

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до проведення лабораторних робіт з дисципліни  
**«Залізничний транспорт промислових підприємств»**  
для студентів усіх форм навчання  
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»  
спеціалізації 275.02 «Транспортні технології  
(на залізничному транспорті)»

Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт з дисципліни «Залізничний транспорт промислових підприємств» для студентів усіх форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами) спеціалізації 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» / Укл.: С. М. Турпак, О. О. Острогляд, О. О. Падченко. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. 31 с.

Укладачі: С.М. Турпак, професор, д-р техн. наук;  
О. О. Острогляд, канд. техн. наук;  
О.О. Падченко, старший викладач

Рецензент: Л. О. Васильєва, доцент, канд. техн. наук

Відповідальний  
за випуск: Т. В. Кальченко, зав. навч. лаб.

Затверджено на засіданні  
кафедри «Транспортні технології»  
протокол № 2  
від 08 серпня 2024 р.

Рекомендовано до видання  
НМК Транспортного факультету  
протокол № 2  
від 22 серпня 2024 р.

**ЗМІСТ**

Вступ .....	с. 4
Лабораторна робота 1. Перевезення рідкого чавуну. Організація транспортного обслуговування доменної печі.....	5
Лабораторна робота 2. Організація перевезень рідкого чавуну в доменному цеху.....	14
Лабораторна робота 3. Оптимізація перевезень чавуну.....	16
Лабораторна робота 4. Система перевезень гарячого агломерату..	17
Лабораторна робота 5. Система перевезень рідкого шлаку.....	23
Лабораторна робота 6. Організація транспортного обслуговування пристрою розморожування вантажів.....	25
Лабораторна робота 7. Організація вивантаження маршрутних составів.....	28
Перелік рекомендованої літератури .....	31

## ВСТУП

Метою лабораторних робіт є придбання навичок у організації перевезень вантажів промислових підприємств за допомогою сучасних підходів, методів та програмного забезпечення, складанні графіків та оптимізації процесів транспортного обслуговування виробничих цехів.

Кожна лабораторна робота передбачає ознайомлення з транспортно-технологічними процесами окремих мікрологістичних систем підприємств, переважно на прикладі крупного металургійного підприємства. Металургійна галузь обрана за базову, оскільки є розвинутою у науково-технічному відношенні та залізничний транспорт займає домінуюче положення серед інших видів і має важливе значення для її функціонування.

В ході виконання робіт розробляються графіки транспортного обслуговування виробничих об'єктів. Для їх створення, аналізу та оптимізації використовується розроблена на кафедрі «Транспортні технології» програма TrainGraph v0.8. Дана програма дозволяє наочно виявляти проблемні елементи графіків, обирати найбільш доцільні варіанти їх корегування, обґрунтовувати інженерні рішення щодо роботи транспорту та вносити пропозиції щодо функціонування виробничих підрозділів. Лабораторні роботи створені на основі аналізу реальних транспортно-виробничих процесів, хоча і відображають частину з них у дещо спрощеному вигляді – без зайвої для навчального процесу деталізації.

Отримані студентами в процесі виконання лабораторних робіт навички стануть у нагоді при подальшій роботі на промислових підприємствах. У разі застосування для оптимізації роботи транспорту складних наукових методів дослідження, використання програми TrainGraph, насамперед завдяки візуалізації транспортних процесів, дозволить перевірити правильність проектних рішень та уникнути можливих прорахунків.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

### Перевезення рідкого чавуну. Організація транспортного обслуговування доменної печі

**Мета.** Навчитись організовувати транспортне обслуговування доменної печі металургійного підприємства.

#### Загальні відомості

Виробничий процес у доменних цехах вимагає раціональної організації в часі й просторі, організації робіт ділянок по графіках й оптимальному комбінуванні виробничих потоків. Ця вимога обумовлена тим, що доменні печі й встаткування допоміжних ділянок різні по потужності; крім того, тривалість операцій на окремих ділянках піддається змінам через коливання складу і якості вступників матеріалів, змін технологічних параметрів плавки.

Основна вимога до організації процесів у доменних цехах - забезпечення безперервної безперебійної роботи кожної доменної печі. Робота всіх ділянок цеху будується по графіках. Графіки, що описують порядок виконання операцій у межах однієї ділянки, називаються локальними. Локальні графіки будуються в добовому розрізі й показують взаємозв'язок операцій у часі й просторі. Локальні графіки можуть бути сполученими, тобто зв'язаними за часом і по обсягу з роботою суміжних ділянок (робота вагон-ваг і скіпових підйомників). Графіки можуть бути й самостійними, такі графіки будуються без твердого ув'язування встаткування суміжних ділянок за часом, але з узгодженням їх по обсягу виконуваних робіт (графіки робіт вагоноперекидача й рудно-козлових кранів). Робота по незалежних, самостійних графіках значною мірою знижує вплив неритмічної роботи ділянки на роботу суміжної ділянки. Однак технологічні особливості доменної плавки вимагають твердої регламентації в часі роботи суміжних з доменною піччю ділянок.

Управління виробничим процесом здійснюється обслуговуючим персоналом у рамках окремих ділянок на основі діючих у цеху технологічних інструкцій і затверджених графіків роботи. Координація робіт всіх ділянок цеху здійснюється диспетчерською службою. Злагоджена робота всього цеху залежить від раціональної

організації робіт на всіх стадіях виробництва: на ділянках прийому й підготовки сирих матеріалів, доменної плавки й збирання продуктів плавки. Розглянемо організацію робіт на ділянках доменного цеху.

**Рудний двір і бункерна естакада.** Рудний двір служить для створення виробничих запасів шихтових матеріалів й їхнього усереднення. Оскільки частка окускованої сировини в шихті доменних печей близька до 100% і ці матеріали надходять у спеціальних вагонах безпосередньо в бункери доменного цеху, рудні двори перестали відігравати домінуючу роль. У недавно побудованих цехах рудні двори відсутні. На тих заводах, де аглофабрики примикають до доменних цехів, на рудних дворах складуються матеріали для аглофабрик. В інших випадках там складуються окатиші. Накопичувати офлюсований агломерат не передбачається можливим, тому що він руйнується при зберіганні.

Рудний двір має розміри, достатні для зберігання матеріалів відповідно до встановлених нормативів виробничих запасів. Довжина рудного двору відповідає фронту доменних печей, ширина – прольоту рудно-козлових кранів. Матеріали, що прибувають на рудний двір, розвантажуються вагоноперекидачем у прийомну траншею. Робота вагоноперекидача будується за графіком, що відповідає графіку прибуття поїздів і незалежна за часом від роботи рудно-козлових кранів.

Із траншеї шихтові матеріали передаються в штабелі рудно-козловими кранами. Крім формування штабелів, рудно-козлові крани виконують також операції по навантаженню матеріалів зі штабелів у трансферкари, які забезпечують завантаження матеріалами бункерів доменних печей. Агломерат розвантажується в бункери безпосередньо зі спеціальних вагонів-агловозів (минаючи трансферкари). При роботі кранів на завантаженні трансферкара графік роботи крана повинен бути ув'язаний із графіком роботи трансферкара.

