

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»

Інститут механічної інженерії та транспорту
Кафедра транспортних технологій

**РОЗРАХУНКОВО–ПОЯСНЮВАЛЬНА
ЗАПИСКА**

до бакалаврської кваліфікаційної роботи

**Удосконалення роботи вантажної станції Ш у зв'язку зі зміною режиму
роботи маневрових локомотивів**

Студентка **УЗз-31сп Кузьо Вікторія Юріївна**

(група, шифр, прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи,
канд. техн. наук, доцент

Олег ВОЗНЯК

Консультант з економіки,
канд. екон. наук, доцент

Уляна КОГУТ

Консультант з охорони праці,
канд. техн. наук, доцент

Оксана ЛИТВИНЯК

Завідувач кафедри
транспортних технологій,
канд. техн. наук, доцент

Юрій РОЙКО

“ _____ ” _____ 2025р.

Львів – 2025

Національний університет “Львівська політехніка”

Інститут
Спеціальність
Спеціалізація

ІМІТ

275.02 “Транспортні технології (на залізничному транспорті)”

Кафедра “Транспортні технології”
275 “Транспортні технології (за видами)”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри «Транспортні технології»

“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу студентці Кузьо Вікторії Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема БКР Удосконалення роботи вантажної станції Ш у зв'язку
зі зміною режиму роботи маневрових локомотивів

затверджена наказом по університету від “17 ” квітня 2025 р. № 1402-4-08

2. Термін здачі студенткою завершеного БКР 15.06.2025 р

3. Початкові дані до БКР Технологічний процес роботи станції Ш, Немасштабна схема станції Ш, Технічно-розпорядчий акт станції Ш, Добові розміри вантажної роботи на станції Ш, Нормативна література за напрямком кваліфікаційної роботи,

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (за розділами)

Вступ

Розділ 1. Аналіз технології роботи вантажної станції Ш

Розділ 2. Техніко-економічні показники роботи станції

Розділ 3. Економічна частина

Розділ 4. Охорона праці

Висновок

Список використаних джерел

5. Перелік аркушів презентацій графічної частини БКР

1. Немасштабна схема станції

2. Балансова таблиця

3. Таблиця розподілу поїздів по прибуттю

4. Технологічний графік обробки поїзда по прибуттю

5. Технологічний графік обробки поїзда по відправленню

6. Добовий план-графік роботи станції (1 варіант)

7. Добовий план-графік роботи станції (2 варіант)

8. Таблиця основних показників роботи станції

6. Консультанти до розділів БКР

Розділ	Консультант, його вч.звання, наук. ступінь, прізвище та ініціали	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання отримав
Економіки	к.е.н.,доцент Когут У.І.		13.05.2025
Охорони праці	к.т.н.,доцент Литвиняк О.Я.		12.05.2025

7. Дата видачі завдання 12.05.2025 р

Керівник _____
(підпис)

Завдання отримала до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ БКР

Номер розділу або робіт	Назва розділу або робіт	Термін виконання	Зауваження
	Розділ 1. Аналіз технології роботи вантажної станції Ш	20.05.2025 р	
	Розділ 2. Техніко-економічні показники роботи станції	27.05.2025 р	
	Розділ 3. Економічна частина	01.06.2025 р	
	Розділ 4. Охорона праці	06.06.2025 р	
	Оформлення кваліфікаційної роботи	15.06.2025 р	

Студентка _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Кузьо В.Ю., Возняк О.М. (керівник). Удосконалення роботи вантажної станції Ш у зв'язку зі зміною режиму роботи маневрових локомотивів. Бакалаврська кваліфікаційна робота. – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2025.

Розширена анотація.

Станція Ш, за технічними ознаками, обсягами і характером виконання вантажних робіт є вантажною станцією I-го класу. Станція Ш працює на два напрямки: Ш - У і Ш – Ф, де станції У і Ф – дільничні станції, при чому станція Ф – дільнична станція з основним локомотивним депо. Для розформування та формування маршрутних і вивізних поїздів на станції Ш цілодобово працює один маневровий локомотив ЧМЕ-3. Подавання та забирання місцевих вагонів на вантажні fronti здійснюється тільки власними (ПК1 і ПК3) маневровими локомотивами. Розвезення місцевих вагонів на Л-кому транспортному вузлі на (із) проміжні станції вузла, у т. ч. вантажну станцію Перс, відбувається як маршрутними, так і вивізними поїздами з обох напрямів.

Перший варіант організації роботи станції Ш оснований на цілодобовій роботі станційного маневрового локомотива.

Удосконалення роботи станції Ш передбачає роботу станційного маневрового локомотива тільки у визначений період доби. При цьому, безумовно, змінюється технологія обслуговування під'їзних колій власними маневровими локомотивами. Робота власних маневрових локомотивів в часі – не змінюється.

Розроблені, відповідно, дві графічні моделі роботи станції Ш.

Аналіз і порівняння основних показників роботи станції Ш демонструють незначне покращення середнього простою місцевого вагону на станції Ш, що вже є вагомим аргументом для вибору саме другого варіанту організації роботи станції Ш.

Мета роботи: удосконалення місцевої роботи вантажної станції за рахунок зміни технології роботи маневрових локомотивів.

У результаті проведених досліджень було побудовано два добових планиграфіки, визначено основні показники роботи станції Ш та виконано їх порівняння та аналіз.

Результати роботи можуть бути використані для дослідження режимів роботи станційних маневрових локомотивів на вантажних станціях АТ УЗ.

Ключові слова – вантаж, місцевий вагон, вантажна станція, під'їзна колія, вагонопотік, вантажопотік, витяжна колія, товарна контора, агент комерційний, начальник станції, пункт технічного огляду, вантажний район, пункт комерційного огляду, маневровий локомотив, маршрутний поїзд, вивізний поїзд.

Kuzio V.Yu., Voznyak O.M. (head). Improving the work of the freight station Sh in connection with the change in the operating mode of shunting locomotives. Bachelor's qualification work. – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2025.

Extended abstract.

Station Sh, according to technical characteristics, volumes and nature of cargo work, is a class I freight station. Station Sh operates in two directions: Sh - U and Sh - F, where stations U and F are district stations, with station F being a district station with the main locomotive depot. For the disbandment and formation of route and export trains at station Sh, one shunting locomotive ChME-3 operates around the clock. The supply and collection of local wagons to the freight fronts is carried out only by its own (PK1 and PK3) shunting locomotives. The delivery of local wagons at the L-kom transport node to (from) intermediate stations of the node, including h. freight station Sh, is carried out by both route and export trains from both directions.

The first option for organizing the work of station Sh is based on the round-the-clock operation of the station shunting locomotive.

Improving the work of station Sh involves the operation of the station shunting locomotive only during a certain period of time. At the same time, of course, the technology for servicing the access tracks by its own shunting locomotives changes. The operation of its own shunting locomotives over time does not change.

Accordingly, two graphic models of the work of station Sh have been developed.

Analysis and comparison of the main indicators of the work of the Sh station demonstrate a slight improvement in the average downtime of a local car at station Sh, which is already a weighty argument for choosing the second option for organizing the work of station Sh.

Purpose of the work: improving the local work of the freight station by changing the technology of shunting locomotives.

As a result of the research, two daily schedules were built, the main indicators of the work of station Sh were determined, and their comparison and analysis were performed.

The results of the work can be used to study the operating modes of station shunting locomotives at freight stations of JSC UZ.

Keywords – cargo, local car, freight station, approach track, car flow, freight flow, haul track, freight office, commercial agent, station manager, technical inspection point, freight area, commercial inspection point, shunting locomotive, route train, export train.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ Ш... 9	9
1.1. Технічна й експлуатаційна характеристика станції Ш	9
1.2. Визначення розрахункових обсягів роботи ст.Швант.....	12
1.3. Організація технічної, вантажної та комерційної роботи ст.Швант	16
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СТ.ШВАНТ22	22
2.1. Розрахунок основних показників роботи станції	22
2.2. Аналіз показників роботи станції Швант	28
2.3 Техніко-економічне порівняння та вибір оптимального варіанту механізації вантажно-розвантажувальних робіт на ПКЗ станції Швант	30
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	35
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	42
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТОК А.....	48
ДОДАТОК Б	52
ДОДАТОК В	54
ДОДАТОК Г	59
ДОДАТОК Д.....	68

ВСТУП

Усі споруди та пристрої вантажного господарства мають забезпечувати своєчасне виконання усіх запланованих обсягів вантажопереробки, а також збереження вантажів, механізацію вантажних робіт з дотриманням вимог нормативних актів з охорони праці, своєчасну обробку рухомого складу тощо.

Завдання вантажних станцій – це приймання вантажів до перевезення від вантажовідправників, зважування, зберігання, навантаження, вивантаження, перевантаження, сортування і видавання їх вантажоодержувачам. Крім того, на вантажних станціях відбувається оформлення перевізних документів, проведення розрахунків за перевезення і додаткові послуги, приймання, розформування, формування, відправлення відповідних вантажних поїздів, їх технічне обслуговування і комерційний огляд, передавання вагонів та вантажів, надання вантажоодержувачам і вантажовідправникам інформації про підхід, прибуття та подавання вагонів під вантажні операції на вантажні fronti, виконання маневрової роботи, пов'язаної з подаванням вагонів на вантажні fronti тощо.

У випускній кваліфікаційній роботі наведено перший - існуючий та другий - альтернативний (удосконалений) варіант технології роботи ст.Швант.

Станція Швант - вантажна. Вантажна робота виконується тільки на трьох під'їзних коліях. Для розформування та формування поїздів із місцевими вагонами на станції Швант цілодобово працює один станційний маневровий локомотив, а подавання-забирання вагонів на під'їзні колії здійснюють тільки власні маневрові локомотиви ПК.

Удосконалення роботи ст.Швант передбачає зміну режиму роботи саме станційного маневрового локомотиву – перехід від цілодобової роботи до роботи у визначений період доби. Режими роботи власних маневрових локомотивів підприємств – не змінюються.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ Ш

1.1. Технічна й експлуатаційна характеристика станції Ш

Станція Ш – вантажна, за технічними характеристиками, обсягами і характером виконання вантажних операцій є станцією I-го класу. Станція Швант працює на два напрямки: Швант - У і Швант – Ф, де станції У і Ф – дільничні станції, що обмежують дану дільницю, при чому станція Ф – дільнична станція з основним локомотивним депо.

Для виконання заданих об’ємів роботи та проведення операцій з транзитними та вивізними поїздами станція Швант має колійний розвиток, наведений у табл. 1.1:

Таблиця 1.1

Станційні колії станції Швант

№№ станційних колій	Назва станційних колій ст.Швант	Корисна довжина колій, ум. ваг.	Тип рейок	Марки хрестовин СП	Призначення станційних колій ст.Швант
1	2	3	4	5	6
I	головна	66	P75	1/11	для приймання, відправлення, пропуску пасажирських і вантажних непарних поїздів
II	головна	65	P75	1/11	для приймання, відправлення, пропуску пасажирських і вантажних парних поїздів
3	приймально-відправна	32	P75	1/11	для непарних і парних пасажирських поїздів
4	приймально-відправна	64	P65	1/9	для непарних вантажних поїздів
6	приймально-відправна	63	P65	1/9	для непарних вантажних поїздів
8	приймально-відправна	65	P65	1/9	для парних вантажних поїздів
10	приймально-відправна	64	P65	1/9	для парних вантажних поїздів
12	виставочна	52	P50	1/9	для накопичення місцевих вагонів на ст.Ф

1	2	3	4	5	6
14	сортувальна	51	P50	1/9	для накопичення місцевих вагонів на ст.У
16	сортувальна	49	P50	1/9	для накопичення місцевих вагонів на ПК1
18	сортувальна	48	P50	1/9	для накопичення місцевих вагонів на ПК2
20	сортувальна	47	P50	1/9	для накопичення місцевих вагонів на ПК3
22	сортувальна	46	P50	1/9	для накопичення місцевих вагонів з ПК3
24	витяжна	43	P50	1/9	для розформування та формування вивізних поїздів, перестановки вагонів

До станції Швант примикають під'їзні колії (ПК):

1. ПК1 «кондитерська фабрика» - СП №51 до витяжної колії №24 (повна довжина – 915м);
2. ПК2 «завод будівельних конструкцій» - СП №53 до витяжної колії №24 (повна довжина – 572м);
3. ПК3 «глиноземний завод» - СП №48 до продовження приймально-відправної колії №10 (повна довжина – 4868м);

Колії для виконання вантажних операцій на ПК1 – у таблиці 1.2.

Колії для виконання вантажних операцій на ПК2 – у таблиці 1.3.

Колії для виконання вантажних операцій на ПК3 – у таблиці 1.4.

Немасштабна схема ст.Швант представлена на рис. Г.1 Додатку Г.

Немасштабна схема ПК1 ст.Швант представлена на рис. Г.2 Додатку Г.

Немасштабна схема ПК2 ст.Швант представлена на рис. Г.3 Додатку Г.

Немасштабна схема ПК3 ст.Швант представлена на рис. Г.4 Додатку Г.

