



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ РОБОТОЮ.
ГРАФІК РУХУ ПОЇЗДІВ

Навчальний посібник

Харків 2021

УДК 656.025.2(075)

У 67

Рекомендовано вченою радою Українського державного університету залізничного транспорту як навчальний посібник (протокол № 5 від 26 червня 2020 р.)

Рецензенти:

д-р техн. наук, професор М. М. Мороз (Кременчуцький національний університет імені М. Остроградського);

д-р техн. наук, професор В. І. Мацюк (Державний університет інфраструктури та технологій)

Колектив авторів:

Прохорченко Андрій Володимирович

Малахова Олена Анатоліївна

Сіконенко Григорій Михайлович

Калашнікова Тетяна Юріївна

Прохорченко Галина Олегівна

У 67

Управління експлуатаційною роботою. Графік руху поїздів: навч. посібник / А. В. Прохорченко, О. А. Малахова, Г. М. Сіконенко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 262 с., рис. 94, табл. 14.

ISBN

У навчальному посібнику висвітлено актуальні питання розвитку теорії та практики складання графіків руху поїздів на залізничному транспорті України. Викладено основи понять про графік руху поїздів, про пропускну та провізну спроможність залізничної інфраструктури. Приділено увагу складанню графіка руху з урахуванням різних способів обслуговуванням поїздів локомотивами та локомотивними поїзними бригами. Розглянуто теорію розрахунку обгонів і схрещень вантажних поїздів, дільничної швидкості. Приділено увагу обліку і аналізу виконання графіка руху поїздів.

ISBN

© Колектив авторів, 2021.

© Український державний університет залізничного транспорту.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ ДЛЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦЬ. ВИМОГИ ПТЕ ДО ГРАФІКА. ФОРМА І ЗМІСТ ГРП	7
1.1. Загальні положення про ГРП та вимоги ПТЕ до графіка	7
1.2. Порядок присвоєння нумерації поїздам	13
1.3. Форма і зміст графіка руху поїздів	15
Контрольні питання до розділу 1	23
РОЗДІЛ 2. ЕТАПИ РОЗВИТКУ ГРП. КЛАСИФІКАЦІЯ ГРП.	24
2.1. Етапи розвитку ГРП	24
2.2. Ув'язка плану формування та графіка руху поїздів	36
2.2.1. Спеціалізація розкладів руху поїздів	36
2.2.2. Розрахунок спеціалізації розкладів руху маршрутних поїздів	38
2.3. Класифікація ГРП	47
Контрольні питання до розділу 2	54
РОЗДІЛ 3. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГРП ЕЛЕМЕНТИ ГРП (ЧАС ХОДУ ПОЇЗДА, СТАНЦІЙНІ ТА МІЖПОЇЗНІ ІНТЕРВАЛИ, НОРМИ СТОЯНОК НА СТАНЦІЯХ ПОЇЗДІВ І ЛОКОМОТИВІВ)	55
3.1. Вихідні дані для побудови ГРП	55
3.2. Елементи ГРП	60
3.2.1. Час ходу поїздів по перегонах	60
3.2.2. Станційні і міжпоїзні інтервали	62
3.2.3. Норми часу стоянок поїздів і локомотивів на станціях	87
Контрольні питання до розділу 3	89
РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ ПОНЯТЬ ПРО ПРОПУСКНУ ТА ПРОВІЗНУ СПРОМОЖНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	90
4.1. Пропускна спроможність залізничної інфраструктури	90
4.2. Загальні принципи розрахунку наявної пропускної спроможності одноколійних і двоколійних дільниць. Період графіка	96

