

УДК 683.1

Магістр Смолій О.В.

Канд. техн. наук Селецький В. С.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗНИХ ПЕРЕВІЗНИХ ДОКУМЕНТІВ НА ПРИКОРДОННІЙ ВАНТАЖНІЙ СТАНЦІЇ І МІЖДЕРЖАВНИЙ ОБМІН ІНФОРМАЦІЄЮ МІЖ УКРАЇНОЮ І ПОЛЬЩЕЮ

Ключові слова: модель, метод декомпозиції, розширена мережа Петрі, XML файли вхідних даних.

Вступ та постановка проблеми

Як автоматизовані системи керування прикордонними вантажними станціями (ПВС) так і автоматизовані робочі місця (АРМ) оперативних працівників станцій призначені для автоматизації технологічних процесів роботи ПВС [1, 2, 3].

Проведений аналіз з автоматизації технологічних процесів роботи ПВС показав, що достовірність вхідної інформації, станційних звітів і оперативних довідок та інформації, що передаються в системи верхнього рівня, а також інформація міждержавного обміну (обмін інформації між Україною і третіми країнами: Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією) недостатньо якісна. А саме повідомлення (п.) 616, А30 і IFCSUM приймаються або передаються із/за кордону в не повному обсязі або помилкові.

Для успішного рішення даних задач вимагаються нові підходи, а саме :

- засвоєння нових комп'ютерних технологій;
- впровадження сучасних математичних методів моделювання.

Для вирішення даних проблем пропонується сучасний метод моделювання об'єктів – математичний апарат мереж Петрі.

Задачі дослідження

Вперше в статті [10] описано автоматизацію формування поїзних перевізних документів на прикордонній сортувальній станції (ПСС). Модель формування поїзних перевізних документів (МФППД) на ПСС побудо-

вана за допомогою розширених мереж Петрі (використано нововведені елементи мережі Петрі: інгібіторна дуга n-го порядку; позиція n-го рівня; позиція з фіксованим часом затримання фішок; позиція n-го рівня з фіксованим часом затримання фішок).

Для достовірної обробки даних [12, 13] розроблені файли вхідних даних в форматі XML як для моделей, які побудовані за допомогою звичайних мереж Петрі так і для примітивних моделей, які містять елементи розширеної мережі Петрі. В статті [14] для розширених мереж Петрі, які побудовані з використанням методу декомпозицій, розроблено структуровані XML файли вхідних даних для мереж-сценаріїв, функцій-мереж, підфункцій – мереж і т.д.

Таким чином, на базі МФППД ПСС для вантажної прикордонної станції потрібно :

- ♦ розробити модель формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією (МФППД ПВС МОІ), в якій потрібно додати підфункцію - мережу, яка імітує міждержавний обмін інформації між Україною і третіми країнами (Польщею);

- ♦ обмін інформацією між верхнім і нижчим рівнями МФППД ПВС МОІ повинен відбуватися за допомогою розроблених структурованих XML файлів.

Основний матеріал дослідження

Дослідження проведені для вантажної станції Ізов.

Основні поняття про прикордонну вантажну станцію Ізов

Станція Ізов за обсягом і характером виконання роботи є прикордонною вантажною станцією. Для виконання заданого обсягу робіт станція Ізов має колійний розвиток: - колії №№ 1,2 – приймально - відправні пасажирських, приміських і вантажних поїздів; - колії №№ 3,4,5,6,7 – приймально - відправні вантажних поїздів; - колія №8 – сортувальна і відправна вантажних поїздів;

- колія №13 – витяжна (а також для ліквідації аварій з вагонами завантаженими небезпечними вантажами); - колії №№ 14,15 – пункту технічного обслуговування (ПТО) вагонів;

- колія №№16 – навантажувально-розвантажувальна; - колія №17 – для відстою вагонів завантажених небезпечними вантажами; - колія №18 – ходова. На станції Ізов розміщено ПТО вантажного вагонного депо Ковель, який призначений для виявлення і усунення технічних несправностей вагонів у сформованих і транзитних поїздах.

Інформаційний обмін між автоматизованими системами різних рівнів та АРМ працівників прикордонної вантажної станції

Структурна схема інформаційного обміну між автоматизованими системами різних рівнів та АРМ-ми працівників прикордонних вантажних станцій наведена на рисунку 1.

Технологія формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції

На рисунку 2 наведено схему побудови МФППД ПВС МОІ за допомогою розширеного математичного апарату мереж Петрі [4, 5, 6, 7, 8, 9].