Таблиця 1.2

Колії ПК1 ст.Швант

№№ колій	Назва колій ПК1 ст.Швант	Корисна довжина колій, ум. ваг.	Тип рейок	Марки хрестовин СП	Призначення колій ПК1 ст.Швант
1	2	3	4	5	6
31	вантажно-розвантажу вальна	16	P50	1/9	розвантаження/завантаження вагонів із тарними і штучними вантажами - (Т)
32	вантажно-розвантажу вальна	15	P50	1/9	розвантаження/завантаження вагонів із середньотоннажними контейнерами УУК-3(5) – (К)
33	розвантажу вальна	16	P50	1/9	розвантаження вагонів із штабельними вантажами - (Ш)

Таблиця 1.3

Колії ПК2 ст.Швант

№№ колій	Назва колій ПК2 ст.Швант	Корисна довжина колій, ум. ваг.	Тип рейок	Марки хрестовин СП	Призначення колій ПК2 ст.Швант
1	2	3	4	5	6
41	розвантажу вальна	14	P50	1/9	розвантаження вагонів із штабельними вантажами – (Ш) та великоваговими вантажами - (В)
42	вантажно-розвантажу вальна	14	P50	1/9	розвантаження/завантаження вагонів із тарними і штучними вантажами - (Т)

Колії ПКЗ ст.Швант

№№ колій	Назва колій ПКЗ ст.Швант	Корисна довжина колій, ум. ваг.	Тип рейок	Марки хрестовин СП	Призначення колій ПКЗ ст.Швант
1	2	3	4	5	6
51	витяжна	20	P50	1/9	розформування/формування передач на ст.Швант
52	виставочна	22	P50	1/9	накопичення вагонів
53	розвантажувальна	15	P50	1/9	розвантаження тарних і штучних вантажів - (Т)
54	завантажувальна	15	P50	1/9	завантаження тарних і штучних вантажів - (Т)
55	розвантажувальна	14	P50	1/9	розвантаження тарних і штучних вантажів - (Т)
56	завантажувальна	13	P50	1/9	завантаження тарних і штучних вантажів - (Т)
57	розвантажувальна	12	P50	1/9	розвантаження навалочних вантажів - (Н)
58	розвантажувальна	11	P50	1/9	розвантаження штабельних вантажів - (Ш)
59	розвантажувальна	10	P50	1/9	розвантаження штабельних вантажів - (Ш)
60	розвантажувальна	9	P50	1/9	розвантаження великовагових вантажів - (В)

1.2. Визначення розрахункових обсягів роботи ст.Швант

Результати розрахунків - в табл. 1.5 – 1.6.

Таблиця 1.5

Річні, добові вантажопотоки ст.Швант та середнє завантаження вагонів

Під'їзна колія ст.Швант / вантаж	Річні вантажопотоки, т (Q _{річ})		Добові вантажопотоки, т (Q _{доб})		Тип вагону	Середнє завантаження вагону, т
	парн	непар	парн	непар		
1	2	3	4	5	6	7
Прибуття:						
ПК1 / Т	113150		372		КР	31

1	2	3	4	5	6	7
ПК1 / К		119233		392	ПЛ	28
ПК1 / Ш	138700		456		ПВ	38
ПК2 / В	149650		492		ПВ	41
ПК2 / Ш		157558		518	ПВ	37
ПК2 / Т	87600		288		КР	24
ПК3 / Т		1168000		3840	КР	64
ПК3 / Т	219000		720		КР	60
ПК3 / Н		298083		980	ПВ	70
ПК3 / Ш	142350		468		ПВ	39
ПК3 / Ш		170333		560	ПВ	40
ПК3 / В	153300		504		ПВ	42
Всього:	1003750	1913207	3300	6290		
Відправлення:						
ПК1 / Т	43800	29200	144	96	КР	24
ПК1 / К	63875	63875	210	210	ПЛ	30
ПК2 / Т	62050	41366	204	136	КР	34
ПК3 / Т	1168000		3840		КР	64
ПК3 / Т	60225	40150	198	132	КР	33
Всього:	1397950	174591	4596	574		

Таблиця 1.6

Добові вагонопотоки ст.Швант

Назва пункту вантажної роботи ст.Швант / вид вантажу	Добові вантажопотоки, т (Qдоб)		Середнє завантаження вагону, т	Nдоб, ваг	
	парний	непарний		парний	непарний
1	2	3	4	5	6
Прибуття:					
ПК1 / Т	372		31	12	
ПК1 / К		392	28		14
ПК1 / Ш	456		38	12	
ПК2 / В	492		41	12	
ПК2 / Ш		518	37		14
ПК2 / Т	288		24	12	
ПК3 / Т		3840	64		60
ПК3 / Т	720		64	12	
ПК3 / Н		980	70		14
ПК3 / Ш	468		39	12	

1	2	3	4	5	6
ПК3 / Ш		560	40		14
ПК3 / В	504		42	12	
Всього:	3300	6290		84	116
«по відправленню»					
ПК1 / Т	144	96	24	6	4
ПК1 / К	210	210	30	7	7
ПК2 / Т	204	136	34	6	4
ПК3 / Т	3840		64	60	
ПК3 / Т	198	132	33	6	4
Порожняк					0/96
Всього:	4596	574		85/0	19/96

Балансова таблиця ст.Швант наведена у табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Балансова таблиця ст.Швант

Пункт вантажної роботи ст.Швант / вантаж	Типи вагонів											
	розвантаження			завантаження			надлишок			нестача		
	КР	ПВ	ПЛ	КР	ПВ	ПЛ	КР	ПВ	ПЛ	КР	ПВ	ПЛ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПК1 / Т	12			10			2					
ПК1 / К			14			14						
ПК1 / Ш		12						12				
ПК2 / В		12						12				
ПК2 / Ш		14						14				
ПК2 / Т	12			10			2					
ПК3 / Т	60											
ПК3 / Т				60								
ПК3 / Т	12						2					
ПК3 / Т				10								
ПК3 / Н		14						14				
ПК3 / Ш		12						12				
ПК3 / Ш		14						14				
ПК3 / В		12						12				
Всього по ст.Швант	96	90	14	90	0	14	6	90	0	0	0	0

З балансової таблиці видно, що:

1 на ПК1 під завантаження Т-вантажів (10КР) і К-вантажів (14ПЛ) використовуються відповідні порожні вагони з-під розвантаження тих самих вантажів на тих самих вантажних фронтах.

2 на ПК2 під завантаження Т-вантажів (10КР) використовуються порожні криті вагони з-під розвантаження тих самих вантажів на тому самому вантажному фронті.

3 на ПК3 під завантаження Т-вантажів (60КР + 10КР) використовуються порожні криті вагони з-під розвантаження тих самих вантажів на інших вантажних фронтах.

4 Порожні вагони, не завантажені на ст.Швант (6КР + 90ПВ), відправляються в регулювання вивізними поїздами на ст.У.

На ПК3 за добу прибуває 1 відправницький маршрут (60КР вагонів із Т-вантажами) і відправляється 1 відправницький маршрут (60КР вагонів із Т-вантажами). Вантаж – масовий. З вагонами проводяться подвійні вантажні операції.

Для добових планів-графіків розрахована кількість вивізних поїздів «по прибуттю» на ст.Швант з парного напрямку:

$$N_{\text{вив пар}} = 84 / 42 = 2,0 = 2$$

Приймається: поїзд № 3552 - 42 вагони; поїзд № 3554 – 42 вагони.

Для добових планів-графіків розрахована кількість вивізних поїздів «по прибуттю» на ст.Швант з непарного напрямку:

$$N_{\text{вив непар}} = 116-60 / 42 = 1,3 = 2$$

Приймається: поїзд № 3551 - 42 вагони; поїзд № 3553 – 14 вагонів.

Для добових планів-графіків розрахована кількість вивізних поїздів по відправленню зі ст.Швант в парний напрям:

$$N_{\text{вив пар}} = (85 - 60) / 42 = 0,6 = 1$$

Приймається: поїзд № 3556 - 25 вагонів.

Для добових планів-графіків розрахована кількість вивізних поїздів по відправленню зі ст.Швант в непарний напрям:

$$N_{\text{вив пар}} = (19 + 0/96) / 42 = 2,7 = 3$$

Приймається: поїзд № 3555 - 42 вагони, поїзд № 3557 - 42 вагони, поїзд № 3559 - 31 вагон.

Прийнятий випадковий розподіл місцевих вагонів, що прибувають на ст.Швант у вивізних поїздах, наведений у таб. 1.8.

Таблиця 1.8

Розподіл вагонів «по прибуттю» на ст.Швант

Пункт вантажної роботи ст.Швант / вантаж	Розподіл вагонів, що прибувають на ст.Швант					
	Парн	№ 3552	№ 3554	Непарн	№3551	№ 3553
1	2	3	4	5	6	7
ПК1 / Т	12	6	6			
ПК1 / К				14	7	7
ПК1 / Ш	12	6	6			
ПК2 / В	12	6	6			
ПК2 / Ш				14	7	7
ПК2 / Т	12	6	6			
ПК3 / Т	12	6	6			
ПК3 / Н				14	14	
ПК3 / Ш	12	6	6			
ПК3 / Ш				14	14	
ПК3 / В	12	6	6			
Всього:	84	42	42	56	42	14

1.3. Організація технічної, вантажної та комерційної роботи ст.Швант

Розвезення місцевих вагонів на даній дільниці (У - Ф) здійснюється вивізними поїздами. Вантажна станція Ш крім того приймає та відправляє щодобово один маршрутний поїзд із масовим Т-вантажем.

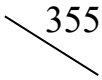





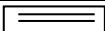
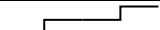






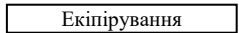
Технологічний графік обробки вивізного та маршрутного поїзда «по прибуттю» на ст.Швант наведений в Додатку на рис. Г.7.

Технологічний графік обробки вивізного та маршрутного поїзда «по відправленню» зі ст.Швант наведений в Додатку на рис. Г.8.

Для розробки графічних моделей роботи ст.Швант прийняті «норми часу та умовні позначення на виконання операцій із поїздами та вагонами», наведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Норми часу для ст.Швант та умовні позначення операцій із поїздами та вагонами

Назва операцій із поїздами та вагонами на ст.Швант	Норми часу, хв	Умовні позначення
1	2	3
Слідування вивізного (маршрутного) поїзда по перегонам	20	
Зайняття стрілок горловини ст.Швант поїздом, що прибуває	5	
Зайняття стрілок горловини поїздом, що відправляється	5	
Подавання та прибирання поїзного локомотива (тепловоза)	5	
Операції з обробки поїздів «по прибуттю» на ст.Швант	50	
Перестановка (розстановка – вкл.) вагонів	10	
Операції з розформування поїзда	50	
Накопичення вагонів на колії		
Операції з формування поїздів	10	
Розвантаження вагонів на ПК		
Завантаження вагонів на ПК		
Очікування операцій		
Обробка поїзда свого формування	60	
Зміна локомотивних бригад	20	
Екіпірування маневрових локомотивів	120	

Розрахунки площі та основних лінійних розмірів складів на ПКА, ПКТ і ПКВ, що примикають до ст.Швант, проводяться за формулами з додатку А. Результати розрахунків зведені у табл. 1.10 – 1.17.

Таблиця 1.10

Терміни зберігання вантажів на складах ст.Швант

Назва ПК	Вид вантажу	Тзб пр, діб	Тзб від, діб	Тзб заг, діб
1	2	3	4	5
ПК1	Т	2,1	1,49	3,50
ПК1	К	1,99	1,01	3,00
ПК1	Ш	2,35		2,35
ПК2	В	2,27		2,27
ПК2	Ш	2,25		2,25
ПК2	Т	2,0	1,33	3,33
ПК3	Т	1,75		1,75
ПК3	Т		1,43	1,43
ПК3	Т	1,95		1,95
ПК3	Т		1,37	1,37
ПК3	Ш	2,55		2,55
ПК3	Ш	2,65		2,65
ПК3	В	2,45		2,45

Таблиця 1.11

Місткість складів

Назва ПК	Вид вантажу	Qдоб, т	Кскл	Ескл, т діб
1	2	3	4	5
ПК1	Т	612	0,88	153,87
ПК1	К	812	0,93	251,72
ПК1	Ш	456	0,85	164,94
ПК2	В	492	0,92	199,40
ПК2	Ш	518	0,80	184,18
ПК2	Т	628	0,89	167,84
ПК3	Т	3840	0,84	1843,20
ПК3	Т	3840	0,83	2228,81
ПК3	Т	720	0,91	336,00
ПК3	Т	330	0,90	216,79
ПК3	Ш	468	0,86	157,84
ПК3	Ш	560	0,89	188,08
ПК3	В	504	0,88	181,03

Таблиця 1.12

Необхідна площа складів

Назва ПК	Вид вантажу	Кпр	Q, т/кв.м	Fскл, кв.м
1	2	3	4	5
ПК1	Т	1,67	0,84	305,92
ПК1	К	1,77	0,55	810,08
ПК1	Ш	1,88	1,05	295,31
ПК2	В	1,56	0,89	349,51
ПК2	Ш	1,79	0,99	333,01
ПК2	Т	1,66	0,84	331,69
ПК3	Т	1,64	0,82	3686,40
ПК3	Т	1,64	0,81	4512,65
ПК3	Т	1,65	0,83	667,95
ПК3	Т	1,63	0,82	430,93
ПК3	Ш	1,76	1,02	430,93
ПК3	Ш	1,86	1,03	430,93
ПК3	В	1,61	0,90	430,93

Таблиця 1.13

Ширина та необхідна довжина складів

Назва ПК	Вид вантажу	Тип крану /	Вскл, м	Лскл, м
1	2	3	4	5
ПК1	Т	ЕП-103	24,00	12,74
ПК1	К	КК-6 / 24	21,00	38,57
ПК1	Ш	КК-6 / 24	21,00	14,06
ПК2	В	КК-6 / 24	21,00	16,64
ПК2	Ш	КК-6 / 24	21,00	15,85
ПК2	Т	ЕП-103	24,00	13,82
ПК3	Т	ЕП-103	24,00	153,60
ПК3	Т	ЕП-103	24,00	188,02
ПК3	Т	ЕП-103	24,00	27,83
ПК3	Т	ЕП-103	24,00	17,95
ПК3	Ш	КК-6 / 24	21,00	20,52
ПК3	Ш	КК-6 / 24	21,00	20,52
ПК3	В	КК-6 / 24	21,00	20,52