4.2.1. Розрахунок пропускної спроможності одноколійних перегонів при парному непакетному паралельному графіку	97
4.2.2. Розрахунок пропускної спроможності двоколійних та багатоколійних перегонів при парному непакетному паралельному графіку	101
4.2.3. Розрахунок пропускної спроможності перегонів для різних типів графіків	104
4.2.4. Розрахунок наявної пропускної спроможності діляниць для непаралельного графіка руху поїздів	104
4.2.5. Розрахунок потрібної пропускної спроможності діляниць	105
4.3. Розрахунок провізної спроможності діляниць для непаралельного графіка руху поїздів	106
Контрольні питання до розділу 4	109
РОЗДІЛ 5. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ТА ПОРЯДОК ПОВБУДОВИ ГРП	110
5.1. Терміни та визначення понять	110
5.2. Порядок побудови ГРП згідно з ПФП напрямку	111
5.3. Складання графіка руху пасажирських поїздів	112
5.3.1. Скорочене прокладання пасажирських поїздів на графіку руху	113
5.3.2. Детальне прокладання на діляницях пасажирських поїздів	115
5.4. Загальні вимоги до прокладання на графіку вантажних поїздів	117
5.4.1. Прокладання на графіку вантажних поїздів на одноколійній діляниці	118
5.4.2. Прокладання на графіку вантажних поїздів на двоколійній діляниці	120
5.4.3. Порядок заповнення сітки графіка руху на діляниці	122
5.5. Порядок підведення поїздів до технічних станцій та вузлів	132
5.6. Організація пропускання поїздів при наданні «вікон» для поточного утримання технічних засобів, капітального ремонту пристроїв і будівельних робіт	134
5.7. Спеціалізація ниток графіка, узгодження ниток по стикових пунктах	137

5.8. Особливості складання графіка руху вантажних поїздів при виділенні в ньому стабільної частини (ядра) поїздопоток	138
5.9. Особливості прокладання поїздів на електрифікованих дільницях	139
5.10. Пропускання з'єднаних поїздів	145
Контрольні питання до розділу 5	150
РОЗДІЛ 6. УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ РОБОТОЮ НА ДІЛЬНИЦІ	151
6.1. Організація місцевої роботи на проміжних станціях	151
6.2. Побудова діаграми місцевих вагонопотоків	154
6.3. Визначення кількості збірних поїздів	158
6.4 Вибір схеми прокладання на графіку поїздів, що виконують місцеву роботу	162
Контрольні питання до розділу 6	171
РОЗДІЛ 7. УПРАВЛІННЯ ТЯГОВИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ГРАФІКОМ	172
7.1. Загальні положення	172
7.2. Основні терміни	173
7.3. Способи обслуговування поїздів локомотивами	179
7.4. Обороти локомотива	181
7.5. Показники використання локомотивів	186
7.5.1. Нормування експлуатованого парку локомотивів	186
7.5.2. Якісні та кількісні показники використання локомотивів	189
7.6. Обслуговування локомотивів бригадами	195
7.6.1. Основні принципи обслуговування локомотивів бригадами	195
7.6.2. Методи організації явки бригад на роботу	200
7.6.3. Умови та графік роботи локомотивних бригад	201
7.6.4. Норми тривалості роботи локомотивних бригад	203
7.6.5. Особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку локомотивних бригад	203
7.6.6. Нормування контингенту локомотивних бригад	207
Контрольні питання до розділу 7	209

РОЗДІЛ 8. ТЕОРІЯ РОЗРАХУНКУ ДІЛЬНИЧНОЇ ШВИДКОСТІ, ОБГОНУ І СХРЕЩЕННЯ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ	210
8.1. Загальні положення	210
8.2. Дільнична швидкість при насиченому паралельному графіку	211
8.3. Загальна постановка завдання аналітичного розрахунку дільничної швидкості при непаралельному графіку	213
8.4. Основи теорії схрещень та обгонів поїздів	215
8.5. Розрахунок коефіцієнта швидкості при звичайному графіку руху	218
8.6. Розрахунок простою під схрещеннями та обгонами	220
8.7. Розрахунок коефіцієнта швидкості при пакетному графіку	229
8.8. Заходи зі збільшення дільничної швидкості	233
Контрольні питання до розділу 8	234
РОЗДІЛ 9. ОБЛІК ВИКОНАННЯ ГРАФІКА РУХУ. ПОКАЗНИКИ ГРП	235
9.1. Показники графіка руху поїздів	235
9.2. Облік і аналіз виконання графіка руху поїздів	246
9.3. Показники обліку	249
9.4. Віднесення затримок поїздів за господарствами та причинами	250
Контрольні питання до розділу 9	259
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	260

Розділ 1

ЗНАЧЕННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ ДЛЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦЬ. ВИМОГИ ПТЕ ДО ГРАФІКА. ФОРМА І ЗМІСТ ГРП

1.1. Загальні положення про ГРП та вимоги ПТЕ до графіка

Графік руху поїздів (ГРП) – це основний нормативно-технологічний документ, що регламентує роботу всіх підрозділів залізничного транспорту з організації руху поїздів. Він визначає технологію експлуатаційної роботи всієї мережі залізниць, об'єднує й організує роботу всіх станцій, лінійних підрозділів локомотивного та вагонного господарств, дільниць і напрямків в єдиний транспортний конвеєр [1].