**Ділянка завантаження матеріалів і палива в доменні печі.** З бункерів шихтові матеріали подаються в скіпи вагон-вагами. Вагон-ваги й скіпової підйомник працюють синхронно, тому час стоянки скіпа під навантаженням дорівнює часу розвантаження матеріалу з вагон-ваг. Цикл роботи вагон-ваг залежить від схеми розташування матеріалів у бункерах і состава подачі. Для печей великої потужності застосовують транспортерну подачу матеріалів від бункерів до скіпа. Така система подачі характеризується високою продуктивністю,

повною автоматизацією, зменшенням числа перевантажень, кращими умовами праці. Потреба в трансферкарах і вагон-вагах відпадає.

**Доменна піч.** Основні роботи з обслуговування доменної печі пов'язані з операціями підготовки й випуску чавуну й шлаків, контролю за параметрами процесу плавки, а також з операціями по підготовці інструмента.

Оскільки завантаження печі матеріалами й процес плавки йдуть безупинно, графіки випуску чавуну й шлаків доцільно робити рівномірними як по одній печі, так й у цілому по цеху. Така побудова графіка випусків забезпечує рівномірний потік чавуну до сталеплавильних печей і розливним машинам, полегшує організацію транспортного обслуговування печей. Кількість випусків чавуну протягом доби залежить від виробничої потужності печі й максимально припустимої кількості чавуну в горні. Основні операції по обслуговуванню горна повторюються з кожним випуском чавуну, тому обсяг робіт по обслуговуванню горна в основному залежить від числа випусків. На сучасних великих доменних печах кількість випусків досягає 21 у добу.

При розробці графіка випуску чавуну доцільно починати його на час закінчення однієї зміни й початку іншої. Випуск верхніх шлаків передбачається між випусками чавуну. На сучасних потужних доменних печах з більшим числом випусків чавуну всі шлаки печі випускають через чавунну льотку; випуск нижніх шлаків при цьому сполучають із кінцем випуску чавуну.

**Ділянка збирання продуктів плавки.** Збирання чавуну здійснюється ковшами. Більша частина чавуну транспортується в сталеплавильні цехи. Ливарний і товарний передільний чавун подаються на розливні машини. Чавуновозні ковші формуються в состави. Число ковшів в одному составі визначають із розрахунку прийому всього чавуну даного випуску з печі плюс один резервний ківш. При цьому ступінь заповнення ковша приймається рівної 0,85-0,90.

Число составів, що перебувають в оберті, залежить від тривалості одного оберту (циклу оберту). Якщо цикл оберту ковшів збігається або незначно менше інтервалу між випусками на одній печі, то состав закріплюють за піччю. Таке закріплення составів за певними печами здійснюють й у тих випадках, коли чавун, що виплавляється на різних печах, значно розрізняється по хімічному складу.

У більшості випадків час оберту ковшів дорівнює 3-5 годинам і не збігається з інтервалами між суміжними випусками на одній печі, тому ковші не закріплюють за певними печами. При цьому досягається, більш повне використання парку ковшів. Загальна кількість ковшів, що перебувають в оберті протягом доби (24 години)  $N_k$ , розраховується в такий спосіб:

$$N_k = N_v t_o N_c / 24, \quad (1.1)$$

де  $N_k$  – число випусків чавуну на всіх печах протягом доби, од.;  
 $t_o$  – час одного оберту (цикл) ковшів, год.;  
 $N_c$  – число ковшів в одному составі.

Загальну кількість ковшів, необхідних цеху, визначають, додаючи до числа ковшів, що перебувають в оберті, резервний парк ковшів (20% від ковшів в оберті) і число ковшів, що постійно перебувають у ремонті (ще 10%).

У більшості доменних цехів збирання шлаків також здійснюється в ковшах, які подаються в грануляційний басейн, у цехи шлакопереробки або у відвал. Організація робіт із транспортування шлаків багато в чому аналогічна організації робіт із транспортування чавуну. Існує також безковшева технологія збирання шлаків по спеціальним шлакопроводам на установки грануляції.

### **Методичні вказівки для роботи з програмою TrainGraph**

Для роботи TrainGraph потрібне попереднє встановлення на комп'ютері Microsoft.NET Framework 4.0 (або більш нової версії). Програма TrainGraph не потребує встановлення – достатньо скопіювати файл TrainGraph.exe у робочу папку.

Для введення вихідних даних у програму необхідно спочатку вказати назви станцій (парків, окремих ділянок колій, цехів, вантажних пунктів тощо). Для цього натискаємо кнопку «Редагувати станції», в новому вікні за допомогою кнопки «Додати» створюємо нові станції та встановлюємо між ними інтервал руху. Одиниці вимірювання часу можна змінити і програма автоматично перерахує їх значення. Інтерфейс вводу станцій показаний на рисунку 1.1.

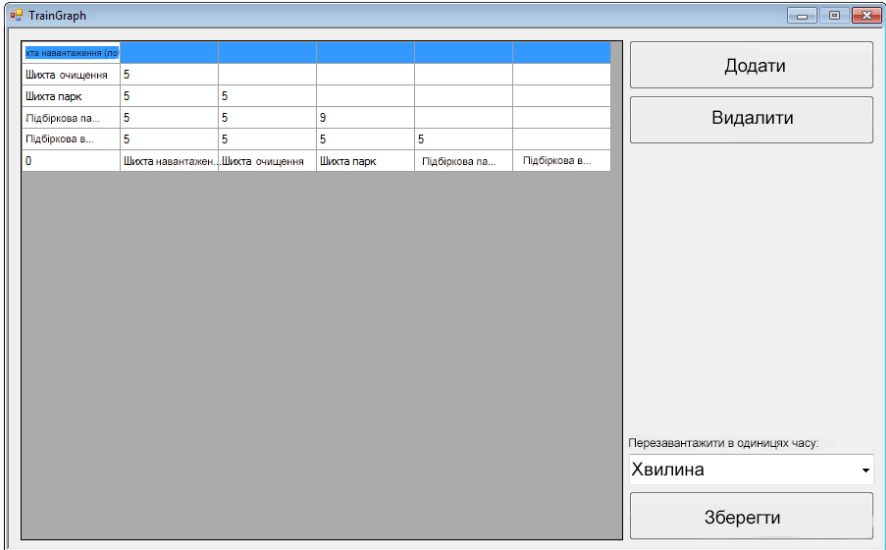


Рисунок 1.1 – Редагування назв станцій

Для створення маршруту натискається кнопка «Додати маршрут». В новому вікні можна задати маршрут руху поїздів між вказаними раніше станціями.