Таблиця 1.14

Заокруглена довжина складів і довжина вантажних фронтів

Назва ПК	Вид	Lскл	Nваг	Lваг, м	Zпод	Zзм	а, м	Lф, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК1	Т	72	6	14,73	4	2	14	25,0475
ПК1	К	42	7	13,92	4	2	7	19,18
ПК1	Ш	18	6	13,92	4	2	7	17,44
ПК2	В	18	6	13,92	4	2	7	17,44
ПК2	Ш	18	7	13,92	4	2	7	19,18
ПК2	Т	72	6	14,73	4	2	14	25,0475
ПК3	Т	216	15	14,73	4	2	14	41,61875
ПК3	Т	216	15	14,73	4	2	14	41,61875
ПК3	Т	72	6	14,73	4	2	14	25,0475
ПК3	Т	72	6	14,73	4	2	14	25,0475
ПК3	Ш	24	6	13,92	4	2	7	17,44
ПК3	Ш	24	14	13,92	4	2	7	31,36
ПК3	В	24	6	13,92	4	2	13	23,44

Таблиця 1.15

Остаточні параметри та площа складів

Назва ПК	Вид вантажу	Lскл о, м	Вскл о, м	Fскл о, кв.м
1	2	3	4	5
ПК1	Т	72	24,00	1728,00
ПК1	К	42	21,00	882,00
ПК1	Ш	18	21,00	378,00
ПК2	В	18	21,00	378,00
ПК2	Ш	18	21,00	378,00
ПК2	Т	72	24,00	1728,00
ПК3	Т	216	24,00	5184,00
ПК3	Т	216	24,00	5184,00
ПК3	Т	72	24,00	1728,00
ПК3	Т	72	24,00	1728,00
ПК3	Ш	24	21,00	504,00
ПК3	Ш	24	21,00	504,00
ПК3	В	24	21,00	504,00

Таблиця 1.16

Визначення кількості ВРМ

Назва ПК	Вид	Qрiчн мех, т-оп	Тип ВРМ	Птех, т	Пзм, т/зм	Zрозр
1	2	3	4	5	6	7
ПК1	Т	279225	ЕП-103	42,00	215,04	1
ПК1	К	370475	КК-6	40,00	204,80	1
ПК1	Ш	208050	КК-6	40,00	204,80	1
ПК2	В	224475	КК-6	41,00	209,92	1
ПК2	Ш	236337	КК-6	40,00	204,80	1
ПК2	Т	286524	ЕП-103	42,00	215,04	1
ПК3	Т	1752000	ЕП-103	42,00	215,04	4
ПК3	Т	1752000	ЕП-103	42,00	215,04	4
ПК3	Т	328500	ЕП-103	42,00	215,04	1
ПК3	Т	150563	ЕП-103	42,00	215,04	1
ПК3	Ш	213525	КК-6	40,00	204,80	1
ПК3	Ш	255499	КК-6	40,00	204,80	1
ПК3	В	229950	КК-6	41,00	209,92	1

Таблиця 1.17

Час на виконання вантажних операцій

Назва ПК	Вид	Кількість	qв, т	Птех,	Zрац	tпк,	Tвант, год
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК1	Т	4/6	24	42,00	2	0,25	1,50/2,00
ПК1	К	7	28	40,00	2	0,25	2,67
ПК1	Ш	6	38	40,00	2	0,25	3,17
ПК2	В	6	41	41,00	2	0,25	3,33
ПК2	Ш	7	37	40,00	2	0,25	3,50
ПК2	Т	4/6	24	42,00	2	0,25	1,50/2,00
ПК3	Т	15	64	42,00	8	0,25	3,17
ПК3	Т	15	64	42,00	8	0,25	3,17
ПК3	Т	6	60	42,00	2	0,25	4,50
ПК3	Т	4/6	33	42,00	2	0,25	1,83/2,67
ПК3	Ш	6	39	40,00	2	0,25	3,17
ПК3	Ш	14	40	40,00	2	0,25	7,33
ПК3	В	6	42	41,00	2	0,25	3,33

Для Н-вантажів, що прибувають та розвантажуються на підвищеній колії ПКВ, час на виконання розвантажувальних операцій може бути визначений за формулою:

$$\langle \text{Tвант} = m_{\text{ваг}} * (t_{\text{пз}}), \text{ год} \rangle \quad (1.4)$$

$$\text{Tвант } 14 = 14 * 0,15 = 2,10 \text{ год} = 130 \text{ хв.}$$

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ст.Швант

2.1. Розрахунок основних показників роботи станції

Методика розрахунків - у додатку Б.

1 варіант добового плану-графіка.

Вагонообіг станції Швант:

$$B = 200 + 200 = 400 \text{ ваг/добу}$$

Простій місцевого вагону на ст.Швант.

Таблиця 2.1

Простій під операціями прибуття (ст.Швант)

№ поїзда, що прибуває на ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
3552	12	2,33	27,96
3552	12	3,67	44,04
3552	18	5,17	93,06
2007	30	1,67	50,10
2007	30	13,50	405,00
3551	7	2,33	16,31
3551	7	3,50	24,50
3551	28	2,67	74,76
3554	12	2,33	27,96
3554	12	3,83	45,96
3554	18	6,00	108,00
3556	7	2,17	15,19
3556	7	3,67	25,69
Разом по ст.Швант	200		958,53

$$T_{\text{пр}} = 958,53 / 200 = 4,79 \text{ год.}$$

Таблиця 2.2

Простій під вантажними операціями (ст.Швант)

Назва пункту вантажної роботи ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
ПК1	12	5,83	69,96
ПК1	7	7,17	50,19
ПК1	12	7,00	84,00
ПК1	7	7,33	51,31

ПК2	12	7,00	84,00
ПК2	7	7,50	52,50
ПК2	12	7,00	84,00
ПК2	7	7,00	49,00
ПК3	30	11,50	345,00
ПК3	30	11,83	354,90
ПК3	12	7,17	86,04
ПК3	14	3,67	51,38
ПК3	6	12,50	75,00
ПК3	14	9,00	126,00
ПК3	12	6,50	78,00
ПК3	6	11,00	66,00
Разом	200		1707,28

Твант = 1707,28 / 200 = 8,54 год.

Таблиця 2.3

Розрахунок простоїв під накопиченням на ст.Швант

№ колії ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
22	12	1,50	18
22	30	1,67	50,1
22	36	0,50	18
22	30	6,83	204,9
22	56	1,67	93,52
22	30	1,33	39,9
22	60	0,83	49,8
22	20	0,83	16,6
18	12	0,67	8,04
18	7	0,50	3,5
18	12	0,50	6
18	7	0,50	3,5
16	7	0,50	3,5
16	12	0,67	8,04
16	7	0,50	3,5
16	12	0,67	8,04
14	24	0,33	7,92
14	36	0,17	6,12

Продовження Таблиці 2.3

1	2	3	4
14	5	2,33	11,65
14	17	3,17	53,89
14	24	0,33	7,92
14	30	3,67	110,1
14	36	2,17	78,12
14	42	0,33	13,86
14	26	2,00	52
14	33	1,50	49,5
14	40	1,00	40
14	54	1,50	81
14	12	2,00	24
14	24	1,17	28,08
12	18	4,83	86,94
12	25	0,17	4,25
12	6	2,50	15
12	12	6,83	81,96
12	18	4,67	84,06
Разом			1371,31

$$T_{\text{нак}} = 1371,31 / 200 = 6,86 \text{ год.}$$

Таблиця 2.4

Простій під операціями відправлення на ст.Швант

№ колії ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
10	60	2,33	139,8
10	25	2,17	54,25
6	31	1,33	41,23
6	42	1,33	55,86
6	42	1,33	55,86
Разом	200		347,00

$$T_{\text{відпр}} = 347,00 / 200 = 1,74 \text{ год.}$$

$$T_{\text{м}} = 4,79 + 8,54 + 6,86 + 1,74 = 21,92 \text{ год.}$$

Коефіцієнт подвійних операцій (ст.Швант):

$$\Pi = 200 + 0 = 200 \text{ ваг.}$$

$$K_{\text{подв}} = (104 + 200) / 200 = 1,52$$

Середній простій місцевого вагону (ст.Швант) під однією вантажною операцією:

$$T_{во} = 21,92 / 1,52 = 14,42 \text{ год.}$$

Необхідна кількість маневрових локомотивів (ст.Швант):

$$N_{м ст} = 510 / (1440 - 160) = 0,40 = 1$$

$$N_{м пк1} = 850 / (1440 - 160) = 0,66 = 1$$

$$N_{м пк3} = 860 / (1440 - 160) = 0,67 = 1$$

Коефіцієнт використання маневрових локомотивів (ст.Швант):

$$K_{м ст} = 510 / (1440 * 1) = 0,35 = 35\%$$

$$K_{м пк1} = 850 / (1440 * 1) = 0,59 = 59\%$$

$$K_{м пк3} = 860 / (1440 * 1) = 0,60 = 60\%$$

Продуктивність маневрових локомотивів (ст.Швант):

$$П \text{ лок ст} = 0 \text{ ваг/добу}$$

$$П \text{ лок ст1} = 110 / 0,66 = 166,67 \text{ ваг/добу}$$

$$П \text{ лок пк} = 194 / 0,67 = 289,55 \text{ ваг/добу.}$$

2 варіант

Вагонообіг станції Швант:

$$В = 200 + 200 = 400 \text{ ваг/добу}$$

Простій місцевого вагону на ст.Швант.

Таблиця 2.5

Простій під операціями прибуття (ст.Швант)

№ поїзда, що прибуває на ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
3552	12	4,17	50,04
3552	12	3,00	36,00
3552	18	5,17	93,06
2007	30	1,67	50,10
2007	30	8,33	249,90
3551	7	3,50	24,50
3551	7	2,50	17,50
3551	28	6,67	186,76
3554	12	3,33	39,96

1	2	3	4
3554	12	2,17	26,04
3554	18	5,17	93,06
3553	7	7,67	53,69
3553	7	9,00	63,00
Разом по ст.Швант	200		983,61

$$T_{пр} = 983,61 / 200 = 4,92 \text{ год.}$$

Таблиця 2.6

Простій під вантажними операціями (ст.Швант)

Назва пункту вантажної роботи ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
ПК1	7	9,17	64,19
ПК1	12	6,67	80,04
ПК1	7	7,00	49,00
ПК1	12	4,67	56,04
ПК2	19	5,17	98,23
ПК2	7	4,50	31,50
ПК2	12	4,67	56,04
ПК3	30	11,50	345,00
ПК3	30	13,00	390,00
ПК3	6	4,83	28,98
ПК3	6	7,17	43,02
ПК3	6	11,67	70,02
ПК3	28	8,83	247,24
ПК3	18	8,00	144,00
Разом	200		1703,30

$$T_{вант} = 1703,30 / 200 = 8,52 \text{ год.}$$

Таблиця 2.7

Розрахунок простоїв під накопиченням на ст.Швант

№ колії ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
22	64	0,33	21,12
22	94	0,67	62,98
22	34	1,17	39,78

22	46	1,83	84,18
22	6	0,50	3,00
22	6	0,50	3,00
22	30	1,67	50,10
22	36	4,67	168,12
22	64	1,50	96,00
18	12	0,83	9,96
18	19	0,83	15,77
18	7	1,00	7,00
18	12	4,17	50,04
16	19	1,00	19,00
16	19	0,83	15,77
16	7	3,50	24,50
16	19	3,00	57,0
14	12	0,17	2,04
14	31	2,67	82,77
14	46	0,17	7,82
14	4	5,83	23,32
14	17	1,33	22,61
14	23	1,00	23,00
14	29	1,33	38,57
14	35	1,17	40,95
14	42	0,17	7,14
12	6	7,50	45,00
12	12	2,67	32,04
12	25	0,17	4,25
Разом			1056,83

$T_{\text{нак}} = 1056,83 / 200 = 5,28$ год.

Таблиця 2.8

Простій під операціями відправлення на ст.Швант

№ колії ст.Швант	Кількість вагонів	Простій вагонів, год	Вагоно-години простою
1	2	3	4
10	60	1,33	79,80
10	25	1,33	33,25
6	31	1,33	41,23
1	42	3,33	139,86
6	42	1,33	55,86
Разом	200		350,00

$$T_{\text{відпр}} = 350,00 / 200 = 1,75 \text{ год.}$$

$$T_{\text{м}} = 4,92 + 8,52 + 5,28 + 1,75 = 20,47 \text{ год.}$$

Коефіцієнт подвійних операцій (ст.Швант):

$$П = 200 + 0 = 200 \text{ ваг.}$$

$$K_{\text{подв}} = (104 + 200) / 200 = 1,52$$

Середній простій місцевого вагону (ст.Швант) під однією вантажною операцією:

$$T_{\text{во}} = 20,47 / 1,52 = 13,47 \text{ год.}$$

Необхідна кількість маневрових локомотивів (ст.Швант):

$$N_{\text{м ст}} = 590 / (880 - 140) = 0,80 = 1$$

$$N_{\text{м пк1}} = 950 / (1440 - 160) = 0,74 = 1$$

$$N_{\text{м пк3}} = 1000 / (1440 - 160) = 0,78 = 1$$

Коефіцієнт використання маневрових локомотивів (ст.Швант):

$$K_{\text{м ст}} = 590 / (880 * 1) = 0,67 = 67\%$$

$$K_{\text{м пк1}} = 950 / (1440 * 1) = 0,66 = 66\%$$

$$K_{\text{м пк3}} = 1000 / (1440 * 1) = 0,69 = 69\%$$

Продуктивність маневрових локомотивів (ст.Швант):

$$П_{\text{лок ст}} = 0 \text{ ваг/добу}$$

$$П_{\text{лок ст1}} = 110 / 0,74 = 148,65 \text{ ваг/добу}$$

$$П_{\text{лок пк}} = 194 / 0,78 = 248,71 \text{ ваг/добу.}$$

2.2. Аналіз показників роботи станції Швант

Технологія роботи ст.Швант (1 варіант) оснований на обслуговуванні під'їзних колій (подавання, встановлення, перестановка, забирання) тільки власними маневровими локомотивами, при чому маневровий локомотив ПК1 обслуговує ПК1 і ПК2, а маневровий локомотив ПК3 – тільки ПК3. Станційний маневровий локомотив виконує тільки операції розформування вивізних поїздів після прибуття, перестановки вагонів (груп вагонів) на станційних коліях і формування маршрутного та вивізних поїздів. При цьому станційний маневровий локомотив має технічні операції – зміну локомотивних бригад (на 8-00 та 20-00 год) і екіпірування (120 хв протягом доби).