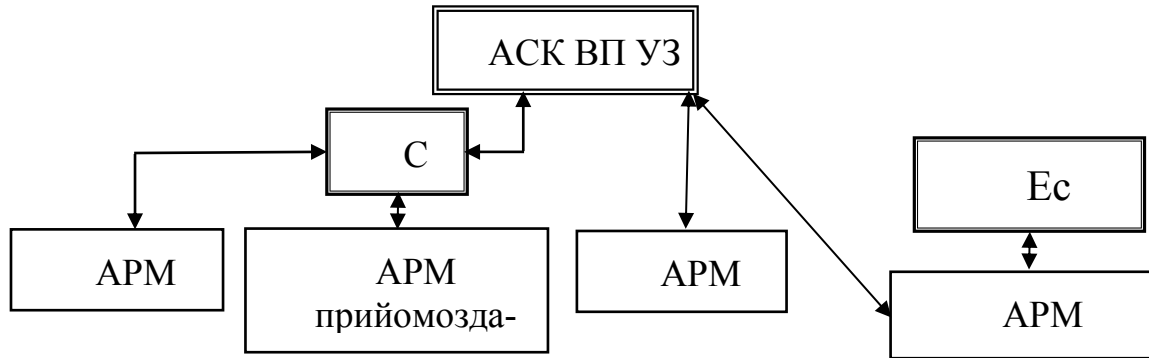


Рис. 1 - Структурна схема інформаційного обміну між автоматизованими системами різних рівнів та АРМ-ми працівників прикордонних вантажних станцій, де:

АСК ВП УЗ-С – автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці, єдина; СВР – сервер вантажної роботи; АРМ ТВК – автоматизоване робоче місце товарного касира товарної контори; АРМ прийомоздавача - автоматизоване робоче місце прийомоздавача; АРМ СТЦ - автоматизоване робоче місце оператора станційного технологічного центру (маневрового диспетчера або чергового по станції); АРМ АППВ - автоматизоване робоче місце агента пункту передачі вагонів; Ес ПКП-електронна скринька польських компаній перевезень.

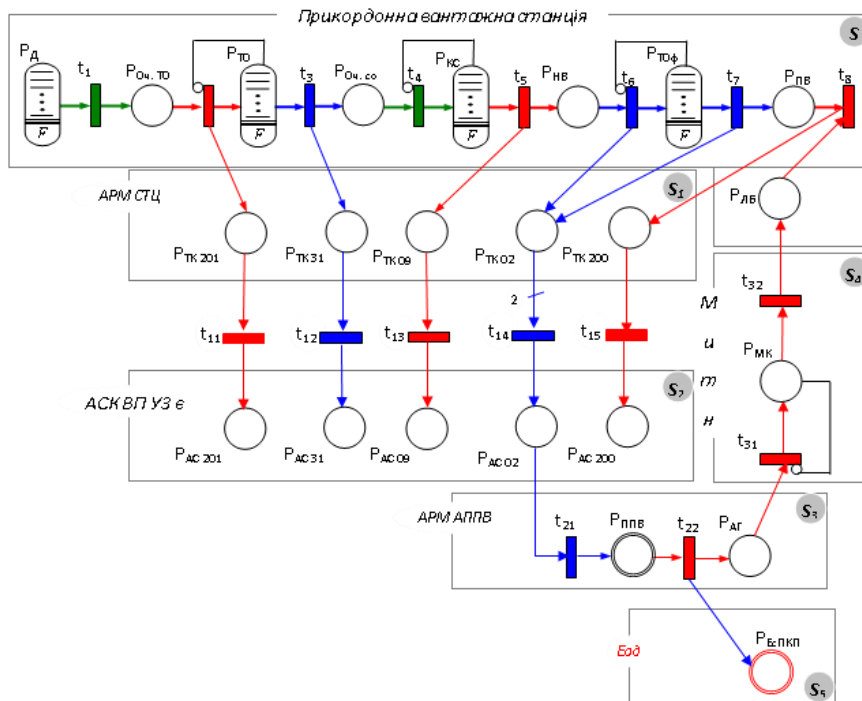


Рис. 2 - Модель формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією

МФППД ПВС МОІ розроблена на прикладі прикордонної вантажної станції Ізов. На ПВС Ізов Львівської залізниці переробляється найбільша кількість поїздів (найбільша кількість вагонів, які здаються за кордон або приймаються за кордону). МФППД ПВС складається з основної мережі S і підмереж S_1, S_2, S_3, S_4 і S_5 . Мережа S імітує систему формування – відправлення составів на ПВС. Підмережа S_1 імітує підготовку і передавання повідомлень та формування повідомлень і довідок (АРМ СТЦ), підмережа S_2 імітує приймання, обробку і передавання повідомлень та формування довідок різного виду (АСК ВП УЗ - Є), підмережа S_3 імітує запит повідомлень, підготовку і передавання повідомлень, формування і друк документів (АРМ АППВ), підмережа S_4 імітує обробку пакету перевізних документів на митниці і підмережа S_5 імітує формування та передавання п.616 з АРМ АППВ на Ес ПКП (підмодель міждержавного обміну інформацією між Україною і Польщею).