В полі «Час на станції» можна вказати затримку рухомого складу на станції. Це може бути технологічний простій, навантаження чи розвантаження тощо. В полі «Затримка перед відображенням маршруту» можна задати час перед початком графіка, починаючи від нульової точки (рисунок 1.2). Це дає можливість відображення декількох однакових за періодами маршрутів на одному графіку. Крім того, в правій частині цієї та інших форм введення даних є підказки для користувача.

Після цього натискаємо кнопку «Зберегти», переходимо в головне вікно і бачимо відображення маршруту.

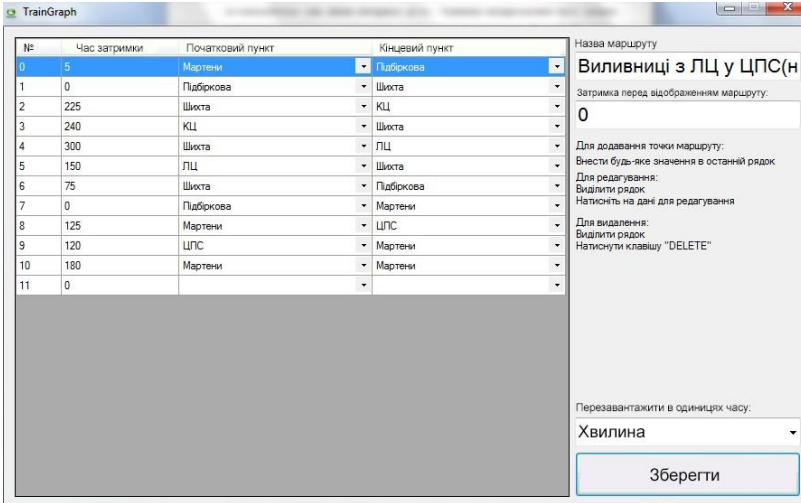


Рисунок 1.2 – Створення маршрутів в програмі TrainGraph

**Виведення результатів і побудова графіків.** В головному вікні натискаємо кнопку «Побудувати графік руху». Отримуємо нове вікно з графіком руху (рисунок 1.3). При виділенні курсором певної частини графіка змінюється його масштаб. При масштабуванні легше помітити часову шкалу. Біля повзунка прокрутки графіка є кнопка зменшення масштабу.

В програмі передбачена можливість збереження файлу із зображенням графіку в форматах jpg, bmp, emf, gif, tif, png, як в растрових так і векторних зображеннях.

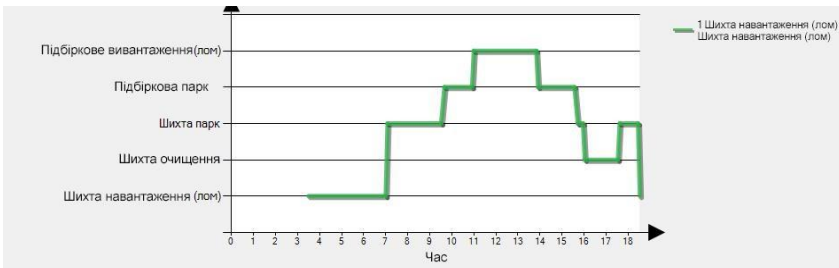


Рисунок 1.3 – Створення графіку руху составів

Програма дозволяє створювати також технологічні графіки. Для цього у полі назв станцій вказуються назви технологічних операцій. В формі (рисунок 1.1) вказуються нульові значення міжопераційного часу (рисунок 1.4).

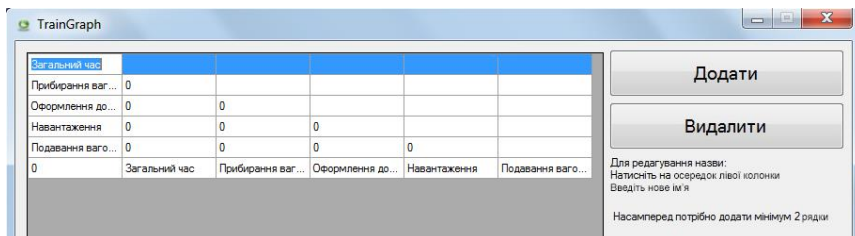


Рисунок 1.4 – Дані для технологічного графіка

Для правильного відображення технологічного графіка необхідно ввести дані для кожної технологічної операції (рисунок 1.5) й окремо – для загального часу їх тривалості (рисунок 1.6).

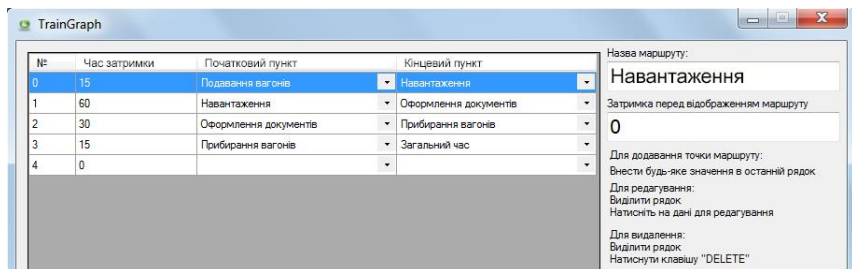


Рисунок 1.5 – Дані щодо тривалості окремих технологічних операцій

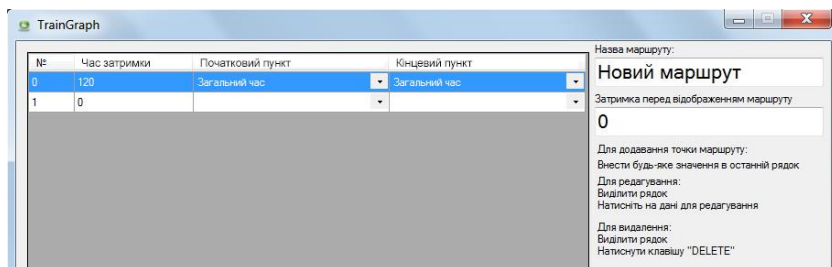


Рисунок 1.6 – Дані щодо загальної тривалості технологічних операцій

Одночасне відображення введених даних (рисунок 1.7), в даному випадку, представляє собою технологічний графік навантаження составу вагонів.