Дотримання ГРП і попередження його порушень має бути головним для всіх працівників, пов'язаних з організацією руху поїздів.

Рух поїздів за графіком забезпечується правильною організацією і виконанням технологічного процесу роботи станцій, депо, тягових підстанцій, пунктів технічного обслуговування та інших підрозділів залізниць, пов'язаних з рухом поїздів.

На сьогодні у світі склалося дві системи організації просування поїздів на залізничних напрямках, засновані на різних концепціях виконання графіка руху поїздів. Перша система базується на технології відправлення поїздів за жорстким графіком руху вантажних поїздів. За таких умов технологічною основою роботи залізничних напрямків є відправлення протягом певного періоду часу постійної кількості поїздів з різною нефіксованою їх масою і довжиною. При такій системі середній состав поїзда завжди буде менше максимального, а нерівномірність вагонопотоків опановують за рахунок допустимої різниці між мінімальною і максимальною величиною состава поїзда. Друга система передбачає відправлення повновагових і повносоставних поїздів при непостійності їх кількості протягом доби. При цьому поїзди кожного призначення формують з накопиченням составів і відправляють або за найближчою неспеціалізованою ниткою графіка, або за

готовністю поїзда (виходячи з міжпоїзного інтервалу). Такий підхід передбачає використання графіка руху поїздів в основному як нормативного документа, а просування вагонопотоків у мережі здійснюється за диспетчерським розкладом залежно від поїзної ситуації, що склалася.

Слід зазначити, що існує окремий вид моделі перевізного процесу на основі змішаного підходу з частковим використанням жорстких спеціалізованих ниток графіка руху для просування потужних вантажопотоків. Такий підхід забезпечує високий рівень організації перевезень і дозволяє не втратити гнучкість транспортної системи при освоєнні вагонопотоків, що виникають у результаті нерівномірного навантаження та не входять до плану жорсткого графіка.

Рух поїздів строго за графіком забезпечується правильною організацією роботи і точним виконанням технологічного процесу роботи станцій, депо, тягових підстанцій, пунктів технічного обслуговування та інших підрозділів, пов'язаних з рухом поїздів.

Графік руху поїздів має забезпечувати:

- задоволення потреб у перевезеннях пасажирів і вантажів;
- безпеку руху поїздів;
- найбільш ефективне використання пропускної і провізної спроможності дільниць і переробної спроможності станцій;
- раціональне використання рухомого складу;
- дотримання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад;
- можливість проведення робіт з поточного утримання і ремонту колії, споруд, пристроїв СЦБ, зв'язку та електропостачання при безумовному дотриманні вимог охорони праці (з п. 13.2 ПТЕ).

Графік базується на прогресивній технології, передовому досвіді роботи, найновіших досягненнях науки і техніки, раціональному використанні наявних технічних засобів і тих, що вводяться в експлуатацію.

Графік має бути прогресивним і мобілізуючим. Під час складання кожного нового графіка мають враховуватися досягнуті удосконалення організації руху поїздів ті плануватися більш високі показники використання рухомого складу.

Графік руху має забезпечувати безперервну, ритмічну і злагоджену роботу як однієї залізниці, дирекції залізничних перевезень, транспортного підприємства, так і мережі залізниць у цілому.

На залізницях України розрізняють такі види графіків руху поїздів.

Нормативний графік руху поїздів (НГРП) – графік руху поїздів, який розробляється і складається щорічно технологіями відділу аналізу і розроблення графіків руху поїздів служби перевезень залізниць і є основним нормативно-технологічним документом, що регламентує роботу всіх підрозділів залізничного транспорту з організації руху поїздів. Новий НГРП вводиться в останній тиждень травня до початку кампанії літніх пасажирських перевезень. На дільницях з різними обсягами пасажирських перевезень у літній і зимовий періоди після закінчення літніх пасажирських перевезень вводиться НГРП з коригуванням на зиму. На основі НГРП складаються книги розкладів поїздів.

Графік виконаного руху (ГВР) – графік руху поїздів, який ведеться на спеціальному бланку поїзним диспетчером дільниці (ДНЦ) або автоматично з використанням спеціальних програм, відображує виконання всіма службами залізниці встановленого нормативного або варіантного графіка руху поїздів. На основі аналізу ГРП розраховуються якісні та кількісні показники роботи дільниці.