В мережі S : Дільниці, з яких прибувають поїзди на приймально-відправні колії (ПВК) на вантажну станцію (ВС) нерівномірно, змодельовано за допомогою позиції k -го рівня з фіксованим часом затримання заявок (поїздів) – R_d . Позиція $R_{Oч. TO}$ моделює поїзди, які прибули в ПВК і очікують технічне обслуговування (ТО) і комерційне обслуговування (КО). Позиція R_{TO} моделює ТО (КО) составів, які прибули в ПВК. Позиція $R_{Oч. CO}$ моделює состави, які очікують переробку вагонів - проведення сортувальної роботи з вагонами маневровим локомотивом (відчеплення, причеплення вагонів). Позиція $R_{КС}$ моделює колії, на яких проходять сортувальні операції з вагонами. Позиція $R_{НВ}$ моделює накопичення вагонів на коліях ПВК. Позиція $R_{ТОф}$ моделює ТО (КО) составів, які сформовані на коліях ПВК. Позиція $R_{ПВ}$ моделює поїзди, які очікують відправлення за планом формування. Позиція $R_{ЛБ}$ моделює локомотивну бригаду. Перехід t_1 моделює прибуття поїздів з дільниць в ПВК. Перехід t_2 моделює відчеплення поїздового локомотива, огороження составу, доставлення вантажних документів в СТЦ і початок ТО (КО) состава. Перехід t_3 моделює закінчення ТО (КО) состава і передачу результатів ТО (КО) состава в СТЦ.

Перехід t_4 моделює початок виконання сортувальних операцій з вагонами состава на ПВК. Перехід t_5 моделює закінчення сортувальних операцій з вагонами состава на ПВК і передавання інформації в СТЦ про виконані операції. Перехід t_6 моделює закінчення формування состава на колії ПВК, передавання інформації в СТЦ про сформований состав і початок ТО (КО). Перехід t_7 моделює закінчення ТО (КО) і передачу результатів ТО (КО) в СТЦ на состав, який сформований. Перехід t_8 моделює відправлення поїзда.

В підмережі S_1 : Позиція $R_{TK 201}$ моделює в АРМ СТЦ повідомлення про прибуття поїзда в ПВК (п. 201). Позиція $R_{TK 31}$ моделює в АРМ СТЦ розмінену ТГНЛ (телеграма- натурний лист поїзда) - п. 31 на поїзд, який прибув на ПВК. Позиція $R_{TK 09}$ моделює в АРМ СТЦ повідомлення про виконання сортувальних операцій з вагонами состава на ПВК (п. 09). Позиція $R_{TK 02}$ моделює в АРМ СТЦ ТГНЛ (п. 02) на состав, який сформований. Позиція $R_{TK 200}$ моделює в АРМ СТЦ повідомлення про відправлення поїзда (п. 200).

В підмережі S_2 : Позиція $R_{AC 201}$ моделює в АСК ВП УЗ є масив повідомлень про поїзди, які прибули в ПВК. Позиція $R_{AC 31}$ моделює в АСК ВП УЗ - Є масив розмічених ТГНЛ на поїзди, які прибули в ПВК. Позиція $R_{AC 09}$ моделює в АСК ВП масив повідомлень про виконані сортувальні операції з вагонами составів. Позиція $R_{AC 02}$ моделює в АСК ВП УЗ-Є масив ТГНЛ на состави, які сформовані. Позиція $R_{AC 200}$ моделює в АСК ВП масив повідомлень про поїзди, які відправлені. Перехід t_{11} моделює передавання п. 201 з АРМ СТЦ в АСК ВП УЗ є. Перехід t_{12} моделює коректування п. 02 в АРМ СТЦ на состав, який перероблявся та передавання його в АСК ВП УЗ - Є. Перехід t_{13} моделює передавання п. 09 з АРМ СТЦ в АСК ВП УЗ. Перехід t_{14} моделює звірку накопичувальної відомості з перевізними документами, введення ТГНЛ в АРМ ТК на состав, який сформований та її передавання в АСК ВП УЗ. Перехід t_{15} моделює передавання п. 201 з АРМ СТЦ в АСК ВП УЗ.

В підмережі S_3 : Позиція $R_{ППВ}$ моделює масив заготовок ППВ (п. 3988(9)) в АРМ АППВ. Позиція R_{AG} моделює агента передачі вагонів. Перехід t_{21} моделює запит п. 3988(9)

в АРМ АППВ на состав, який сформований з АСК ВП УЗ є. Перехід t_{22} моделює коректування ППВ на підставі перевізних документів, роздрук ППВ і передавання пакету перевізних документів агентіві передачі вагонів та формування і передавання п. 616 на Ес ПКП.

В підмережі S_4 : Позиція $P_{МК}$ моделює митний контроль. Перехід t_{31} моделює передавання пакету перевізних документів в митний контроль. Перехід t_{32} моделює передавання пакету перевізних документів локомотивній бригаді.

В підмережі S_5 : Позиція $P_{ЕсПКП}$ моделює масив п. 616 на Ес ПКП.

Час обслуговування составів бригадою ПТО залежить від кількості вагонів в составі [7]:

$$t_{ТО} = \frac{\tau * P_c}{K_{ep}} + a, \quad (1)$$

де τ - час обслуговування одного вагона ($\tau = 0.9 \text{ хв.}$); P_c - кількість вагонів в составі; K_{ep} - кількість груп в бригаді ПТО ($K_{ep} = 2$); a - час на підготовчо-заклучні операції.