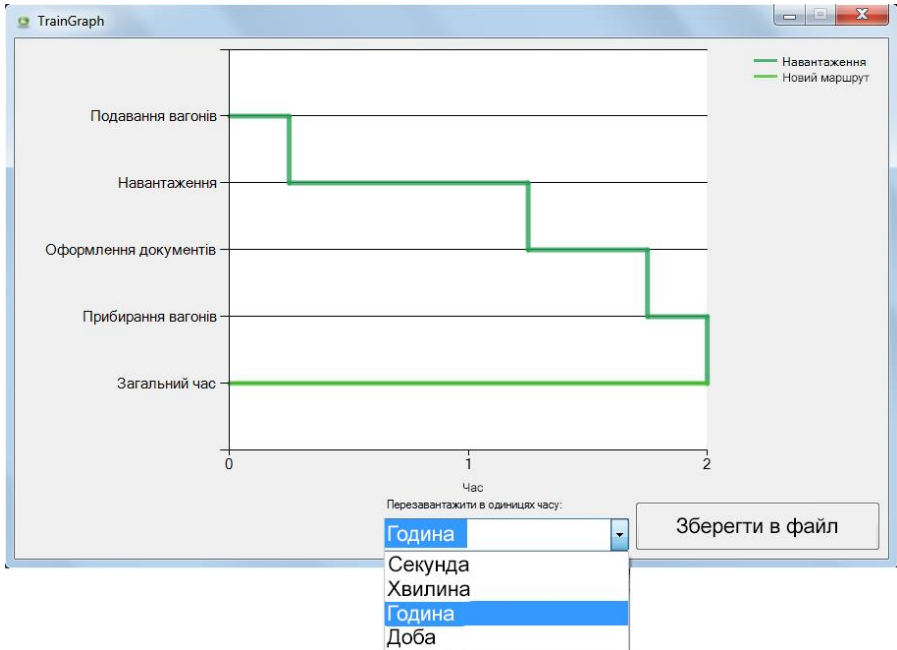


Рисунок 1.7 – Технологічний графік навантаження составу вагонів

### Завдання

При виконанні лабораторної роботи на підставі вихідних даних необхідно побудувати графік обслуговування доменної печі.

Вихідними даними для виконання завдання є тривалість виконання технологічних операцій при обслуговуванні доменної печі.

Вихідні дані для виконання лабораторної роботи наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для побудови графіка (час, хв.)

Технологічна операція	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подавання ковшів	5	7	9	11	5	7	9	11	5	7	9	11	5	7	9
Закріплення ковшів, відчеплення та виїзд локомотиву	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Очікування випуску чавуну	20	18	16	14	15	20	18	16	14	15	20	18	16	14	15
Випуск чавуну	40	45	50	55	60	35	40	45	50	55	60	35	40	50	60
Одержання дозволу на забирання ковшів	5	7	10	8	6	4	5	7	10	8	6	4	3	5	7
Подавання локомотиву	5	10	15	8	12	5	10	15	8	12	5	10	15	8	12
Причеплення локомотиву до ковшів	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Виїзд составу	7	6	5	4	7	6	5	4	7	6	5	4	8	4	5
Технологічна операція	Варіанти														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Подавання ковшів	6	7	8	10	5	7	8	11	5	8	9	10	6	7	9
Закріплення ковшів, відчеплення та виїзд локомотиву	4	4	5	4	5	7	4	6	5	4	5	6	4	4	6
Очікування випуску чавуну	21	19	16	13	15	20	18	16	12	15	21	18	15	14	13
Випуск чавуну	40	45	50	55	60	35	40	45	50	55	60	35	40	50	60
Одержання дозволу на забирання ковшів	5	6	11	8	5	4	5	6	9	8	7	5	3	5	7
Подавання локомотиву	6	11	15	8	12	5	9	14	8	11	5	11	14	8	11
Причеплення локомотиву до ковшів	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Виїзд составу	6	6	5	4	7	6	5	4	5	6	5	4	8	5	4

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### Організація перевезень рідкого чавуну в доменному цеху

**Мета.** Навчитись організовувати перевезення рідкого чавуну в доменному цеху металургійного підприємства.

#### Загальні відомості

Відомості щодо технології перевезень рідкого чавуну та роботи з програмою TrainGraph наведено в рекомендаціях до лабораторної роботи №1.

#### Завдання

За вихідними даними (рисунок 2.1, таблиця 2.1) побудувати графік перевезення рідкого чавуну в доменному цеху протягом зміни (12 годин).

Час переключення стрілок, очікування дозволів та ін. в розрахунках не враховується. Кількість залізничних составів (локомотив та група ковшів) – три одиниці. Состави чавуновозів обертаються між кожною піччю та міксерним відділенням без від'єднання окремих ковшів та/або об'єднання їх з іншими складами (кожна піч обслуговується одним й тим самим составом).

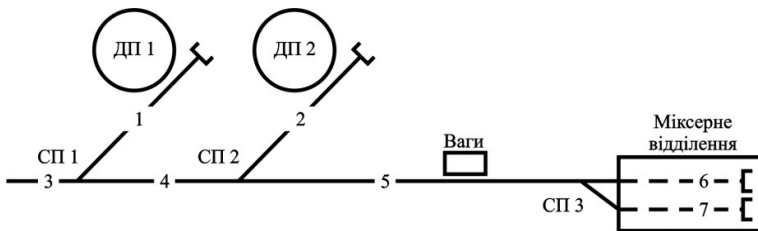


Рисунок 2.1 – Схема розташування доменних печей

Операції одного обороту кожного з двох составів включають операції з випуску чавуну, руху по коліях до міксерного відділення, злиття чавуну та повернення до доменної печі. Необхідно врахувати неможливість одночасного перебування на окремій колії більше одного составу.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для побудови графіка

Об'єкти, параметри	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Початок першого випуску чавуну, годин доби															
ДП 1	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
ДП 2	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5
Інтервал випуску чавуну, год.															
ДП 1	2,0	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	3,0	2,0
ДП 2	2,5	3,0	2,0	3,0	2,5	2,0	2,0	3,0	2,5	3,0	3,0	4,0	3,0	2,0	3,0
Тривалість випуску чавуну печами, хв.	20	30	35	40	25	20	30	35	40	25	20	30	35	40	25
Рух по коліях, хв.															
№ 1,2,3,4	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0
№ 5	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0
№ 6,7	4,0	5,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	6,0	7,0	3,0	4,0	5,0	3,0	3,0	4,0
Тривалість злиття чавуну з групи ковшів, хв.	10	20	15	20	20	10	15	15	20	15	20	15	15	15	20
Об'єкти, параметри	Варіанти														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Початок першого випуску чавуну, годин доби															
ДП 1	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
ДП 2	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5
Інтервал випуску чавуну, год.															
ДП 1	2,0	3,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	3,0	2,0
ДП 2	2,5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,5	3,0	3,0	4,0	3,0	2,0	3,0
Тривалість випуску чавуну печами, хв.	30	35	40	25	20	30	35	40	25	20	30	35	40	25	20
Рух по коліях, хв.															
№ 1,2,3,4	1,0	2,0	1,0	2	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0
№ 5	7,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0
№ 6,7	4,0	5,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	6,0	7,0	3,0	4,0	5,0	3,0	3,0	4,0
Тривалість злиття чавуну з групи ковшів, хв.	12	23	17	22	21	11	12	14	22	13	21	14	17	13	21

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### Оптимізація перевезень чавуну

**Мета.** Навчитись виконувати оптимізацію параметрів транспортної системи перевезення рідкого чавуну в доменному цеху металургійного підприємства.