Варіантний графік руху поїздів (ВГРП) – графік пропускання поїздів, який відрізняється від нормативного графіка і застосовується під час надання «вікон», зміни порядку пропускання поїздів на дільниці, при відхиленні поїздів на паралельні, що впливає на умови пропускання і розміри руху поїздів (у парах). ВГРП діє як на тривалий період, так і на конкретні дати надання «вікон» [8]. Крім того, розробляють спеціальний розклад.

Спеціальний розклад – розклад, який розробляється для прямування господарчих поїздів (колійної техніки) від місця дислокації до станції базування під час проведення «вікна» і зворотно.

Графік є основою організації руху поїздів на залізничному транспорті. Він визначає:

- послідовність зайняття поїздами перегонів;
- час відправлення і прибуття поїздів по кожному роздільному пункту;
- швидкості руху поїздів по перегонах;
- норми часу стоянки поїздів на станціях;
- серії локомотивів, що обслуговують поїзди;
- вагові норми і довжину поїздів.

Порушення ГРП не допускається. У виняткових випадках, коли внаслідок відмови технічних засобів або стихійного лиха відбувається порушення ГРП, працівники всіх служб зобов'язані вживати оперативних заходів для введення у графік пасажирських і вантажних поїздів, що запізнюються, і забезпечувати їх безпечне проходження.

ГРП розробляється для всієї мережі залізниць на літній період і коректується на зимовий період. Розклад пасажирських поїздів, як правило, розробляється на два-три роки. Крім того, мають складатися варіанти графіка на період значних змін розмірів пасажирського і вантажного руху, планових перерв у русі поїздів.

Порядок і терміни розроблення ГРП оголошуються Держадміністрацією залізничного транспорту України (ЗТУ). Причетні головні управління АТ «Укрзалізниця» розглядають і затверджують у рамках адміністрації подані залізницями та дирекціями залізничних перевезень матеріали для складання ГРП, зокрема відомості допустимих швидкостей руху поїздів по перегонах і станціях; схеми розміщення локомотивного парку, дільниць; роботи локомотивних бригад і гарантійних пліч обслуговування рухомого складу; завдання на встановлення розмірів пасажирського і вантажного руху; норми ваги і довжини поїздів; норми технічної і дільничної швидкостей, середньодобового пробігу локомотивів.

На найважливіших напрямках мережі розглядаються і затверджуються плани капітального ремонту та будівництва колій і споруд, заходи щодо підвищення швидкостей руху, організаційно-технічні заходи щодо освоєння зростаючих перевезень.

Відповідні служби залізниці на підставі затверджених АТ «Укрзалізниця» завдань розробляють та затверджують:

- розміри вантажного руху по кожній дільниці з розподілом за категоріями поїздів згідно з планом формування;
- перегінні часи руху для пасажирських і вантажних поїздів;
- станційні та міжпоїзні інтервали;
- норми часу на технологічні операції з обробки поїздів;
- схеми розвезення місцевого вантажу;
- варіанти прокладання місцевих пасажирських і приміських поїздів у межах своєї залізниці.

Розраховані та зведені у спеціальні таблиці елементи графіка затверджуються начальником залізниці і є підставою для складання графіка руху поїздів на залізниці.

Розроблення сітьового графіка руху поїздів складається з таких етапів:

- попереднє опрацювання та погодження з зацікавленими залізницями схем прокладання пасажирських поїздів усіх категорій;
- погодження схем прокладання далеких швидких і пасажирських поїздів проводиться на технічних нарадах, що скликаються АТ «Укрзалізниця», за напрямками мережі залізниць;
- погодження схем прокладання наскрізних вантажних поїздів на технічних нарадах залізниць;
- погодження ниток по пунктах переходу між залізницями та дирекціями залізничних перевезень;
- остаточне прокладання всіх поїздів по дільницях;
- затвердження графіка в АТ «Укрзалізниця»;
- тиражування вихідної документації.

Графік руху поїздів узгоджується з планом формування, у якому визначаються розміри руху, спеціалізація ниток вантажних поїздів, розміри передачі поїздів по міжзалізничних стикових пунктах. На підставі стійких вагонопотоків за кожним напрямком розраховуються плани формування вантажних поїздів, що становлять основне ядро графіка. У графіку виділяються спеціальні розклади для пропускання поїздів підвищеної ваги і довжини, порожніх маршрутів, поїздів з контейнерами, швидкопсувними та іншими вантажами.