Вхідні дані на поїзди в яких є вагони, що здаються за границю по прикордонній вантажній станції Ізов взяті з АСК ВП УЗ - Є. Вхідні дані про поїзди, які прибули в обробку на ПВК станції і їх розрахункові величини: інтервали прибуття на ПВК, час ТО составів і час обробки составів на ПВК наведені в таблиці 1. Для спрощення розрахунків за 1 у.о.ч. (умовна одиниця часу) вибрано 4 хв.

Табл. 1 - Вихідні дані про поїзди, які обробляються на ПВК і їх розрахункові показники

№ п/п	Індекс поїзда	Час прибуття на ПВК	Довжина состава, ваг.	Кількість причеп-лень/ відчеп-лень	Інтервали прибуття у.о.ч.	$t_{ТО}^{Оч.}$, у.о.ч.	$t_{ТО}$, у.о.ч.	$t_{co}^{Оч.}$, у.о.ч.	t_{co} , у.о.ч.	Кількість вагонів, які здаються за границю
1	354 068 3526	06.55	51	+2	0	3	8	3	3	64
2	4384 212 3526	08.40	53	-1	26	4	7	3	4	52
3	4384 214 3526	10.14	53	+1	23	3	7	3	3	55

Позначення в табл. 1: $t_{ТО}^{Оч.}$ - час, який очікує состав на ТО; $t_{co}^{Оч.}$ - час, який очікує состав на сортувальній операції на ПВК; $t_{ТО}$ - час виконання ТО з составом; t_{co} - час виконання сортувальних операцій на ПВК з составом.

Дослідимо технологічні процеси роботи системи розформування - формування поїздів на ВС (СРФВС) в динаміці. Для МФППД задано наступні величини - час затримування заявок (поїздів): $f^T(P_D) = (0,26,23)$, $f^T(P_{Оч.ТО}) = (3,4,3)$, $f(P_{ТО}) = (8,7,7)$, $f(P_{Оч.co}) = t_{co}^{Оч.}$, $f(P_{КС}) = t_{co}$, $f(P_{НВ}) = 3$, $f(P_{ТОф}) = (7,7,7)$, $f(P_{ТК201}) = 1$, $f(P_{ТК31}) = 1$, $f(P_{ТК09}) = 1$, $f(P_{ТК02}) = 4$, $f(P_{ТК200}) = 1$,

$f(P_{АС02}) = 1$, $f(P_{ППВ}) = 12$, $f(P_{АГ}) = 1$, $f(P_{МК}) = 10$ і $f(P_{ЛБ}) = 1$. Початкове маркування МФППД: $m(P_D) = 3$. Для визначення величини $f(P_{ПВ})$ побудуємо динамічну таблицю технологічних процесів роботи СРФВС – таблицю станів перебування роботи СРФВС (див. табл.2).

Табл. 2 - Стани перебування роботи СРФВС

№ n/n	У.о.ч.	t _к	P _Д	P _{Оч.ГО}	P _{ГО}	P _{Оч.со}	P _{КС}	P _{НВ}	P _{ГОф}	P _{ПВ}	P _{ТК201}	P _{ТК31}	P _{ТК09}	P _{ТК02}	P _{ТК200}	P _{АС201}	P _{АС31}	P _{АС09}	P _{АС02}	P _{АС200}	P _{ПВ}	P _{АГ}	P _{МК}	P _{ЛБ}	Заув.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0	1	2	1																					
2	3	2	2	0	1						1														
3	4	11	2		1						0				1										
4	11	3	2		0	1						1													
5	12	12	2			1						0					1								
6	14	4	2			0	1																		
7	17	5	2				0	64					1												1Сф
8	18	13	2										0					1							
9	20	6	2						1					1											
10	26	1	1	1										1											
11	27	7	1	1						1				2											
12	28	14	1	1						1				0						1					
13	29	21	1	1						1									0		1				
14	30	2	1		1					1											1				
15	37	3	1		0	1				1											1				
16	38	12	1			1				1											1				
17	40	4	1			0	1			1											1				
18	41	22	1				1			1											0	1			
19	42	31	1				1			1												0	1		
20	43	5	1				0	52		1		1											1		2Сф
21	44	13	1							1		0						1					1		
22	46	6	1						1	1			1										1		
23	49	1	0	1					1	1			1										1		
24	52	2,32	0	0	1				1	1			1										0	1	
25	53	7,8	0		1				1	0			2	1										0	1В
26	54	14,15	0		1				0	1			0						1	1					
27	55	21	0		1					1											1				
28	59	3	0		0	1				1		1									1				
29	60	12	0			1				1											1				
30	62	4	0			0	1			1											1				
31	65	5	0				0	55		1		1									1				3Сф
32	66	13	0							1		0						1			1				
33	67	22	0							1											0	1			
34	68	6,31	0						1	1												0	1		
35	75	7	0						0	2													1		
36	78	32	0							2													0	1	
37	79	8	0							1														0	2В
38	80	15	0							0										1					

Позначення в табл. 2: 1Сф – перший поїзд сформований; 1В – перший поїзд відправлено.