Після розробки графічної моделі роботи станції Швант за 1 варіантом були розраховані та проаналізовані основні показники роботи вантажної станції:

- вагонообіг станції – 400 ваг/доб;
- середній простій місцевого вагону – 21,92 год;
- коефіцієнт подвійних операцій – 1,52;
- простій під однією вантажною операцією – 14,42 год;
- необхідна кількість маневрових локомотивів: залізниці $N_m \text{ ст} = 0,40$; власних $N_m \text{ пк1} = 0,66$; $N_m \text{ пк3} = 0,67$;
- коефіцієнти використання маневрових локомотивів: залізниці $K_m \text{ ст} = 0,35$; власних $K_m \text{ пк1} = 0,59$; $K_m \text{ пк3} = 0,60$;

продуктивність маневрових локомотивів: залізниці $P_m \text{ ст1} = 0$ ваг/лок; власних $P_m \text{ пк1} = 166,67$ ваг/лок; $P_m \text{ пк3} = 289,55$ ваг/лок.

Удосконалення роботи ст.Швант пов'язане зі зміною режиму роботи станційного маневрового локомотива (працює не цілодобово, а тільки у визначений період доби, наприклад, з 0-40 до 15-20 год), що змінює і порядок обслуговування під'їзних колій.

Після розробки графічної моделі роботи станції Швант за 2 варіантом були також розраховані та проаналізовані основні показники роботи вантажної станції:

- вагонообіг станції – 400 ваг/доб;
- середній простій місцевого вагону – 20,47 год;
- коефіцієнт подвійних операцій – 1,52;
- простій під однією вантажною операцією – 13,47 год;
- необхідна кількість маневрових локомотивів: залізниці $N_m \text{ ст} = 0,80$; власних $N_m \text{ пк1} = 0,74$; $N_m \text{ пк3} = 0,78$;
- коефіцієнти використання маневрових локомотивів: залізниці $K_m \text{ ст} = 0,67$; власних $K_m \text{ пк1} = 0,66$; $K_m \text{ пк3} = 0,69$;
- продуктивність маневрових локомотивів: залізниці $P_m \text{ ст1} = 0$ ваг/лок; власних $P_m \text{ пк1} = 148,65$ ваг/лок; $P_m \text{ пк3} = 248,71$ ваг/лок.

Після порівняння показників можна зробити висновок, що відбулося зменшення середнього простою місцевого вагону (майже на 1,5 год) та простою

місцевого вагону під однією вантажною операцією (майже на годину). Але, крім того, майже у 2 рази покращується використання станційного маневрового локомотива на ст.Швант із можливістю його подальшого використання на інших проміжних станціях дільниці (наприклад, в якості диспетчерського). Покращення такого показника як середній простій місцевого вагону стало можливим після зміни технології роботи, в першу чергу, з маршрутизованими Т-вантажками (прискорення подавання вагонів під розвантаження на ПКЗ та прискорення формування маршрутного поїзда на станційних коліях перед відправленням, що означає скорочення простою місцевого вагону під накопиченням). Усі технологічні зміни за 2 варіантом демонструє добовий план-графік.

Необхідно зазначити, що другий (удосконалений) варіант роботи ст.Швант змінює також і показники використання власних маневрових локомотивів ПК1 і ПК3, але незначні коливання значень цих показників за варіантами не суттєві і не несуть додаткових фінансових витрат підприємств-власників під'їзних колій.

2.3 Техніко-економічне порівняння та вибір оптимального варіанту механізації вантажно-розвантажувальних робіт на ПКЗ станції Швант

Алгоритм виконаних розрахунків – у додатку В.

Для Т-вантажів, що прибувають, пропонуються такі варіанти механізації ВРР:

- варіант 1 – навантажувач ЕП-103;
- варіант 2 – навантажувач ЕП-205.

Q річ приб = 1168000 т/рік

Q доб приб = 3840 т/добу

N доб приб = 60 ваг/добу

F скл 1 = 40716 кв.м – ЕП-103 (довгою стороною)

F скл 2 = 32625 кв.м – ЕП-205 (короткою стороною)

L скл 1 = 1872 м – ЕП-103 (довгою стороною)

L скл 2 = 1500 м – ЕП-205 (короткою стороною)

K кор1 = 0,14549 - ЕП-205 (короткою стороною)

$Z1 = 7,75 = 8$

$$Z_2 = 7,11 = 8$$

$$t_{\text{вант 1}} = 3,5 \text{ год}$$

$$t_{\text{вант 2}} = 3,2 \text{ год}$$

Таблиця 2.10

Визначення капіталовкладень на ПКЗ ст.Швант

№ п/п	Назва об'єкту на ПКЗ ст.Швант	Одиниця вимірювання	Вартість одиниці, у.о.	Кількість на одиницю вимірювання	Капітальні витрати, у.о.
1	2	3	4	5	6
ЕП-103					
1	ЕП-103	шт	335000	Z1	2680000
2	Площа критого складу	м. кв	50	Фскл 1	2035800
3	Площа автопроїздів	м. кв	40	Лскл 1 * 5	374400
4	Залізнична колія	м	200	Лскл 1	374400
5	Електромережа	м	25	Лскл 1 * 2	93600
6	Водопровід	м	25	Лскл 1	46800
	Разом				5605000
ЕП-205					
1	ЕП-205	шт	440000	Zм	3520000
2	Площа критого складу	м. кв	50	Фскл 2	1631250
3	Площа автопроїздів	м. кв	40	Лскл 2 * 5	300000
4	Залізнична колія	м	200	Лскл 2	300000
5	Електромережа	м	25	Лскл 2 * 2	75000
6	Водопровід	м	25	Лскл 2	37500
	Разом				5863750

$$KB_{\text{пер.1}} = 0.05 * 5605000 = 280250,00 \text{ у.о.}$$

$$KB_{\text{пер.2}} = 0.05 * 5863750 = 293187,50 \text{ у.о.}$$

$$KB_{\text{монт.1}} = 0.12 * 5605000 = 672600,00 \text{ у.о.}$$

$$KB_{\text{монт.2}} = 0.12 * 5863750 = 703650,00 \text{ у.о.}$$

$$ZKB_1 = 6557850,00 \text{ у.о.}$$

ZKB 2 = 6860587,50 у.о.

31 = 1.6 * 2920 * (8 * 1,25 + 8 * 1,05) = 290131,20 у.о.

32 = 1.6 * 2920 * (8 * 1,25 + 8 * 1,05) = 290131,20 у.о.

E 1 = 1416998,26 у.о.

E 2 = 1508150,19 у.о.

O 1 = 0.05 * 1416998,26 = 70849,91 у.о.

O 2 = 0.05 * 1508150,19 = 75407,51 у.о.

Таблиця 2.11

Визначення експлуатаційних витрат на амортизацію, середній і поточний ремонт складу для Т-вантажів на ПКЗ ст.Швант

№ п/п	Назва об'єкту на ст.Швант	Відрахування, % на амортизацію	Відрахування, % на середній і поточний ремонт	Відрахування, % загальні	Вартість обладнання, у.о.	Розмір відрахування, у.о.
1	2	3	4	5	6	7
ЕП-103						
1	ЕП-103	16,0%	6,0%	22,0%	2680000	589600
2	Площа критого складу	14,0%	5,0%	19,0%	2035800	386802
3	Площа автопроїздів	14,0%	6,0%	20,0%	374400	74880
4	Залізнична колія	9,0%	7,0%	16,0%	374400	59904
5	Електромережа	6,0%	2,0%	8,0%	93600	7488
6	Водопровід	6,0%	3,0%	9,0%	46800	4212
	Разом					1122886
ЕП-205						
1	ЕП-205	16,0%	6,0%	22,0%	3520000	774400

Продовження Таблиці 2.11

1	2	3	4	5	6	7
2	Площа критого складу	14,0%	5,0%	19,0%	1631250	309938
3	Площа автопроїздів	14,0%	6,0%	20,0%	300000	60000
4	Залізнична колія	9,0%	7,0%	16,0%	300000	48000
5	Електромережа	6,0%	2,0%	8,0%	75000	6000
6	Водопровід	6,0%	3,0%	9,0%	37500	3375
	Разом км					1201713

ZE EP-103 C1 = 2900865,37 у.о.

ZE EP-205 C2 = 3075401,90 у.о.

EP-103 – C T-o = 2,48 у.о./T-оп

EP-205 – C T-o = 2,63 у.о./T-оп

EP-103 - Пк = 2,07 T-оп/люд-год

EP-205 - Пм = 2,07 T-оп/люд-год

C приб = 5257,20 у.о.

П нав 1 = 3556650,37 у.о.

П нав 2 = 3761460,65 у.о.

Таблиця 2.12

Визначення оптимального варіанту складу для T-вантажів на ПКЗ ст.Швант:

Показник	1 варіант (EP-103)	2 варіант (EP-205)
	2	3
1. Капітальні витрати, К, у.о.	6557850,00	6860587,50
2. Річні експлуатаційні витрати, С, у.о.	2900865,37	3075401,90

3. Собівартість 1 тонно-операції, С т-о, у.о/т-оп.	2,48	2,63
4. Продуктивність праці, П т-оп/люд-год	2,07	2,07
5. Наведені витрати, у.о.	3556650,37	3761460,65
6. Термін окупності додаткових капіталовкладень, Ток, років	Не розраховувався	

Висновок: Оптимальним для критого складу Т-вантажів на ПКЗ ст.Швант буде варіант використання електронавантажувачів ЕП-103 (менші капіталовкладення, річні експлуатаційні, наведені витрати та собівартість 1 т-операції).

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА
ВИЗНАЧЕННЯ ШТАТУ ТА ФОНДУ ОПЛАТИ ПРАЦІ ст.Швант

Таблиця 3.1

<i>Таблиця 3.1</i>						
Розрахунок контингенту працівників ст.Швант						
№ ст.	Посада, професія	Норма обслуговування	К-сть об'єктів	К-сть змін	Контингент	
					явочний	списковий
1	2	3	4	5	6	7
45	Черговий по коліях і парках	1	0	4,3	0	0
	Складач поїздів	1	1	4,3	4	5
	Старший черговий стрілочного посту	1	1	4,3	4	5
Всього по ст. 45					8	10
47	Черговий станції	1	1	4,3	4	5
	Оператор при ДСП	1	1	4,3	4	5
	Оператор СТЦ ЕОМ	1	1	4,3	4	5
Всього по ст. 47					12	15
49	Прибиральник виробничих приміщень				0	0
	Стаційний робітник	1	1	1	1	1
Всього по ст. 49					1	1
Всього по цеху перевезень					21	26
30	Агент комерційний (пз)	1	2	4,3	8	10
	Агент комерційний (тк)	1	1	4,3	4	5
	Старший агент комерційний (тк)	1	1	1	1	1
Всього по ст. 30					13	16

Продовження Таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
36	Старший приймальник поїздів ПКО	1	1	1	1	1
	Приймоздавач поїздів ПКО	1	1	4,3	4	5
Всього по ст. 36					5	6
	Всього по ст. 35				0	0
Всього по вантажному цеху					18	22
<i>Апарат управління</i>						
550	Начальник станції	1	1	1	1	1
	Інженер I категорії	1	1	1	1	1
Всього по апарату управління					2	2
Всього разом по ст.Швант					41	50

Таблиця 3.2

Штатний розклад ст.Швант

№ статті	Посада, професія	КОНТИНГЕНТ	Посад. оклад, тарифна ставка, у.о.	Заробітна плата, у.о.					Всього на 1 робітника, у.о.	Річний ФОП, у.о.
				Премія	Нічні	Святкові	Допл. за кваліфік.	Допл. за висл. років		
				4,5						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
550	Начальник станції	1	17500	945,00				3500	21945	263340
	Головний інженер	0	15850	855,90				3170	19875,9	0
	Заступник ДС	0	16000	864,00				3200	20064	0
	Головн. Бухгалтер	0	14000	756,00				2800	17556	0
	Нач. Відділу кадрів	0	11000	594,00				2200	13794	0
	Нач. Виробничо-тех. відділу	0	8800	475,20				1760	11035,2	0
	Нач. Штабу ЦО	0	8700	469,80				1740	10909,8	0
	Економіст	0	10000	540,00				2000	12540	0
	Інженер I категорії	1	10000	540,00				2000	12540	150480
	Бухгалтер	0	10000	540,00				2000	12540	0
	Зав. Господарством	0	8300	448,20				1660	10408,2	0
	Табельник	0	8000	432,00				1600	10032	0
	Касир	0	8000	432,00				1600	10032	0

Продовження Таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Разом по ст.550	2							183272,1	413820
550	Інженер з орг.і нормув. Праці	0	9200	496,80				1840	11536,8	0
	Начальник СТЦ	0	9000	486,00				1800	11286	0
	Разом по ст.550	0							22822,8	0
	Разом по апарату управління	2							206094,9	413820
550	Маневровий диспетчер	0	9500	607,91	1900	209		1900	14116,905	0
	Маневровий диспетчер 1кл.	0	9000	577,26	1800	198	30	1800	13405,26	0
	Разом по ст.550	0							27522,165	0
45	Черговий по коліях і парках	0		0,00	0	0		0	0	0
	Черговий по гірці	0	8800	563,11	1760	193,6		1760	13076,712	0
	Оператор механ. Гірки	0	8300	531,12	1660	182,6		1660	2022729,588	0
	Складач поїздів Vр	1	8900	569,51	1780	195,8		1780	2168951,004	26027412,05
	Складач поїздів "майстер формування" Vр	1	9000	575,92	1800	198	30	1800	2193352,59	26320231,08
	Складач поїздів IVр	3	8700	556,71	1740	191,4		1740	2120210,532	76327579,15

