧЕРЕЗ МІЖНАРОДНІ ЗАЛІЗНИЧНІ СТИКОВІ ПУНКТИ

В роботі проаналізована структура вагонопотоку, що передається між залізницями України та сусідніми державами. Розглядаються основні труднощі у роботі міжнародних залізничних стикових пунктів. Запропоновані шляхи вирішення основних проблемних задач для прискорення просування вагонопотоків через міжнародні стикові залізничні пункти при взаємодії із сортувальними станціями полігону. Оцінку варіантів розподілу вагонопотоку між різними перехідними станціями запропоновано оцінювати за допомогою коефіцієнта розподілу роботи. Передбачається доповнення АРМ оперативних працівників станції вирішенням задач раціоналізації роботи стикових пунктів.

**Ключові слова:** транспорт, система, залізниця, вагонопотік, станція, вантаж, дільниця, стиковий пункт, сполучення, розподіл

**Вступ.** Після здобуття Україною незалежності відбувся поділ залізниць в кордонах країн СНД і Балтії, що викликало появу нових прикордонних станцій, стабільна робота яких є одним з факторів забезпечен-

ня сталого пропуску зовнішньоторговельного вантажопотоку між країнами.

© О. А. Малахова, К. Е. Фат . 2015