За допомогою побудованої динамічної таблиці 2 отримано результати: за період часу $T=80$ у.о.ч. сформовано три і відправлено два поїзди; тривалість простою 1-го поїзда, який очікував відправлення на ПВК: $f_1(P_{ПВ})=53-27=26$ у.о.ч.; тривалість простою 2-го поїзда,

який очікував відправлення на ПВК: $f_2(P_{ПВ})=79-54=25$ у.о.ч.

Технологія формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції що запропоновано

Структурна схема інформаційного обміну між автоматизованими системами різних рі-

внів та АРМ-ми працівників прикордонних вантажних станцій для запропонованої технології обміну наведено на рисунку 3. МФППД ПВС для запропонованої технології наведена на рисунку 4.

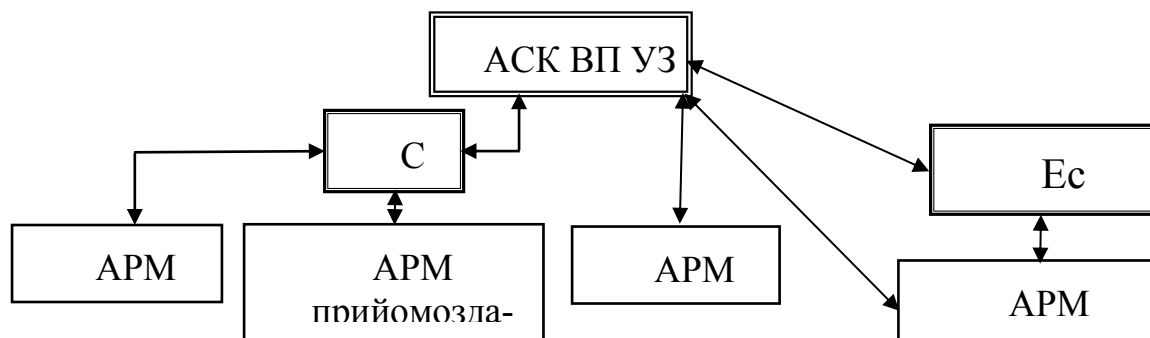


Рис. 3 - Структурна схема інформаційного обміну між автоматизованими системами різних рівнів та АРМ-ми працівників прикордонних вантажних станцій

В МФППД ПВС змінено підмережу S_3 . В підмережі S_3 : Позиція $R_{ПВр}$ моделює масив заготовок ППВ в АРМ АППВ на состави, які прибули на станцію. Позиція $R_{ПВф}$ моделює масив заготовок ППВ в АРМ АППВ на состави, які сформовані (з поїздами проводилися сортувальні операції). Позиція R_{3988} моделює масив переданих в АСК ВП УЗ є первинних ППВ (3988(1)). Позиція R_{616} моделює повідомлення 616. Перехід t_{21} моделює запит п. 3988(9) в АРМ АППВ на состав, який розформований. Перехід t_{22} моделює вилучення/додавання групи вагонів з/в п. 3988(9) і його коректування на підставі перевізних документів. Перехід t_{23} батофункціональний, а саме перехід t_{23} моделює зв'язку ППВ з ТГНЛ, друк ППВ і передавання пакету перевізних документів агентіві передачі вагонів, а також надає дозвіл на передавання повідомлень 3988(1) і 616. Перехід t_{24} моделює формування і передавання п. 3988(1) і перехід t_{25} моделює формування і передавання п. 616.

Підмережа S_4 залишається без змін.

Підмережа S_5 побудована з функцій – мереж F_{ii} , де $1 \leq i \leq n$, F_{ij} , де $1 \leq i \leq n$, з функцій – мереж G_{jj} , де $1 \leq j \leq k$ і двох функцій – мереж Q_1 та Q_2 . Функції – мережі F_{ii} , де $1 \leq i \leq n$ існують потоки ii , де $1 \leq i \leq n$ на яких обробляються задачі ii , де $1 \leq i \leq n$, функції – мережі G_{jj} , де $1 \leq j \leq k$ існують розписування інформа-

ційних даних по моделях, а саме для розв'язання даної задачі головними моделями є модель i - модель поїзних передаточних відомостей (ППВ) і модель j - модель міждержавного обміну інформацією (МОІ) між Україною і третіми країнами (для даного випадку описаний обмін інформацією п. 616 між Україною і Польщею), а функції – мережі Q_1 і Q_2 імітують макет необроблених повідомлень 3988 всіх типів та 4770 всіх типів (M_{nn} 3988) і макет необроблених повідомлень 616 (M_{nn} 616).

Введено наступні позначення:

- (код повідомлення Nn)= $True$ – повідомлення з кодом Nn оброблене в автоматизованій системі;

- (код повідомлення Nn)= $False$ – повідомлення з кодом Nn необроблене в автоматизованій системі.

В функції – мережі F_i : Позиція $R_{Об_{3988}}$ моделює обробник ППВ (п. 3988, п. 4770) і інших, а підфункція – мережа $f_{Об_{3988}}$ перевіряє стан обробки повідомлень.