Продовження Таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Регулювальник швидкості IVр.	0	8500	543,92	1700	187		1700	2071470,06	0
	Регулювальник швидкості IIIр	0	8400	537,52	1680	184,8		1680	2047099,824	0
	Старший регулювальник швидкості Vр	0	8600	550,31	1720	189,2		1720	2095840,296	0
	Черговий стрілочного поста	0	8300	531,12	1660	182,6		1660	2022729,588	0
	Старший черговий стрілочного поста Vр	0	8200	524,72	1640	180,4		1640	1998359,352	0
	Старший черговий стрілочного поста IVр	0	8100	518,32	1620	178,2		1620	1973989,116	0
	Разом по ст.45	5							20727808,66	128675222,3
47	ДСП	1		0,00	0	0		0	0	0
	ДСП 1 категорії	4	8800	564,46	1760	193,6	30	1760	13108,062	629186,976
	Оператор при ДСП	5	8100	518,32	1620	178,2		1620	12036,519	722191,14
	Оператор СТЦ парку прибуття	0	8100	518,32	1620	178,2		1620	12036,519	0
	Оператор СТЦ сортувального парку	0	8100	518,32	1620	178,2		1620	12036,519	0
	Оператор СТЦ ЕОМ	5	8200	524,72	1640	180,4		1640	12185,118	731107,08

Продовження Таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Разом по ст. 47	15							61402,737	2082485,196
49	Прибиральниця	0		0,00				0	0	0
	Слюсар	0	8000	432,00				1600	1645248	0
	Кочегар котельної	0	8000	511,92	1600	176		1600	1949618,88	0
	Станційний робітник	1	8000	511,92	1600	176		1600	1949618,88	23395426,56
	Разом по ст. 49	1							5544485,76	23395426,56
	Всього по цеху руху	23							26567314,22	154566954
30	Агент комерційний (пз)	0		0,00	0	0		0	0	0
	Агент комерційний (пз) 1 класу	5	41	3,97	8,2	0,902	30	8,2	10243,19676	614591,8056
	Старший агент комерційний (пз)	0	42	2,69	8,4	0,924		8,4	10235,49912	0
	Агент комерційний (тк)	10	43	2,75	8,6	0,946		8,6	10479,20148	1257504,178
	Старший агент комерційний (тк)	1	8600	550,31	1720	189,2		1720	12779,514	153354,168
	Разом по ст. 30	16							43737,41136	2025450,151
35	Приймоздавач вантажу і багажу	0		0,00	0	0		0	0	0
	Старший приймоздавач вантажу і багажу	0	41	2,62	8,2	0,902		8,2	9991,79676	0
	Разом по ст. 35	0							9991,79676	0

Продовження Таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	Бригадир ПКО	0		0,00	0	0		0	0	0
	Старший приймальник поїздів ПКО	1	44	2,82	8,8	0,968		8,8	10722,90384	128674,8461
	Приймальник поїздів ПКО	9	42	2,69	8,4	0,924		8,4	10235,49912	1105433,905
	Приймальник поїздів ПКО 1 класу	1	43	4,10	8,6	0,946	30	8,6	10730,60148	128767,2178
	Разом по ст. 36	11							31689,00444	1362875,969
	Всього по вантажному цеху	27							85418,21256	3388326,12
	Всього разом	50							26652732,44	157955280,2

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

«ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ»

Алгоритм наведений у додатку Д.

4.1 «Визначити, на скільки градусів підвищиться температура у приміщеннях станції об'ємом V , у якому N людей виконують роботу з невеликим фізичним навантаженням».

Таблиця 4.1

Вихідні дані станції Швант для завдання 4.1

«Назва приміщення»	«Об'єм приміщення, m^3 /кількість осіб, N »	«Потужність виділення тепла однією особою, g , Вт»	«Кратність обміну повітря, K »	«Теплоємність повітря, C , Дж/(кг*К)»	«Густина повітря, ρ , кг/м 3 »
1	2	3	4	5	6
Адмінбудівля, кабінет ДС	22 / 1	172	0,79	1376	1,23
Адмінбудівля, технічний відділ	32 / 2	172	0,79	1376	1,23
Пост ЕЦ, приміщення ДСП	42 / 2	188	0,79	1376	1,23
Пост ЕЦ, приміщення операторів СТЦ	32 / 2	188	0,79	1376	1,23
Пост ЕЦ, приміщення ПКО	27 / 3	188	0,79	1376	1,23
Товарна контора, приміщення зав. ТК і НВР	21 / 2	180	0,79	1376	1,23
Товарна контора, приміщення агентів комерційних	29 / 3	180	0,79	1376	1,23

4.1.1 «Визначення різниці температур у приміщеннях» ст. Швант

$$\Delta T_1 = (3600 * 172 * 1) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 22) = 9,29 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_2 = (3600 * 172 * 2) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 32) = 12,77 = 13^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_3 = (3600 * 188 * 2) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 42) = 10,64 = 11^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_4 = (3600 * 188 * 2) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 32) = 13,96 = 14^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_5 = (3600 * 188 * 3) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 27) = 24,82 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_6 = (3600 * 180 * 2) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 31) = 13,79 = 14^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_7 = (3600 * 180 * 3) / (1376 * 1,23 * (0,79 + 1) * 29) = 22,12 = 23^{\circ}\text{C}$$

Висновок: Найбільша різниця температур (25°C) – у приміщенні ПКО на посту ЕЦ ст.Швант.

4.2 «Перевірити за критерієм вмісту вуглекислого газу, чи достатньо неорганізованої природної вентиляції з кратністю обміну повітря K у приміщеннях станції об'ємом V , де працює N осіб».

Таблиця 4.2

Вихідні дані станції Чвант для завдання 4.2

«Назва приміщення»	«Об'єм приміщення, м ³ /кількість осіб, N»	«Кратність обміну повітря, K»	«Гранично допустима концентрація вуглекислого газу в повітрі, С2, г/м ³ »	«Концентрація вуглекислого газу у повітрі, С3, г/м ³ »
1	2	3	4	5
Адмінбудівля, кабінет ДС	22 / 1	0,79	2,02	0,71
Адмінбудівля, технічний відділ	32 / 2	0,79	2,02	0,71
Пост ЕЦ, приміщення ДСП	42 / 2	0,79	2,02	0,71

1	2	3	4	5
Пост ЕЦ, приміщення операторів СТЦ	32 / 2	0,79	2,02	0,71
Пост ЕЦ, приміщення ПКО	27 / 3	0,79	2,02	0,71
Товарна контора, приміщення зав. ТК і НВР	21 / 2	0,79	2,02	0,71
Товарна контора, приміщення агентів комерційних	29 / 3	0,79	2,02	0,71

4.2.1 «Визначення часу, за який концентрація шкідливих речовин у приміщеннях станції досягне гранично допустимої величини»

$$T_1 = ((2,02 - 0,71) * 22) / (2 * 1) = 14,41 \text{ год}$$

$$T_2 = ((2,02 - 0,71) * 32) / (2 * 2) = 10,48 \text{ год}$$

$$T_3 = ((2,02 - 0,71) * 42) / (2 * 2) = 13,75 \text{ год}$$

$$T_4 = ((2,02 - 0,71) * 32) / (2 * 2) = 10,48 \text{ год}$$

$$T_5 = ((2,02 - 0,71) * 27) / (2 * 3) = 5,89 \text{ год}$$

$$T_6 = ((2,02 - 0,71) * 21) / (2 * 2) = 6,88 \text{ год}$$

$$T_7 = ((2,02 - 0,71) * 29) / (2 * 3) = 6,33 \text{ год}$$

Висновок: Концентрація шкідливих речовин у приміщенні ПКО на посту ЕЦ ст.Швант досягне гранично допустимої величини найскоріше – за 5,89 год.

4.2.2 «Визначення потрібної кратності обміну повітря у приміщеннях» ст.Швант

$$K_{п1} = 1 / 14,41 = 0,069 - Kn < K - \text{достатньо}$$

$$K_{п2} = 1 / 10,48 = 0,095 - Kn < K - \text{достатньо}$$

$$K_{п3} = 1 / 13,75 = 0,073 - Kn < K - \text{достатньо}$$

$$K_{п4} = 1 / 10,48 = 0,095 - Kn < K - \text{достатньо}$$

$$K_{п5} = 1 / 5,89 = 0,169 - Kn < K - \text{достатньо}$$

$$K_{п6} = 1 / 6,88 = 0,145 - Kn < K - \text{достатньо}$$

$K_{п7} = 1 / 6,33 = 0,157 - K_{н} < K -$ достатньо

4.2.3 «Порівняння наявної та потрібної кратності обміну повітря у приміщеннях»
ст.Швант.

$K_{п1} = 0,069 < K = 0,79 -$ достатньо

$K_{п2} = 0,095 < K = 0,79 -$ достатньо

$K_{п3} = 0,073 < K = 0,79 -$ достатньо

$K_{п4} = 0,095 < K = 0,79 -$ достатньо

$K_{п5} = 0,169 < K = 0,79 -$ достатньо

$K_{п6} = 0,145 < K = 0,79 -$ достатньо

$K_{п7} = 0,157 < K = 0,79 -$ достатньо

Висновок: Всі 7 приміщень ст.Швант задовольняють встановленим вимогам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Місцева робота на ст.Швант, а це обслуговування діючих під'їзних колій здійснюється одним станційним і двома власними маневровими локомотивами підприємств. Існуюча технологія передбачає, що станційний маневровий локомотив виконує маневрові операції цілодобово, але його робота розосереджена протягом цілої доби. Після розробки графічної моделі та визначення показників був проведений аналіз виконання ним всіх елементів.

Запропоновано змінити режим роботи станційного маневрового локомотива (працювати він буде тільки з 0-40 год до 15-20 год, тобто у визначений період доби, який можна регулювати та змінювати). Як результат, змінюється увесь порядок обслуговування під'їзних колій. Після розробки другої графічної моделі, визначення нових показників та їх аналізу можна зробити висновок, що в результаті майже на 1,5 год зменшився середній простій місцевого вагону, а, значить, основна мета даної роботи досягнута.

Але, крім того, майже у 2 рази покращується використання станційного маневрового локомотива на ст.Швант із можливістю його подальшого використання на інших проміжних станціях дільниці (наприклад, в якості диспетчерського). Покращення такого показника як середній простій місцевого вагону стало можливим після прискорення подавання вагонів під розвантаження на ПКЗ та прискорення формування маршрутного поїзда на станційних коліях перед відправленням, що означає скорочення простою місцевого вагону під накопиченням). Усі технологічні зміни за 2 варіантом демонструє добовий план-графік.

Необхідно зазначити, що другий (удосконалений) варіант роботи ст.Швант змінює також і показники використання власних маневрових локомотивів ПК1 і ПКЗ, але незначні коливання значень цих показників за варіантами не суттєві і не несуть додаткових фінансових витрат підприємств-власників під'їзних колій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Статут залізниць України. К.: Транспорт України, 1998.- 83с.
2. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Частина 1,2. К.: Транспорт, 2004. – 432с.
3. Єдина тарифно-статистична номенклатура вантажів. Тарифне керівництво №1. К.: Транспорт України, 1998. – 333с.
4. Технічні умови навантаження і кріплення вантажів // Додаток до Угоди про міжнародне вантажне сполучення (СМГС). Том 1, К.: ТОВ Деволта, 2011. – 436с.
5. Технічні умови навантаження і кріплення вантажів // Додаток до Угоди про міжнародне вантажне сполучення (СМГС). Том 2, К.: ТОВ Деволта, 2011. – 269с.
6. Рекомендований технологічний процес роботи вантажної станції. К.: Транспорт, 2005. – 235с.
7. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. К.: 2009. – 189с.
8. Правила технічної експлуатації залізниць України. К.: Транспорт України, 2002. – 189с.
9. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. К.: Транспорт України, 2005. – 462с.
10. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України (ЦД-0052). К.: 2004. – 178с.
11. Вантажні перевезення та комерційна робота на залізничному транспорті: навч. посіб. / С.В. Гревцов, Ю.М. Германюк. – Львів: СПОЛОМ, 2023 – 281с.
12. НПАОП 63.21-1.12-07.
13. НПАОП 40.1-1.21-98.
14. НПАОП 40.1-1.01-97.

ДОДАТОК А

Дослідження технічного оснащення вантажної станції. Методика визначення місткості та основних розмірів складів, необхідної кількості ВРМ, норм часу на виконання вантажних операцій.

1 Місткість критих складів і відкритих площадок визначається за формулою:

$$E_{скл} = Q_{доб} \cdot T_{зб} \cdot K_{ск}, \quad (a.1)$$

де $Q_{доб}$ – добові обсяги вантажопереробки по прибуттю, відправленню, т;

$T_{зб}$ – тривалість зберігання вантажів на складі, дів (визначається методом

статистичних спостережень, може бути прийнята згідно даних табл. а1);

Таблиця а.1

Експлуатаційні параметри типових складів

Вид вантажу	Вид вантажного складу	Тривалість зберігання, дів		Середнє навантаження на підлогу складу т/м ²	Коефіцієнт, який враховує додаткову площу
		До відправлення	Після прибуття		
1	2	3	4	5	6
Тарні та штучні вантажі вагонними відправками	Криті склади і платформи	1,5	2,0	0,85	1,7
Тарні та штучні вантажі дрібними відправками	Криті склади і платформи	2	2,5	0,4	2,0
Контейнери	Площадки	1,0	2,0	0,5	1,9
Великовагові вантажі	Площадки	1,0	2,5	0,9	1,6
Колісні вантажі	Площадки	1,0	2,5	-	-
Лісоматеріали навалом	Площадки	2,5	3,0	1,1	1,5
Цемент, вапно навалом	Спеціалізовані криті склади	2,5	2,5	0,5	1,6
Гіпс, крейда навалом	Спеціалізовані криті склади	-	2,5	1	1,5
Мінеральні добрива навалом	Спеціалізовані криті склади	-	2,5	1,1	1,5
Промислові товари широкого вжитку (трикотаж, взуття, одяг тощо)	Спеціалізовані криті склади	1,5	2,0	0,25	1,7
Меблі	Спеціалізовані криті склади	1,5	2,0	0,25	1,7
Папір	Спеціалізовані криті склади	1,5	2,0	1,1	1,7

$K_{ск}$ – коефіцієнт складування, який враховує перевантаження вантажів за прямим варіантом (визначається методом статистичних спостережень, може бути прийнятий в межах 0,8 – 1,0).