### Загальні відомості

Відомості щодо технології перевезень рідкого чавуну та роботи з програмою TrainGraph наведено в рекомендаціях до лабораторної роботи №1.

**Завдання.** Розроблений в ході лабораторної роботи № 2 за вихідними даними (рисунок 2.1, таблиця 2.1) графік перевезення рідкого чавуну необхідно удосконалити за рахунок поєднання та укрупнення составів. Максимальну кількість ковшів, яка може перевозитись одним локомотивом, прийняти в кількості двох составів. Початком закінчення випуску чавуну ДП-2 вважати час заїзду до неї локомотива з чавуновозами від ДП-1. Тривалість операцій на ДП-1, ДП-2 прийняти 5 хвилин (приклад графіку показано на рисунку 3.1).

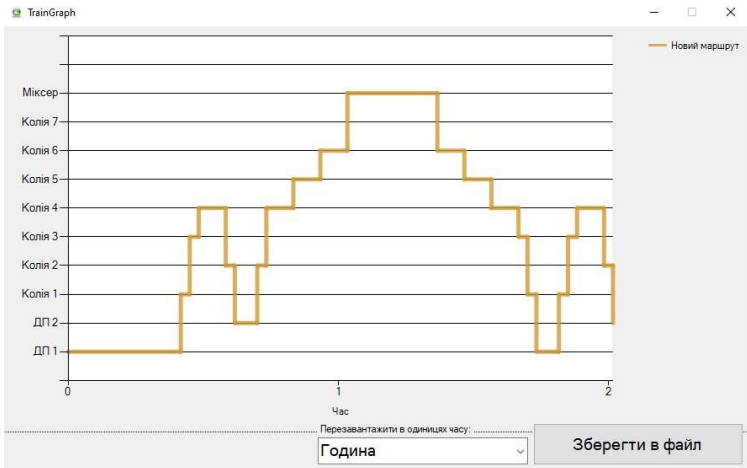


Рисунок 3.1 – Приклад графіку лабораторної роботи №3

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### Система перевезень гарячого агломерату

**Мета.** Придбати навички організації перевезень гарячого агломерату від аглофабрики до бункерів доменних печей металургійного підприємства.

#### Загальні відомості

Схема колійного розвитку транспортної системи, робота якої вивчається на лабораторній роботі, представлена на рисунку 4.1.

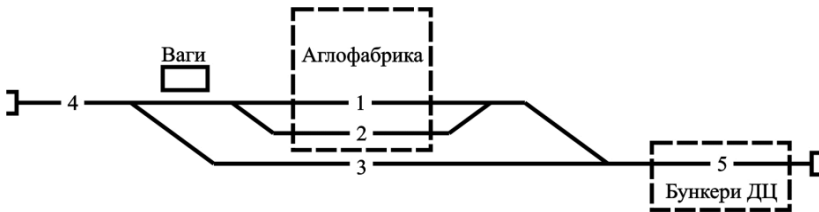


Рисунок 4.1 – Схема колійного розвитку транспортної системи перевезень гарячого агломерату

Навантаження агломерату здійснюється 6 агломашинами у вагони бункерного типу безперервно. Вагони навантажуються по основній колії № 1 партіями – 12 одиниць, при необхідності їх пересування навантажувальні жолоби перехиляються (на період підтягування чергових 6 порожніх вагонів) та відбувається навантаження додаткової групи з 6 вагонів по допоміжній суміжній колії № 2. По мірі завантаження составу по допоміжній колії, він замінюється на порожній состав.

З метою спрощення виконання лабораторної роботи вихідними даними задається середній час навантаження партії з 12 вагонів без урахування додаткової маневрової роботи з допоміжним составом.

Вагони від пункту навантаження витягуються локомотивом № 1 через ваги у витяжну колію № 4, та осаджуються на колію № 3 (передавальна колія), де закріплюються гальмівними башмаками. Локомотив № 1 повертається резервом до пункту навантаження для

його подальшого обслуговування (вагони переміщуються ним під жолобами для рівномірного завантаження агломератом).

Вагони з колії № 3 забираються локомотивом № 2, який доставляє їх до бункерів (колія №5) та повертає їх після вивантаження на колію № 1. Далі локомотив № 2 виконує заїзд на колію № 3 за черговою партією завантажених вагонів. Маневрова робота по колії № 2 в лабораторній роботі не враховується.

### Завдання

За вихідними даними (таблиця 4.1) побудувати графік перевезення гарячого агломерату від аглофабрики до бункерів доменних печей.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для побудови графіка (час, хв.)

Параметр	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Початковий час вивантаження	55	53	51	49	47	45	43	41	39	36	34	32	31	30	29
Послідовне зменшення часу вивантаження	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	9	10	11	12
Параметр	Варіанти														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Початковий час вивантаження	56	52	52	48	49	44	42	43	38	35	39	31	33	34	28
Послідовне зменшення часу вивантаження	17	16	15	14	12	13	12	11	9	10	7	11	9	10	11

Дана лабораторна робота виконується шляхом корегування шаблону графіка відповідно вихідних даних за своїм варіантом. Це можна зробити безпосередньо в програмі TrainGraph, але роботу локомотивів зручніше відкоригувати шляхом копіювання-додавання строчок в файлі routes.txt.

Перша цифра ліворуч в кожній строчці (перед знаком «\$») позначає порядковий номер маршруту, наступна цифра позначає вантажний пункт, остання – тривалість простою.

Для окремого маршруту перша верхня строчка позначає відправну позицію графіка (початкове зміщення). Таким чином, копіювання-вставлення наступних за нею строчок одного повного циклу дозволяє створити графік будь-якої тривалості.

На рисунку 4.2 наведено приклад створення циклічних маршрутів в файлі routes.txt для маршруту № 2 (обведено червоною лінією). Білим кольором на голубому фоні показаний один повний цикл графіка, який копіюється та додається.

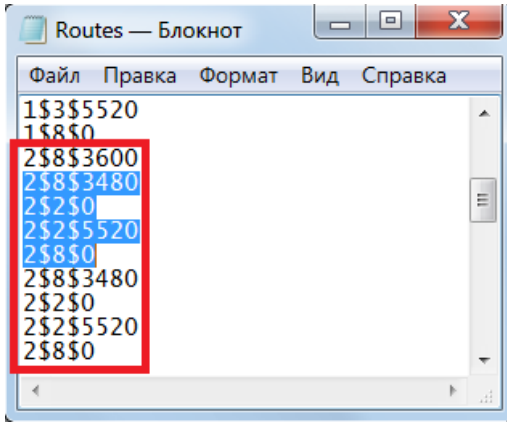


Рисунок 4.2 – Створення циклічних маршрутів

На рисунку 4.3 наведено приклад створення графіка циклічного маршруту (обведений червоною лінією).