Алгоритм роботи під функції-мережі $f_{Об_{3988}}$: **If** (п. 3988, (п. 4770))= $True$ **Then** {п. 3988, (п. 4770) передаються в модель ППВ і відповідно інформаційні дані розписуються по базах даних} **Else** {п. 3988, (п. 4770) передаються в M_{nn} 3988}.

В функції – мережі F_j : Позиція P_{Ob_616} моделює обробник повідомлень міждержавного обміну (616, А30 і ІFCSUM), а підфункція – мережа f_{Ob_616} перевіряє стан обробки повідомлень.

Алгоритм роботи під функції-мережі f_{Ob_616} : *If* (п.616)=True *Then* {п. 616 передається в модель ППВ і ЕсПКП} *Else* {616 не передається в Мпп 616}.

В функції – мережі G_i : Позиція P_{6i} імеує бази даних моделі ППВ.

В функції – мережі G_j : Позиція P_{6j} імеує бази даних моделі МОІ.

В функції – мережі G_i : Позиція $P_{н3988}$ імеує масив необроблених п. 3988 (4770).

В функції – мережі G_j : Позиція $P_{н616j}$ імеує масив необроблених п. 616.

В підмережі S_6 : Позиція $P_{ЕсПКП}$ моделює масив повідомлень 616, які поступили на електронну скриньку польських компаній перевезень.

На всіх рівнях запропонованої моделі: АСК ВП УЗ є, інформаційних серверах і АР-Мах (АРМ АППВ, АРМ WinAPV, АРМ ТВК і ін.) забезпечується достовірність інформації, а саме передачі п. 3988, п. 616 А30, ІFCSUM і інших.

Для відображення технологічних процесів роботи СРФВС в динаміці побудовано динамічну таблицю 3. В МФППД змінено наступні величини: в підмережі S_2 : $f(P_{AC31}) = 1$; в підмережі S_3 : $f^T(P_{ПВр}) = (4,5,3)$.

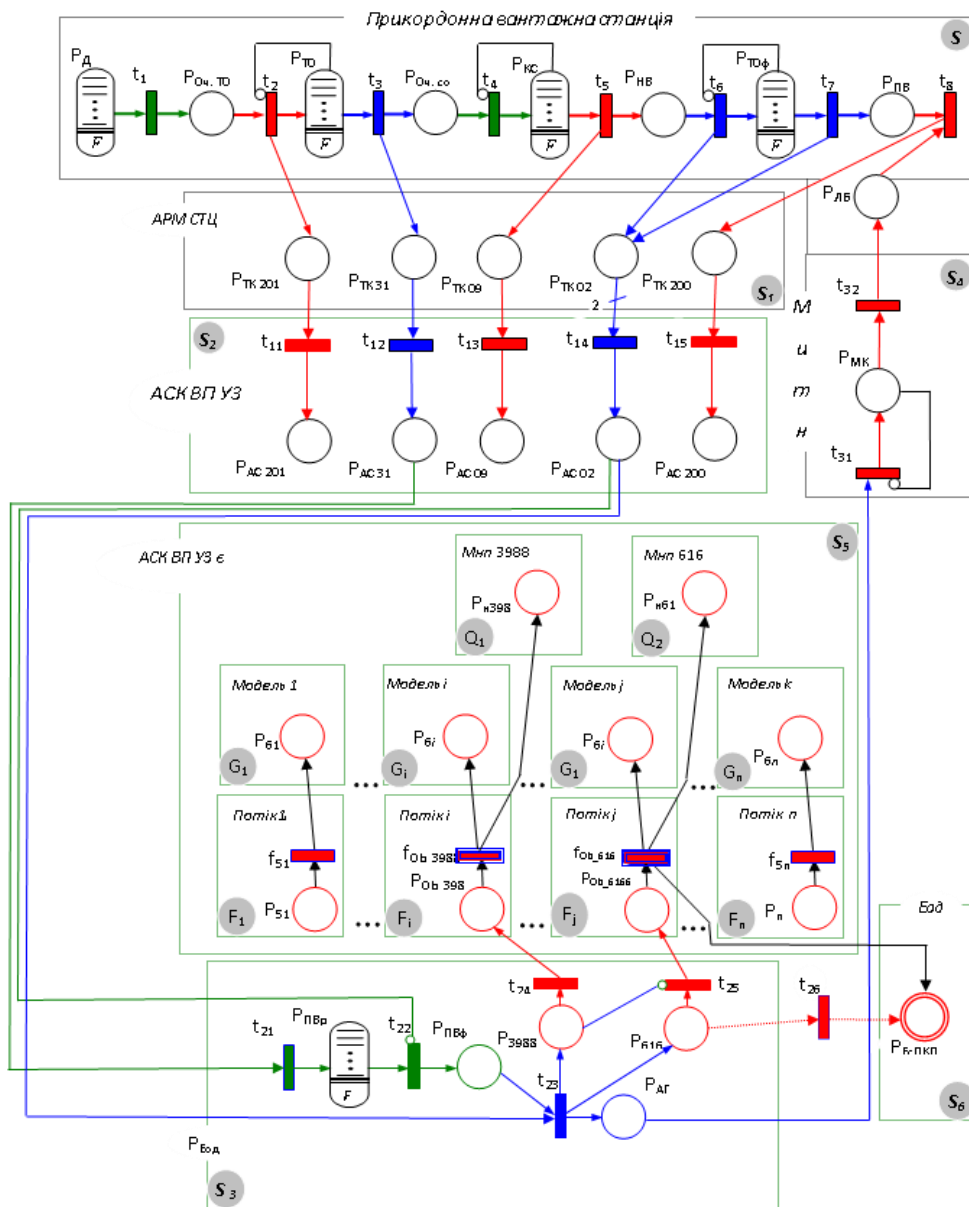


Рис. 4 – Модель формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією для запропонованої технології