2 Необхідна площа складів визначається за формулою:

$$F_{скл} = K_{пр} \frac{E_{скл}}{q}; \quad (a.2)$$

де $K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує додаткову площу на проходи і проїзди (може бути прийнятий згідно даних табл. а1);

q – середнє навантаження на 1 м² підлоги складу, т/м² (може бути прийняте згідно даних табл. а1).

3 Ширина критих складів, критих та відкритих платформ встановлюється проєктом залежить від кількості і виду вантажу, що переробляється, характеру операцій, які з ним провадяться і засобів механізації та автоматизації, які при цьому застосовуються. В усіх випадках ширина складу повинна бути типовою – 24, 30 або 36 метрів.

Ширина відкритих площадок залежить тільки від такої характеристики крану як його проліт. Вона визначається за формулами:

$$Вскл\ козл = Впр - 2 * (bs + 0,5 * bгв), м; \quad (a.3)$$

$$Вскл\ мост = Впр - lгнс, м; \quad (a.4)$$

де: Впр - проліт крану, м;

bs - мінімальний прохід між краном і вантажем, м, (приймається 0,7м);

bгв - габарит візка крану, м; (приймається 0,68м);

lгнс - розмір габариту наближення споруд, м (4,9м).

4 Довжина складу визначається діленням необхідної площі на ширину складу:

$$L_{скл} = F_{скл} / Вскл \quad (a.5)$$

Одержану при цьому довжину складу необхідно порівняти з довжиною вантажного фронту з боку залізничних колій та з боку під'їзду автомобілів і прийняти більше значення.

$$L_{ван.} = \frac{n_{г} \cdot l_{зч}}{z_n \cdot z_{зм}} + a_m \quad ,м \quad (a.6)$$

$$L_a = \frac{Q_d \cdot l_{\phi} \cdot t_a}{q_a \cdot T} \quad (a.7)$$

де $n_{г}$ – розрахункове число вагонів, які поступають на вантажний фронт або відправляються з нього протягом доби, визначається за формулою:

$$n_v = Q_d / q_v; \text{ ваг.}, \quad (\text{a.8})$$

Q_d – вантажопотік в розрахункову (максимальну) добу, т ;

q_v – середнє навантаження вагону, т ;

$l_{зч}$ – зчїпна довжина вагону певного типу (мїж осями автозчїпїв), м;

Z_p – число подач вагонїв протягом доби;

$Z_{зм}$ – число змїн (перестановок) вагонїв на вантажному фронтї в однїй подачї;

a_m – подовження вантажного фронту, необхідне для маневрування локомотивними або їншими засобами (орїєнтовно 15 – 25 м).

l_{ϕ} – частина довжини фронту, який приходитьсь на один автомобїль в залежностї вїд способу його постановки (вздovж складу, перпендикулярно складу, пїд кутом 30 - 45°), м;

t_a – середня тривалїсть операцїй з одним автомобїлем (включаючи) час на пїд'їзд до складу і вїд'їзд), год.

q_a – середнє навантаження нетто одного автомобїля, т;

T – тривалїсть роботи вантажного району, год.

Довжина будь-якого складу чи площадкї повинна бути бїльше або дорївнювати довжинї вантажного фронту: $L_{скл} \geq L_{вр}$; $L_{скл} \geq L_a$ і бути кратною для для вїдкритих платформ – 3 м, для вїдкритих площадок – 6 м. Для типових критих складїв ангарного типу заводського виготовлення довжина складу повинна бути кратною 72 м – довжинї однїї секцїї.

Довжина критого складу з внутрїшнїм чи зовнїшнїм розташуванням колїй не повинна перевищувати 300 м. Типовї проекти механїзованих складїв ангарного типу мають довжину 72, 144, 216, 288 м.

5 Необхїдна кїлькїсть вантажно-розвантажувальних машин (ВРМ) визначається за формулою:

$$Z_n = \frac{Q_{рїчн} \cdot K_n}{P_{зм} \cdot n_{зм} (365 - T_{пр})}; \quad (\text{a.9})$$

де $P_{зм}$ – експлуатацїйна продуктивнїсть вантажно-розвантажувальної машини за змїну;

$n_{зм}$ – кількість змін роботи ВРМ за добу;

$T_{ир}$ – неробочий час машини за рік (діб).

Експлуатаційна продуктивність ВРМ за зміну визначається за формулою:

$$\Pi_{зм} = \Pi_{тех} \cdot K_ч \cdot K_е \cdot T_{зм}; \quad (a.10)$$

де $\Pi_{тех}$ – технічна продуктивність ВРМ;

$K_ч$ – коефіцієнт використання ВРМ в часі;

$K_е$ – коефіцієнт використання ВРМ по вантажопідйомності;

$T_{зм}$ – тривалість зміни.

Технічна продуктивність ВРМ визначається за формулою:

$$\Pi_{тех} = \frac{3600}{T_ц \cdot p}; \quad (a.11)$$

де $T_ц$ – робочий цикл машини в секундах;

p – маса вантажу, що пересувається ВРМ за один цикл.

Розрахунки проводяться для місць загального та незагального користування тільки для критих складів і відкритих площадок.

6 Тривалість виконання вантажних операцій (вантаження і розвантаження) у критих складах та на відкритих площадках при механізованому способі їх виконання визначається за формулою:

$$T_{вант} = \frac{Q_{под} \cdot m_{под}}{\Pi_{тех} \cdot Z_p} + t_{н-к}; \quad (a.12)$$

де $Q_{под}$ – середня кількість вантажу в одному вагоні, т;

$m_{под}$ – кількість вагонів в одній подачі;

Z_p – реальна кількість ВРМ;

$t_{н-к}$ – тривалість початкових і кінцевих операцій, год.

Тривалість розвантаження сипучих і навалочних вантажів на підвищеній колії визначається за формулою:

$$T_{вант} = m_{под} \cdot (t_г + t_о + t_з); \quad (a.13)$$

ДОДАТОК Б

Розробка комплексного добового плану-графіка роботи станції та розрахунок основних показників роботи

1 Вагонообіг станції визначається за формулою:

$$B = U_{\text{пр}} + U_{\text{відпр.}}; \quad (6.1)$$

де $U_{\text{пр}}$ - кількість вагонів, що прибувають за добу на станцію;

$U_{\text{відпр.}}$ - кількість вагонів, які відправляються зі станції за добу.

2 Середній простій місцевого вагону визначається за формулою:

$$T^M = t_{\text{пр}} + t_{\text{во}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{відпр.}}; \quad (6.2)$$

2.1 Простій місцевого вагону по прибуттю визначається за даними добового плану-графіка, зведеними в таблицю 7.6, та за формулою:

$$t_{\text{пр.}} = Bt / B; \quad (6.3)$$

2.2 Простій місцевого вагону під вантажними операціями визначається за даними добового плану-графіка, зведеними в таблицю, та за формулою б.3.

Простій місцевого вагону під вантажними операціями визначається окремо для місць загального користування і під'їзних колій, що обслуговуються станційним маневровим локомотивом, і окремо для під'їзних колій, що обслуговуються власним маневровим локомотивом, за даними добового плану-графіка, зведеними в таблицю.

2.3 Середній простій під операціями накопичення визначається за формулою б.3 та за даними добового плану-графіка, зведеними в таблицю.

2.4 Середній простій місцевого вагону під операціями відправлення визначається за формулою б.3 та за даними добового плану-графіка, зведеними в таблицю.

3 Коефіцієнт подвійних операцій визначається за формулою:

$$K_{\text{под.}} = (U_{\text{зав}} + U_{\text{розв}}) / U_M; \quad (6.4)$$

де $U_{\text{зав}}$ – завантаження вагонів за добу;

$U_{\text{розв}}$ - розвантаження вагонів за добу;

U_M – кількість місцевих вагонів.

Простій вагона під однією вантажною операцією визначається за формулою:

$$t_{\text{оп}} = T^M / K_{\text{под.}}; \text{ (год)}; \quad (6.5)$$

Необхідна кількість маневрових локомотивів визначається окремо для станційних і власних маневрових локомотивів за формулою:

$$N_{\text{ман}} = NT_{\text{ман}} / (1440 - T_{\text{тех}}); \quad (6.6)$$

де: $NT_{\text{ман}}$ - локомотиво-години маневрової роботи, визначаються з добового плану-графіка.

Коефіцієнт використання маневрових локомотивів визначається окремо для станційних і власних маневрових локомотивів за формулою:

$$K_{\text{ман}} = NT_{\text{ман}} / (1440 * N_{\text{ман}}); \quad (6.7)$$

Продуктивність маневрових локомотивів визначається окремо для станційних і власних маневрових локомотивів за формулою:

$$W_{\text{лок.}} = \Pi_{\text{пер}} / N_{\text{ман}}; \quad (6.8)$$

де: $\Pi_{\text{пер}}$ – кількість перероблених маневровим локомотивом за добу вагонів.

Розрахунок основних показників роботи вантажної станції може бути виконаний з використанням комп'ютерної програми.

ДОДАТОК В

Методика техніко-економічного порівняння і вибору оптимального варіанту механізації завантажувальних робіт

1 Розрахунок необхідної кількості ВРМ і параметрів складу

1.1 Середньодобова кількість тонн вантажу, що прибуває (відправляється), визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб пр/відпр}} = (N \text{ ваг} * q_{\text{в}}) / a; \quad (\text{в.1})$$

1.2 Середньодобова кількість контейнерів УУК-3, що прибуває (відправляється), визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб пр/відпр}} = (N \text{ ваг} * 11) / a; \quad (\text{в.2})$$

1.3 Середньодобова кількість контейнерів УУК-5, що прибуває (відправляється), визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб пр/відпр}} = (N \text{ ваг} * 6) / a; \quad (\text{в.3})$$

1.4 Середньодобова кількість контейнерів УУК-20, що прибуває (відправляється), визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб пр/відпр}} = (N \text{ ваг} * 2) / a; \quad (\text{в.4})$$

де: N - кількість вагонів, що поступають на вантажний фронт за добу;

$q_{\text{в}}$ - кількість вантажу, т, в одному вагоні;

a - коефіцієнт нерівномірності прибуття/відправлення (приймається $a = 1,1 - 1,4$).

1.3 Річні вантажопотіоки визначаються за формулою:

$$Q_{\text{річн пр/відпр}} = Q_{\text{доб пр/відпр}} * 365 \quad (\text{в.5})$$

де: 365 - кількість днів за рік;

1.4 Середньодобовий об'єм вантажопереробки визначається за формулою:

$$Q_{\text{сер.доб}} = Q_{\text{доб пр/відпр}} * K_{\text{від кр}} \quad (\text{в.6})$$

$K_{\text{пр/відпр кр}}$ - коефіцієнт кратності вантажопереробки, які враховують прямий варіант (по прибуттю/відправленню), (приймається 1.9).

1.5 Розрахунковий добовий об'єм вантажопереробки, який враховує нерівномірність прибуття/відправлення вантажу, визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб розр}} = A * Q_{\text{сер.доб}} \quad (\text{в.7})$$

де A - коефіцієнт згущення подач (приймається 1,15).

1.6 Потрібна кількість вантажно-розвантажувальних машин (для двох варіантів)

визначається за формулою:

$$Z = Q_{\text{доб розр}} / (N_{\text{вир}} * c) \quad (\text{в.8})$$

де: c - кількість змін роботи кранів за добу.

$N_{\text{вир}}$ - норму виробітку згідно ЄНВ (розділ 1, п. 4).

Або:

$$Z = (365 * Q_{\text{доб мех}}) / (P_{\text{зм}} * n_{\text{зм}} * (365 - T_{\text{р}})); \quad (\text{в.9})$$

де: $P_{\text{зм}}$ - змінна норма виробітку НРМ, т/зм

$n_{\text{зм}}$ - кількість змін роботи НРМ протягом доби;

$T_{\text{р}}$ - регламентований час простою НРМ протягом року, діб.

Змінна продуктивність ВРМ визначається за формулою:

$$P_{\text{зм}} = P_{\text{екс}} * t_{\text{зм р}} \quad (\text{в.10})$$

де: $P_{\text{екс}}$ - експлуатаційна продуктивність ВРМ, т/год, яка визначається за формулою:

$$P_{\text{екс}} = P_{\text{тех}} * K_{\text{в}} \quad (\text{в.11})$$

де: $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання машин за часом, (приймається 0,7 - 0,8);

$P_{\text{тех}}$ - технічна продуктивність машин, т/год, яка визначається за формулою:

$$P_{\text{тех}} = (3600 / T_{\text{ц}}) * q_{\text{ван}} \quad (\text{в.12})$$

де: $T_{\text{ц}}$ - тривалість одного циклу роботи машини в конкретних умовах, с;

$q_{\text{ван}}$ - середня маса вантажу, яка перевантажується одночасно за один цикл роботи машини, т;

$q_{\text{ван}}$ - кількість тонн вантажу (контейнерів), що перевантажується одночасно за один цикл роботи машини, т (шт).

1.7 Місткість відкритої площадки для контейнерів визначається за формулою:

$$E_{\text{к}} = 3.15 * Q_{\text{доб пр/відпр}} \quad (\text{в.13})$$

1.8 Корисна ширина відкритої площадки визначається за формулами:

$$B_{\text{к}} = L_{\text{пр}} - 2 * (B_{\text{оп}} + B_{\text{взз}}) \quad (\text{в.14})$$

$$B_{\text{м}} = L_{\text{пр}} - (4.9 + B_{\text{оп}} + B_{\text{взз}}) \quad (\text{в.15})$$

де: $B_{\text{оп}}$ - ширина опори крану (приймається для козлового - 0.8м; для мостового - 2.5м)

Взаз - зазор безпеки між опорою і вантажем (приймається для козлового - 0.7м для мостового - 0.3м)

4.9м - габарит наближення споруд.