Головним завданням лабораторної роботи є перехід на перевезення агломерату складами розміром не 12, а 6 вагонів, в зв'язку з поступовим короткочасним збільшенням потреби агломерату в доменному цеху (та, відповідно, збільшенням періоду між закінченням вивантаження та подаванням на бункери наступної партії вагонів), з метою уникнення порушень технологічного процесу внаслідок можливої нестачі агломерату для певної доменної печі. В лабораторній роботі приймається за критичний період часу відсутності вагонів з агломератом на бункерах доменного цеху – 35 хвилин та більше.

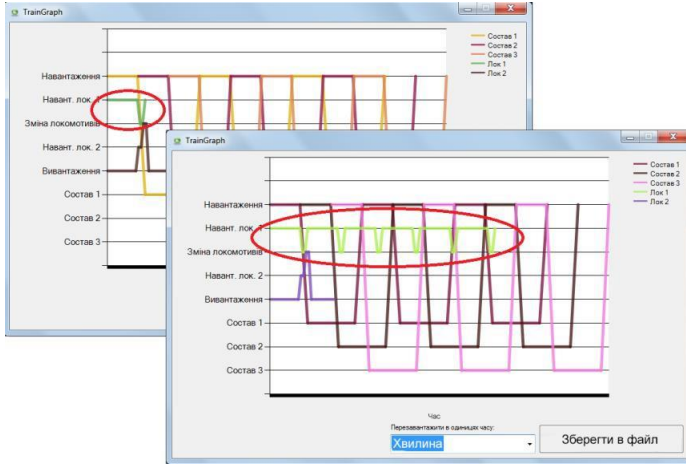


Рисунок 4.3 – Приклад створення графіка циклічного маршруту

На рисунку 4.4 наведений фрагмент графіка транспортного обслуговування аглофабрики при стабільному балансі виробництва-споживання агломерату.

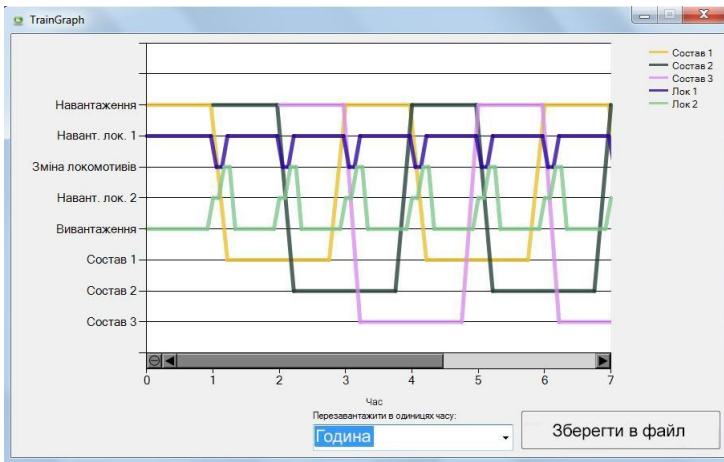


Рисунок 4.4 – Фрагмент графіка при стабільному балансі виробництва-споживання агломерату

На рисунку 4.5 наведений фрагмент графіка транспортного обслуговування аглофабрики при поступовому порушенні балансу виробництва-споживання агломерату.

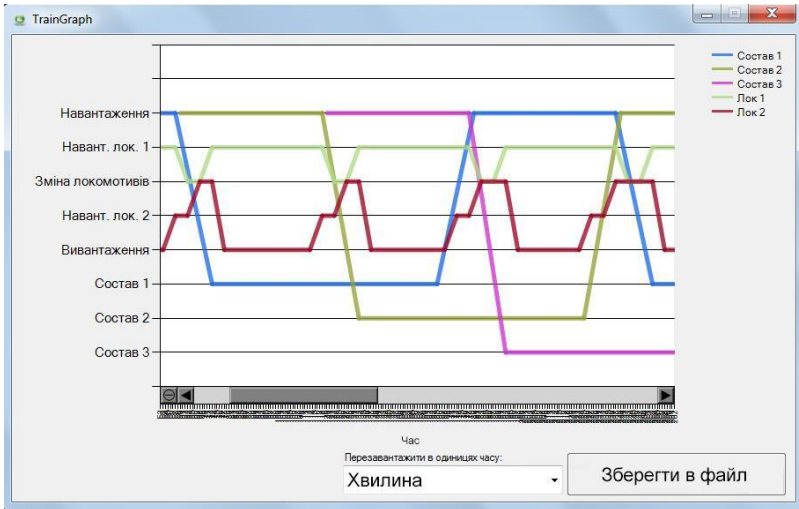


Рисунок 4.5 – Фрагмент графіка транспортного обслуговування аглофабрики при поступовому порушенні балансу виробництва-споживання агломерату

На рисунку 4.6 показаний фрагмент циклу з критичним часом відсутності вагонів з агломератом на бункерах доменного цеху (за часовою шкалою  $258-223 = 35$  хв.).

За графіком – це четвертий цикл, тому необхідно, щоб передача четвертого складу відбулась раніше. Це можливо за рахунок зменшення кількості вагонів у навантаженому складі до 6 одиниць. Виконуємо коригування графіку роботи локомотива № 1 шляхом внесення змін до файлу routes.txt. Фрагмент прикладу такого графіка наведено на рисунку 4.7 (червоною лінією обведено період зменшення кількості вагонів у складі з 12 до 6 з відповідним – у два рази – зменшенням тривалості вантажних операцій).

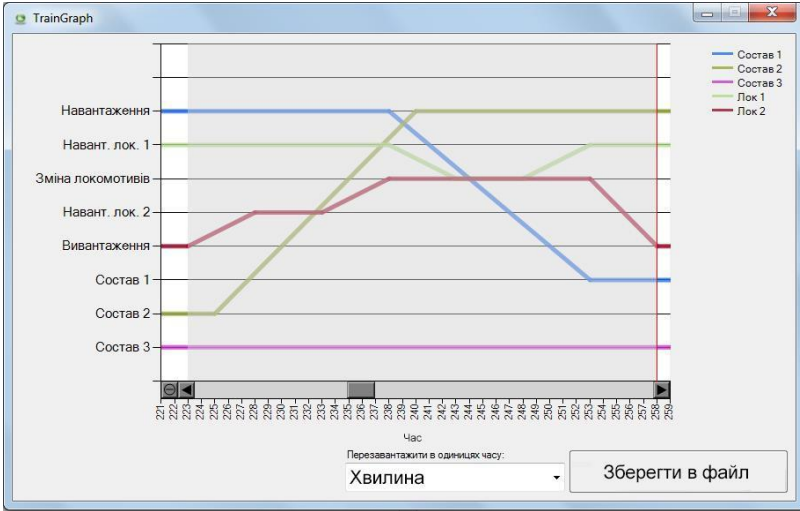


Рисунок 4.6 – Фрагмент циклу з критичним часом відсутності вагонів з агломератом на бункерах доменного цеху