Табл. 3 - Стани перебування роботи СРФС для запропонованої технології

№ n/n	У.о.ч.	t _к	P _д	P _{Оч.ТО}	P _{ТОр}	P _{Оч.со}	P _{КС}	P _{НВ}	P _{ТОф}	P _{ПВ}	P _{ТК201}	P _{ТК31}	P _{ТК09}	P _{ТК02}	P _{ТК200}	P _{АС201}	P _{АС31}	P _{АС09}	P _{АС02}	P _{АС200}	P _{Пвф}	P _{Пвф}	P _{АГ}	P ₃₉₈₈	P ₆₁₆	P _{МК}	P _{ЛБ}	Заув.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1	0	1	2	1																										
2	3	2	2	0	1						1																			
3	4	11	2		1						0					1														
4	11	3	2		0	1						1																		
5	12	12	2			1																								
6	13	21	2			1																								
7	14	4	2			0	1																							
8	17	5,22	2				0	64					1																1Сф	
9	18	13	2										0																	
10	20	6	2							1				1																
12	26	1	1	1						1				1																
13	27	7	1	1						0	1			2																
14	30	2	1	0	1					1				2																
14	31	14,2 3	1		1					1				0																
15	32	24,3 1	1		1					1																				
16	37	3	1		0	1				1		1																		
17	38	12	1			1				1																				
19	39	21	1			1				1																				
19	40	4	1			0	1			1																				
20	42	22,3 2	1				1			1																				
21	43	5,8	1				0	52		0			1		1													0	2Сф 1В	
22	44	13,1 5	1																											
23	47	6	1							1				1																
24	49	1	0	1						1				1																
25	52	2	0	0	1					1				1																
26	54	7	0		1					0	1			2																
27	58	14,2 3	0		1					1				0																
28	59	3,24, 31	0		0	1				1																				
29	62	4	0			0	1			1																				
30	65	5	0				0	55		1			1																3Сф	
31	66	13	0							1																				
32	68	6	0							1	1			1																
33	69	32	0							1	1																0		1	
34	70	8	0							1	0																		0	2В
35	71	15	0							1																				

За допомогою побудованої динамічної таблиці 3 отримано результати: за період часу T_з = 71 у.о.ч. було сформовано три і від-

правлено два поїзди; тривалість 1-го поїзда, який очікував відправлення з ПВК: $f_1^3(P_{ПВ}) = 42-27=15$ у.о.ч.; тривалість 2-го поїзда, який

очікував відправлення з ПВК: $f_2^3(P_{ПВ})=70-54=16$ у.о.ч.

Таким чином згідно запропонованої нової технології отримано наступні результати:

♦ період часу формовання трьох і відправлення двох поїздів на/з ПВК зменшився на: $\Delta=T-T_3=80-71=9$ у.о.ч.;

♦ тривалість 1-го поїзда, який очікував відправлення з ПВК зменшилася на :

$\Delta f_1(P_{ПВ}) = f_1(P_{ПВ}) - f_1^3(P_{ПВ}) = 26 - 15 = 11$ у.о.ч.;

♦ тривалість 2-го поїзда, який очікував відправлення з ПВК зменшилася на :

$\Delta f_2(P_{ПВ}) = f_2(P_{ПВ}) - f_2^3(P_{ПВ}) = 25 - 16 = 9$ у.о.ч.

Отже, розроблене програмне забезпечення на підставі побудованої запропонованої моделі формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією дозволяє вчасно:

- формувати поїзні перевізні документи при зданні за кордон поїздів та вагонів;
- передавати інформацію міждержавного обміну на зданні за кордон поїзди та вагони;
- аналізувати, як повідомлення поїзних перевізних документів на зданні за кордон поїзди так і повідомлення міждержавного обміну на зданні за кордон поїзди.

Висновки

1. Вперше розроблено модель формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією за допомогою розширених мереж Петрі.

2. Досліджено технологічні процеси роботи системи розформування - формування поїздів на вантажній станції в динаміці, для чого побудовано динамічну таблицю станів перебування роботи системи розформування - формування поїздів.

3. Запропоновано технологію формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією, для чого побудовано розширену модель формування поїзних перевізних документів на прикордонній вантажній станції і міждержавного обміну інформацією між

Україною і третіми країнами (в даному випадку - обмін інформацією для країни Польща).