1.9 Площа відкритої площадки визначається за формулою:

$$F_k = E_k * K_{пр} * f \quad (в.16)$$

де: $K_{пр}$ - коефіцієнт, враховуючий площу проходів та проїздів (приймається 1,65);

f - площа, що займає 1 вантажне місце (приймається 2.73 м²).

1.10 Потрібна довжина відкритої площадки визначається за формулою:

$$L_k = F_k / B \quad (в.17)$$

1.11 Кількість вагонів в 1 подачі визначається за формулою:

$$N_{ваг} = N_{ваг\ под} / П \quad (в.18)$$

1.12 Довжина вантажного фронту визначається за формулою:

$$L_{ф} = N_{ваг\ под} * l_{ваг} \quad (в.19)$$

де: $l_{ваг}$ - довжина вагону для перевезення вантажів, м.

1.13 З урахуванням пожежних розривів шириною 5м через кожні 100 м для козлових і через кожні 20 м для мостових кранів довжина відкритої площадки заокруглюється.

2 Визначення капіталовкладень, річних експлуатаційних витрат, собівартості 1 тонно (контейнеро)-операції і продуктивності праці.

2.1 Розрахунок капіталовкладень провадиться в табличній формі.

До капіталовкладень входять також витрати на перевезення та монтаж (обладнання тощо):

$$K_{пер.1} = 0.05 * K_1; K_{пер.2} = 0.05 * K_2$$

$$K_{монт.1} = 0.12 * K_1; K_{монт.2} = 0.12 * K_2$$

Загальні капіталовкладення по кожному варіанту становлять:

$$ZK_1 = K_1 + K_{пер\ 1} + K_{монт\ 1} \quad (в.20)$$

$$ZK_2 = K_2 + K_{пер\ 2} + K_{монт\ 2} \quad (в.21)$$

2.2 Річні експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$C = З + E + O + 0.01 * ZK * (A_1 + P_1), \text{ у.о} \quad (в.22)$$

2.2.1 Витрати на заробітну плату визначаються за формулою:

$$З = 1.6 * 2920 * (R_{кр} * E_{кр} + R_{стр} * E_{стр}), \text{ у.о.} \quad (\text{в.23})$$

де: $E_{кр}$, $E_{стр}$ - тарифні ставки кранівника та стропальника за 1 год:

$$R_{кр} = Z * r_{кр} * C_{зм} * a \quad (\text{в.24})$$

$$R_{стр} = Z * r_{стр} * C_{зм} * a \quad (\text{в.25})$$

2.2.2 Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою:

$$E = N_{ел.дв.} * j_0 * j_1 * T_p * C_e, \text{ у.о.} \quad (\text{в.26})$$

де: $N_{ел.дв.}$ - номінальна сумарна потужність електродвигунів машини, кВт:

$j_0 = 1.03$ - коеф-нт, враховуючий загублену електроенергію;

$j_1 = 0.8$ - коефіцієнт, враховуючий використання електродвигунів за потужністю і часом при середньому їх завантаженні;

C_e - вартість однієї кВт год. силової електроенергії, у.о.

T_p - тривалість роботи машини за рік, визначається за формулою:

$$T_p = N_{час\ кр} * Q_{річ} \quad (\text{в.27})$$

де: $Q_{річ}$ - річний об'єм вантажопереробки, (т);

$N_{час\ кр}$ – норма часу кранівника, ЄНВ розд.І.4.

2.2.3 Витрати на обтирочні і змащувальні матеріали визначаються за формулою:

$$O = 0.05 * E \quad (\text{в.28})$$

2.2.4 Витрати на амортизацію, середній і поточний ремонт визначаються за формулою:

$$AP = 0,01 * ZK * (A1 + P1) \quad (\text{в.29})$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю.

3 Собівартість виконання 1 тонно-операції визначається за формулою:

$$C_{к-о} = C / (Q_{доб.\ пр/відпр.} * 365), \text{ у.о. /т-оп} \quad (\text{в.30})$$

4 Продуктивність праці робітників вантажного господарства визначається кількістю переробленого вантажу за визначений період часу на одного робітника за формулою:

$$П = Q_{доб.\ пр/відпр.} / 24 * (R_{мех} + R_{стр}), \text{ т-оп / люд-год} \quad (\text{в.31})$$

5 Вибір оптимального варіанту механізації.

Результати попередніх розрахунків зводяться в таблицю.

Оптимальним рахується той варіант, де менші капіталовкладення і річні експлуатаційні витрати (а, значить, - менша собівартість).

Якщо зниження собівартості, яке залежить від річних експлуатаційних витрат, відбувається за більших капіталовкладень, то ефективність такого варіанту необхідно довести через Ток (термін окупності) додаткових капіталовкладень ($K_2 - K_1$) за варіантами, за формулою:

$$\text{Ток} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2); \text{років} \quad (\text{в.32})$$

Якщо $\text{Ток} \leq 8$ років (нормативний термін окупності), то оптимальним буде варіант з більшими капіталовкладеннями.

Якщо собівартість приблизно однакова, то враховують продуктивність праці.