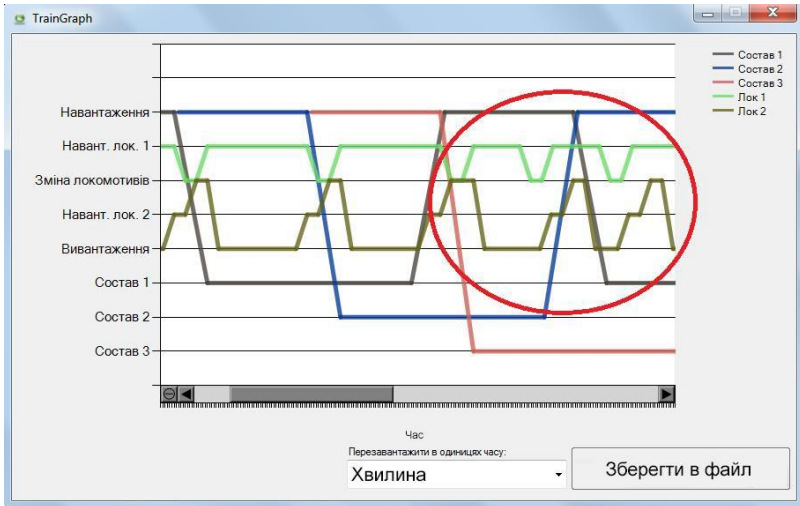


Рисунок 4.7 – Фрагмент графіка зі зменшенням розміру составів з агломератом

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### Система перевезень рідкого шлаку

**Мета.** Придбати навички організації перевезень рідкого шлаку від доменного цеху до цеха шлакопереробки.

#### Загальні відомості

Перевезення рідкого шлаку здійснюються за поширеною на підприємствах циклічною схемою: подавання порожніх ковшів до доменних печей – наливання шлаку – перестановка ковшів на колію накопичення – доставка составу до гранбасейну – зливання частини шлаку у гранбасейн – доставка шлаку до гарячого звалища – зливання та вибивання залишків шлаку з ковшів – доставка порожніх ковшів на станцію навантаження. В роботі передбачене коригування графіка у зв'язку з плановими ремонтними роботами на доменних печах (відсутністю двох випусків).

**Завдання.** За вихідними даними на курсове проектування (інтервали випуску шлаку) та за допомогою файлу-шаблону (рисунки 5.1-5.3) побудувати графік перевезення рідкого шлаку протягом 4 годин роботи (рисунок 5.1).

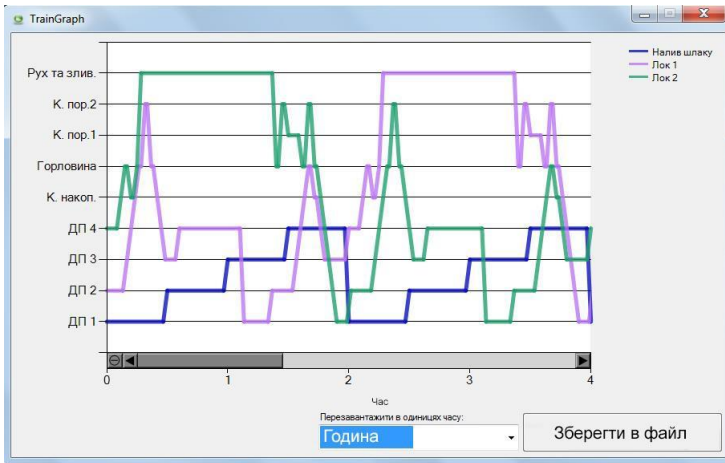


Рисунок 5.1 – Графік перевезень рідкого шлаку (4 години)

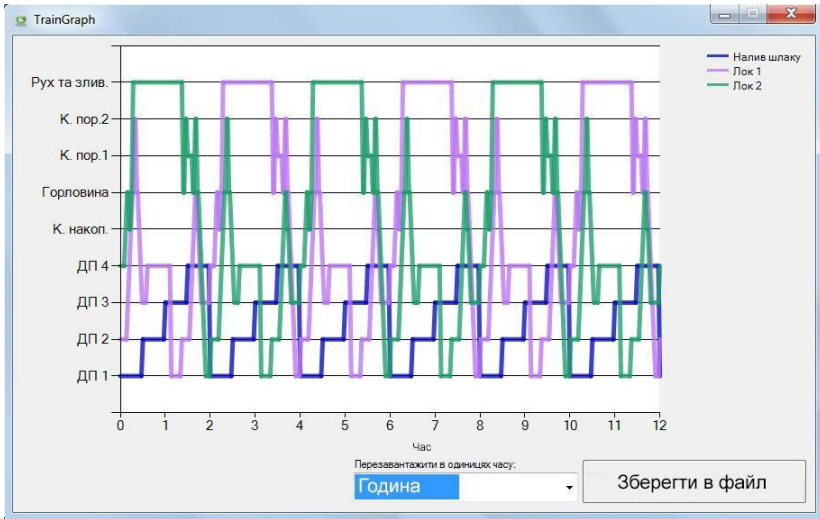


Рисунок 5.2 – Графік перевезень рідкого шлаку (12 годин)



Рисунок 5.3 – Графік перевезень рідкого шлаку (2 години)

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### Організація транспортного обслуговування пристрою розморожування вантажів

**Мета.** Придбати навички транспортного обслуговування пристрою розморожування вантажів в холодний період року.

#### Загальні відомості

Пристрої розморожування вантажів представляють собою камери розігрівання, у які подаються партії вагонів з вантажами, що втратили сипкість внаслідок змерзання. Блок з декількох камер розташовується поблизу концентрації фронтів вивантаження. Тривалість розігрівання залежить від властивостей певного вантажу та його температури. Обслуговування пристрою може виконуватись кількома локомотивами, але, зазвичай, одночасне знаходження більше одного локомотива в маневровому районі, де розташовані камери, забороняється.

#### Завдання

За вихідними даними (таблиця 6.1) та за допомогою файлу-шаблону необхідно розробити графік обслуговування пристрою розморожування вантажів (рисунки 6.1, 6.2).

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для побудови графіка (час, хв.)

Параметр	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Час, потрібний на відновлення сипкості вантажів у камерах розігріву	65	70	75	80	85	90	40	45	50	35	30	25	95	100	120
Параметр	Варіанти														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Час, потрібний на відновлення сипкості вантажів у камерах розігріву	68	73	78	83	88	93	43	48	53	38	33	28	98	103	123

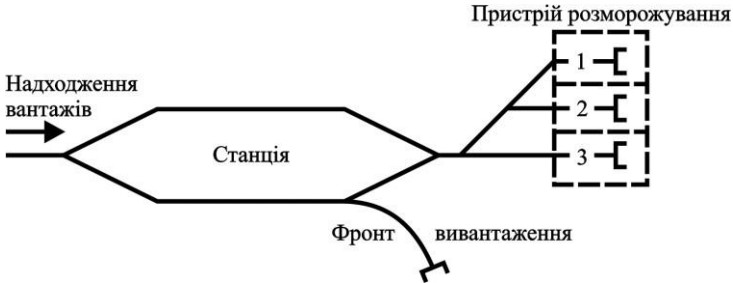


Рисунок 6.1 – Схема колійного розвитку

На графіку показується робота трьох камер розігрівання (букви після номеру камер позначають: «кп» – камера простоє, «кр» – робота камери), зайнятість колій, що з'єднують залізничну станцію з коліями пристрою розморожування.