4. Розроблена технологія забезпечує необхідну повноту і достовірність інформації на зданні за кордон поїзди та вагони в автоматизованій системі керування вантажними перевезеннями ПАТ «Укрзалізниця» і у головному інформаційно-обчислювальному центрі, зменшує простій вагонів на вантажній станції; дає можливість оптимізувати план формування поїздів і забезпечує вчасний обмін інформацією між Україною і третіми країнами.

Література

1. Ушпик С. А., Балалаев А. С. Взаимодействие АСУ пограничных станций // Железнодорожный транспорт. – 2006. - №7. – С. 34 – 38.

2. Бутько Т. В., Бауліна Г.С. Интеллектуальні аспекти формування СППР оперативного персоналу прикордонних станцій//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2009. - № 2. – С. 8 – 12.

3. Комплексная система электронного обмена данными (КСЭОД). Техническое задание. Харьков. – 1999.

4. Селецький В.С., Федак Я.А. Про пристрої обслуговування заявок //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2001. - № 5. – С. 31 – 34.

5. Луханін М.І., Селецький В.С. Застосування методу декомпозицій для моделювання підсистеми розформування на сортувальній станції Львів //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2001. - № 4. – С. 16 – 19.

6. Лаба А.І., Селецький В.С. Математична модель роботи маневрових локомотивів на сортувальній станції Львів //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2009. - № 2. – С. 34 – 38.

7. Лаба А.І., Селецький В.С. Робота маневрових локомотивів при нестабільній роботі сортувальної станції //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2009. - № 3. – С. 37 – 40.

8. Селецький В.С. Мережі Петрі в n – вимірному просторі та їх застосування на залізничному транспорті //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2010. - № 2. – С. 15 – 18.

9. Селецький В.С. Застосування математичного апарату мереж Петрі на залізничному транспорті // Залізничний транспорт України. - 2009. - № 2. - С. 3 – 6.

10. Селецький В.С. Автоматизація формування поїзних перевізних документів на прикордонній сортувальній станції // Залізничний транспорт України. - 2011. - № 3. - С. 58 – 61.

11. Селецький В.С. Розширення мереж Петрі. Частина IV. Про маркування мереж Петрі // Інформаційно–керуючі системи на залізничному транспорті. - 2014. - №1. - С. 17 – 22.

12. Селецький В.С. XML і математичний апарат мереж Петрі // Інформаційно–керуючі системи на залізничному транспорті. - 2015. - № 6. - С. 42– 45.

13. Селецький В.С. Розширення мереж Петрі і XML // Інформаційно–керуючі системи на залізничному транспорті. - 2016. - № 1. - С. 62– 70.

14. Селецький В.С. Технологія розробки інформаційного забезпечення для моделей складних об'єктів // Інформаційно–керуючі

системи на залізничному транспорті. - 2016. - № 5. - С. 40– 45.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Смолій Орест Володимирович, магістр, начальник виробничого підрозділу «Львівське відділення філії “Головний інформаційно-обчислювальний центр» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. М. Гоголя, 1, Львів, Україна, 79007.

Тел.: +38 032 226 27 00.

E-mail: sovrlw@gmail.com

Селецький Василь Стасьович, к.т.н., провідний інженер виробничого підрозділу «Львівське відділення філії «Головний інформаційно-обчислювальний центр» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. М. Гоголя, 1, Львів, Україна, 79007.

Тел.: +38 097 146 61 07.

E-mail: selezkyj@ukr.net

Ресурсозбереження і екологія

УДК 629.421.8

Д-р техн. наук Капіца М.І.

Канд. техн. наук Мартишевський М.І.

Інженер Сербулов О.Ю.

ОБНОВЛЕННЯ ПАРКУ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВИЗІВ ПАРОАКУМУЛЯТОРНИМ ТЯГОВИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ

Ключові слова: безтопковий паровоз, пароаккумуляторний локомотив, маневрова робота, маневровий локомотив, енергетична установка, водяна пара, сила тяги, тяговий рухомий склад.

Вступ

В свій час на під'їзних коліях нафтоперегінних заводів, паперових фабрик, меблевих комбінатів і низки інших промислових підприємств з метою забезпечення пожежної безпеки не допускалася експлуатація звичайних паровозів, з труб або топків яких могла виле-

тити іскра. Тому логічно, що підприємства з таким технологічним процесом потребували застосування специфічних локомотивів, якими і виявилися безтопкові паровози.

На таких локомотивах встановлювався котел-акумулятор з робочим тиском від 18 до 35 кг/см². Тиск в котлі-акумуляторі в процесі виконання локомотивом транспортної роботи знижувався до рівня 3-4 кг/см². На необхідну енергетичну «підзарядку» витрачалося приблизно 0,5 год, тоді як звичайний паровоз екіпірувався десь протягом 1,2-1,3 год.

Тривалість роботи безтопкового паровоза між заправками за своїм прямим призначенням, як одиниці тягового рухомого складу (ТРС), становила 4-6 год, в залежності від транспортного навантаження. Такий період між заправками підтверджений практичним використанням паро-аккумуляторних паровозів в Німеччині та виконаними цільовими статистично-енергетичними розрахунками.

Історія залізничного транспорту колишнього Радянського Союзу засвідчує, що на