ДОДАТОК Г

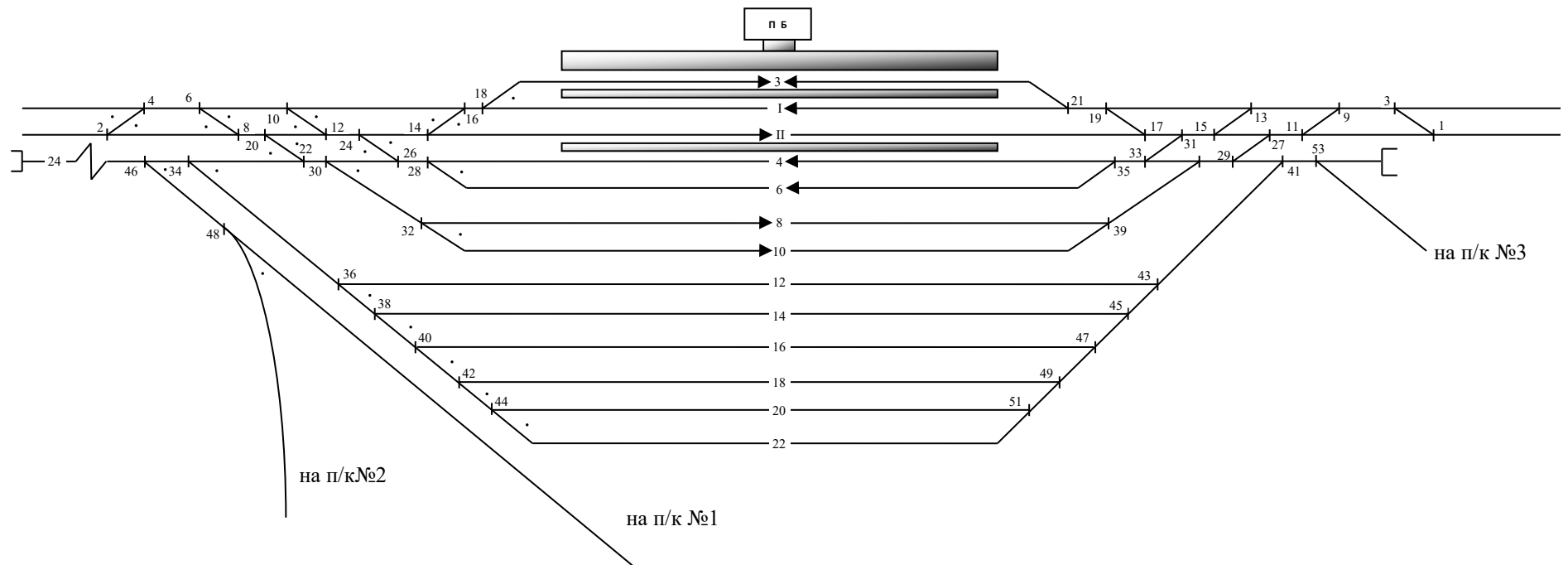


Рис. Г.1. – Немасштабна схема вантажної станції III

← ст.Швант

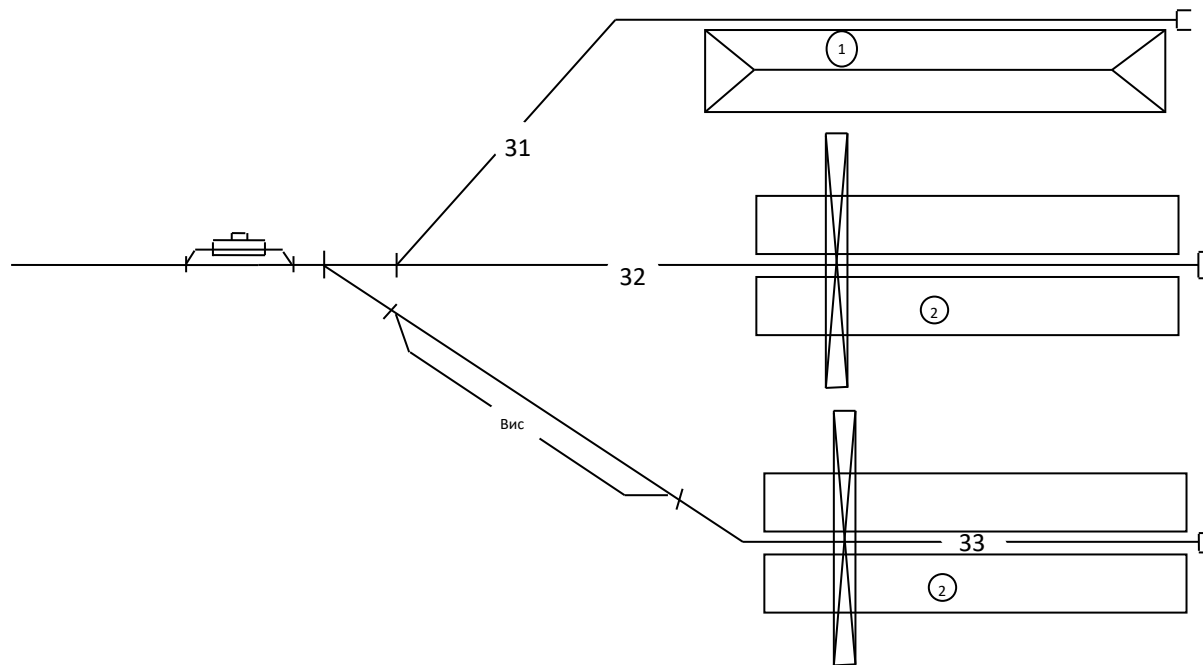


Рис. Г.2 – Немасштабна схема ПК1 ст.Швант

Умовні позначення: 1 – критий склад; 2 – відкрита площадка

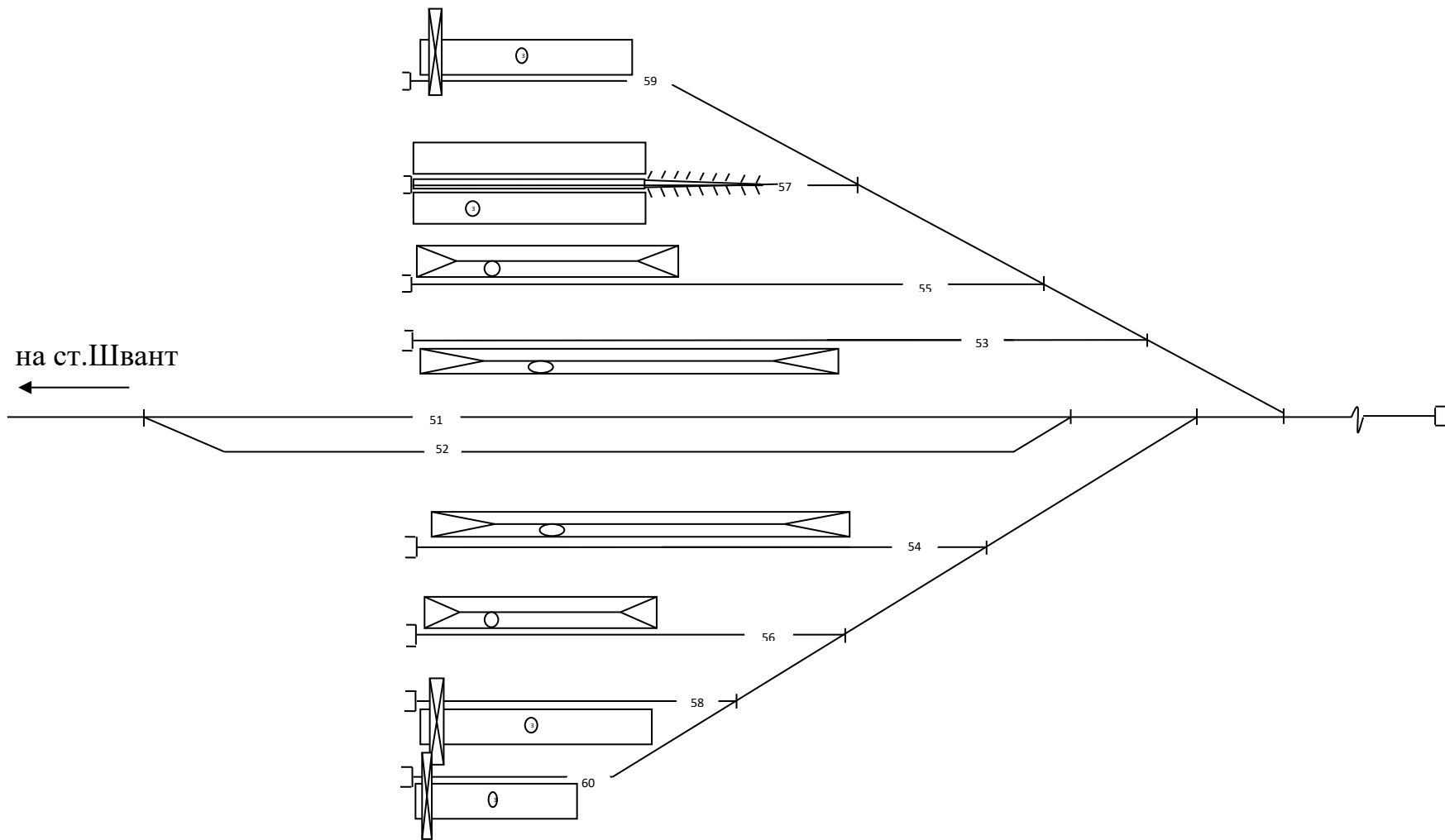


Рис. Г.3 – Немасштабна схема ПК3 ст.Швант

Умовні позначення: 1 – критий склад; 2 – відкрита площадка

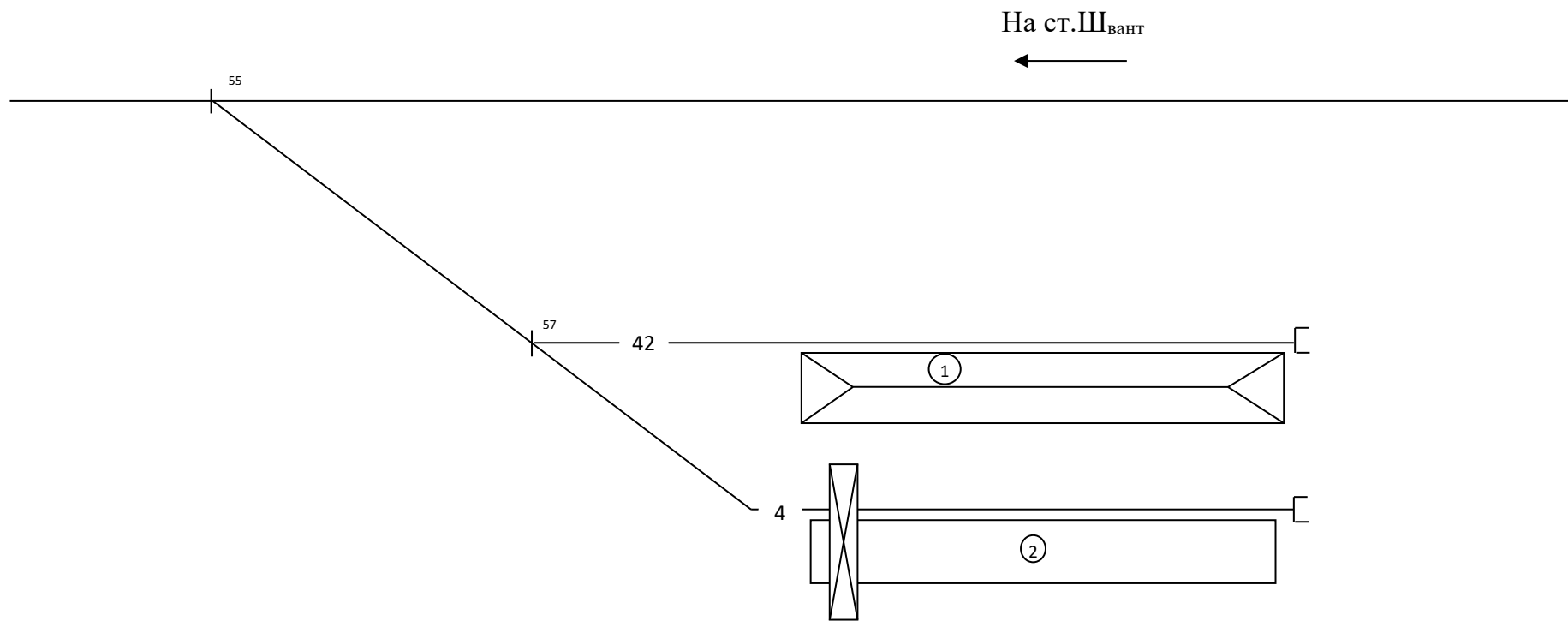


Рис. Г.4 – Немасштабна схема ПК2 ст.Швант

Умовні позначення: 1 – критий склад; 2 – відкрита площа

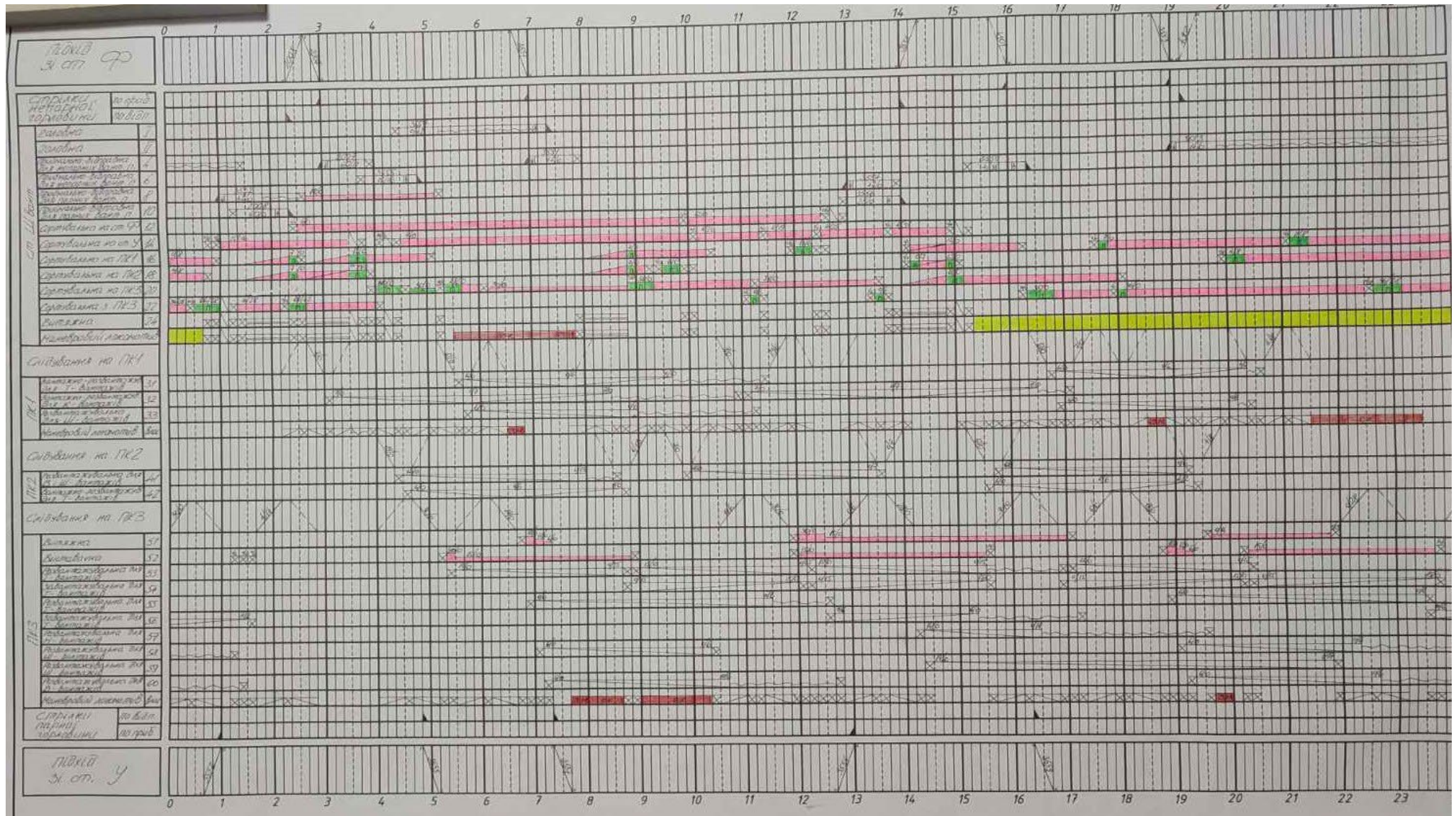


Рис Г.6 Добовий план-графік (2 варіант)

Таблиця Г.1

Порівняння основних показників роботи ст.Швант

Показник	Формула розрахунку	Одиниця вимірювання	Значення показника		
			I варіант	II варіант	
Вагонообіг станції	$B = U_{\text{приб}} + U_{\text{відпр}}$	ваг/добу	400	400	
Середній простий місцевого вагону	$T_{\text{місц}} = t_{\text{приб}} + t_{\text{вант}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{відпр}}$	год	21,92	20,47	
Коефіцієнт подвійних операцій	$K_{\text{подв}} = (P_{\text{зав}} + P_{\text{розв}}) / P$	-	1,52	1,52	
Простий місцевого вагону під однією вантажною операцією	$T_{1\text{в-о}} = T_{\text{місц}} / K_{\text{подв}}$	год	14,42	13,47	
Необхідна кількість маневрових локомотивів	станційний	$N_{\text{ман}} = (NT_{\text{ман}}) / (1440 - T_{\text{тех}})$	локом	0,40 = 1	0,80 = 1
	власний п/кБ			0,66 = 1	0,74 = 1
	власний п/кВ			0,67 = 1	0,78 = 1
Коефіцієнт використання маневрових локомотивів	станційний	$K_{\text{ман}} = (NT_{\text{ман}}) / (1440 * N_{\text{ман}})$	-	35%	67%
	власний п/к1			59%	66%
	власний п/к3			60%	69%
Продуктивність маневрових локомотивів	станційний	$P_{\text{ман}} = U_{\text{пер}} / N_{\text{ман}}$	ваг/лок	-	-
	власний п/к1			166,67	148,65
	власний п/к3			289,55	248,71
Робочий парк вагонів	Графічний спосіб (станом на 18-00 год)	ваг	174	137	

Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда на ст.Швант					Виконавець
		Час в хвилинах					
		10	20	30	40		
Одержання повідомлення від ДНЦ про час прибуття поїзда							ДСП
Повідомлення СТЦ, ПТО, ПКО і ТК про час прибуття і колію приймання поїзда							ДСП
Вихід на колію приймання поїзда							Причетні
Приймання документів від машиніста (ТЧМ)							СТЦ
Відчеплення локомотива, закріп вагонів гал бацмак		5					складач , ТЧМ
Списування складу, комерційний та технічний огляд, розмітка вагонів				45			СТЦ, ПКО, ПТО
Загальна тривалість обробки вивізного поїзда на ст.Швант				50			

Рис. Г.7 – Технологічний графік обробки вивізного та маршрутного поїзда «по прибуттю» на ст.Швант



Найменування операцій	До початку формуван	Після формування поїзда на ст.Швант						Виконавець
		Час в хвиликах						
		10	20	30	40	50	60	
Повідомлення ТК, ПКО, ПТО і СТЦ про номер колії, час відправлення поїзда								ДСП
Вихід до поїзда працівників ТК, ПТО, ПКО і СТЦ								Причетні
Списування, технічний і комерційний огляд складу		45						СТЦ, ПТО, ПКО
Підбирання документів і оформлення ДУ-1						15		СТЦ
Подача локомотива, забир башмаків, опробування автогальм							15	ДСП, ТЧМ, складач
Вручення машиністу (ТЧМ) перевізних документів							5	СТЦ
Загальний час обробки поїзда		60						

Рис. Г.8 – Технологічний графік обробки поїзда свого формування «по відправленню» зі станції Швант

ДОДАТОК Д

Алгоритм дослідження мікроклімату виробничих приміщень станції

Завдання 1. Для виконання цього завдання приймається, що спочатку в приміщенні була температура така ж, як і зовні (літній період), і вона піднялась до температури повітря, що видаляється з приміщення. Кількість тепла, яке виділяється у приміщенні за одну годину, дорівнює:

$$Q = 3600W = 3600gN, \quad (\text{д.1})$$

де W – сумарна потужність джерел виділення тепла, Вт;

N – кількість джерел виділення тепла (кількість людей у приміщенні);

g – потужність виділення тепла однією особою, яка коливається в межах від 100 до 230Вт залежно від фізичного навантаження.

Це тепло йде на нагрівання повітря, яке було у приміщенні об'ємом V , і нагрівання повітря, яке надійшло в приміщення за одну годину. Отже, за цей час об'єм повітря, яке нагрілося до температури T_2 , становить $W+KW$. Кількість тепла, що йде на нагрівання повітря з теплоємністю C і масою від температури T_1 , до температури T_2 , визначається за формулою:

$$Q = mc(T_2 - T_1). \quad (\text{д.2})$$

Об'єм повітря пов'язаний з його масою відомою формулою:

$$m = \rho V(1 + K), \quad (\text{д.3})$$

де ρ – густина повітря.

Прирівнюючи праві частини рівнянь, що описують кількість виділеного тепла і тепла, що пішло на нагрівання повітря, знаходиться шукана різниця температур:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = (3600 * g * N) / (C * \rho * (K + 1) * V), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{д.4})$$

Завдання 2. Кратність обміну повітря у приміщенні, що забезпечує його належну чистоту визначається за формулою:

$$K_{\text{п}} = 1 / T \quad (\text{д.5})$$

де T – час, за який концентрація шкідливих речовин у повітрі досягне гранично допустимої, год.

Час, за який концентрація шкідливих речовин досягне гранично допустимої величини, визначають за формулою:

$$T = ((C_2 - C_3) * V) / Q, \text{ год} \quad (\text{д.6})$$

де C_2 – гранично допустима концентрація вуглекислого газу в повітрі;

C_3 - його концентрація у повітрі, яке подається у приміщення;

Q - маса вуглекислого газу, що надходить у повітря в результаті дихання N осіб,

визначається за формулою:

$$Q = m * N, \text{ г} \quad (\text{д.7})$$

де m – маса вуглекислого газу, яку видихає одна особа за годину (г/год).