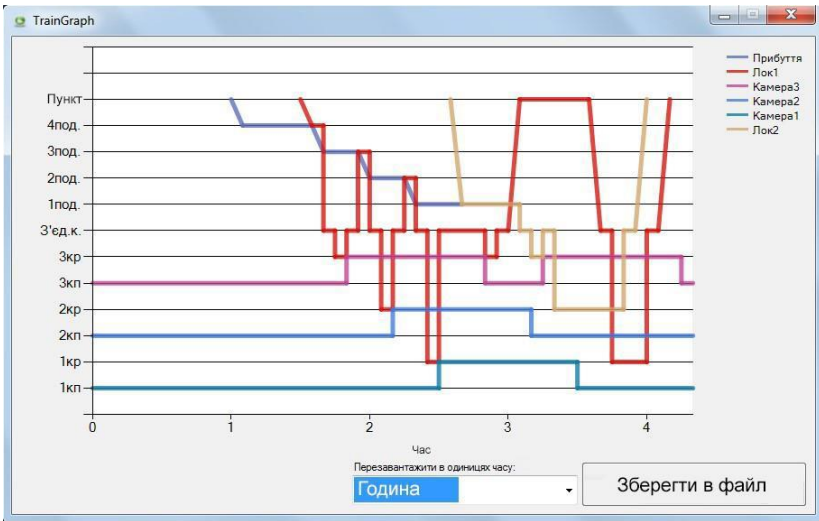


Рисунок 6.2 – Графік транспортної роботи пристрою розморожування вантажів

Надходження залізничних составів показується з розподілом по подачах (4 подачі в маршрутному составі) – приймається з файлу-шаблону для всіх варіантів однаковим. Робота поїзного локомотива на графіку не показується.

Робота маневрового локомотива показується від моменту потреби в ньому (після 30 хвилин з моменту надходження поїзда – часу, необхідного на виконання технічного та комерційного огляду) до закінчення такої потреби. Час доставки вагонів до фронту вивантаження та повернення на станцію складає 30 хвилин (показується по лінії «Станція»).

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### Організація вивантаження маршрутних составів

**Мета.** Придбати навички організації вивантаження маршрутних составів.

### Загальні відомості

Вивантаження маршрутних составів здійснюється на вагоноперекидачах, або на приймальних пристроях – підвищених коліях, естакадах, приймальних бункерах. Состав розбивається на окремі подачі, які перевозяться до фронту вивантаження.

### Завдання

За вихідними даними (таблиця 7.1) необхідно розробити графік вивантаження двох маршрутних составів – з рудою та вапняком (рисунок 7.1). Розмір составів приймається 60 вагонів.

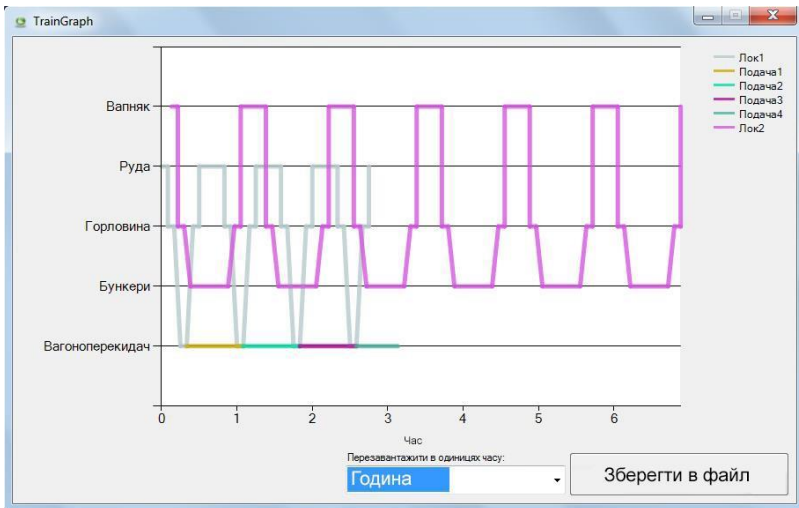


Рисунок 7.1 – Графік вивантаження маршрутних составів  
Вапняк надходить у хоперах, вивантаження здійснюється при

локомотиві. Руда вивантажується на вагоноперекидачі. Рух составів до фронтів вивантаження здійснюється с постановкою локомотива у хвості поїзда.

Для витягування составів на станції передбачені дві витяжні колії, які дозволяють обробляти обидва состави одночасно. Горловина, через яку здійснюється рух до вантажних пунктів, не дозволяє одночасний пропуск двох поїздів.

Необхідно побудувати графіки руху за існуючою схемою колійного розвитку та за проектною, коли можливий одночасний пропуск поїздів до фронтів вивантаження, та визначити проектне скорочення часу простою вагонів.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для побудови графіка

Параметр	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Час підготовки подачі, хв.	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20
Кількість вагонів у подачі руди, од.	15	16	17	18	19	20	15	16	17	18	19	20	15	16	17
Кількість вагонів у подачі вапняку, од.	20	15	16	17	18	19	20	15	16	17	15	16	20	18	19
Час вивантаження вагона на вагоноперекидачі, хв.	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Час вивантаження хопера, хв.	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4
Тривалість руху по горловині, маневрової роботи по подаванню вагонів до вагоноперекидача	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7

Кінець таблиці 7.1

Параметр	Варіанти														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Час підготовки подачі, хв.	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20
Кількість вагонів у подачі руди, од.	16	17	18	19	20	15	16	17	18	19	20	15	16	17	18
Кількість вагонів у подачі вапняку, од.	22	17	18	19	20	18	21	16	17	16	17	18	21	19	17
Час вивантаження вагона на вагоноперекидачі, хв.	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Час вивантаження хопера, хв.	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4
Тривалість руху по горловині, маневрової роботи з подавання вагонів до вагоноперекидача	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Турпак С. М. Методи та моделі управління вагонопотоками на металургійних підприємствах : монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 146 с.
2. Турпак С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств : монографія. Херсон: Грінь Д. С., 2015. 264 с.
3. Б.П. Серета, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Серета, Д.О. Кругляк. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія. Кам'янське : ДДТУ, 2021. 272 с.
4. А. с. 65138 Україна. Програма для побудови контактних графіків транспортного обслуговування виробничих підрозділів металургійного підприємства. Турпак С.М., Грицай С.В. (Україна). Зареєстр. 04.05.2016. – 1с.