Для забезпечення повного і раціонального використання технічних засобів станцій ті рухомого складу графік руху поїздів має бути узгоджений з технологією роботи сортувальних, дільничних, вантажних і пасажирських станцій. Для введення поїздів, що запізнюються, у графіку для окремих диспетчерських дільниць і напрямків з інтенсивним рухом розробляється Додаток до графіка руху поїздів про скорочення запізнь поїздів.

Розроблення Додатка до графіка руху про скорочення запізнь поїздів провадять виходячи з практики організації перевізного процесу конкретних напрямків, диспетчерських дільниць і залізничних вузлів.

Додаток до графіка руху про скорочення запізнь поїздів розробляється відділом перевезень дирекції залізничних перевезень для диспетчерських дільниць, за періодами доби перед введенням нового графіка або за окремою вказівкою АТ «Укрзалізниця».

Служба перевезень залізниці узагальнює подані матеріали і на їх основі складає Додаток у цілому по залізниці, який після узгодження з Департаментом пасажирських перевезень далекого сполучення та Управлінням статистики затверджується Головним управлінням перевезень АТ «Укрзалізниця». Порядок розроблення Додатка наведений у дод. 31 «Інструкції зі складання графіка руху поїздів на залізницях України».

ГРП затверджується Головою правління АТ «Укрзалізниця» або його першим заступником.

Для покращення розроблення графіка руху поїздів створена і діє система централізованого складання графіка руху поїздів (система ЦСГРП).

Кожному поїзду присвоюється певний номер, за яким визначається категорія та періодичність курсування (для пасажирських поїздів). Крім номера, кожному вантажному поїзду надається індекс, що не змінюється до станції розформування.

Поїздам, не передбаченим ГРП, номери надаються при їх призначенні.

Поїзди за черговістю пропускання на графіку руху поділяють:

а) на *позачергові* – пропускання яких не передбачено графіком руху. До них належать відбудовні, пожежні,

снігоочисники, локомотиви без вагонів, автомотриси і дрезини незнімного типу, призначені для відновлення нормального руху і для гасіння пожежі;

б) *чергові* – передбачені графіком руху поїздів. У порядку пріоритетності:

- 1) пасажирські швидкісні;
- 2) пасажирські швидкі;
- 3) пасажирські всіх інших найменувань;
- 4) поштово-багажні, військові, вантажно-пасажирські, людські та прискорені вантажні поїзди; поїзд прийнято за матеріальну точку;

- 5) вантажні (наскрізні, дільничні, збірні, вивізні, передавальні, господарчі поїзди і локомотиви без вагонів);

в) *поїзди, призначені з особливих вимог*, черговість яких встановлюється при призначенні.

1.2. Порядок присвоєння нумерації поїздам

Відрізок номерів для кожної категорії поїздів затверджується Радою з залізничного транспорту держав-учасниць СНД, який вказується у службових розкладах [20].

Кожному поїзду під час відправлення з початкової станції формування, а для пасажирського і приміського поїздів – і зі станцій обороту состава, згідно з нормативним графіком (розкладом) присвоюється номер, який зберігається до кінцевої станції призначення (розформування, обороту состава) або до станції, де закінчується розклад руху цього поїзда.

Кожному сформованому составу з вантажних вагонів присвоюється індекс, який зберігається на всьому шляху прямування від станції формування до станції розформування состава. Номери поїздів, а для вантажних й індекс, які присвоюються поїздам на одній диспетчерській дільниці, сортувальній і дільничній станції, протягом звітної доби не повинні повторюватися. Номер та індекс поїзда проставляються на графіку виконаного руху поїздів і в додатку до нього, у журналі руху поїздів і локомотивів по станції, натурному листі поїзда, маршруті машиніста.

Новий номер присвоюється транзитному вантажному поїзду:

– що прибув на дільничну (сортувальну) станцію за розкладом, який закінчується на цій станції або не збігається з напрямком подальшого прямування цього поїзда;

– під час відчеплення або поповнення на станції більше половини вагонів у складі.

Новий номер проставляється на графіку виконаного руху поїздів і в додатку до нього, у журналі руху поїздів і локомотивів, натурному листі поїзда, маршруті машиніста.

Кожному сформованому маршрутному поїзду (завантаженому рудою, металом, вугіллям, добривами, наливними вантажами тощо та з порожніх вагонів), контейнерному і контрейлерному, яким нормативним графіком руху передбачено наскрізну «жорстку нитку» прямування, під час відправлення з початкової станції формування присвоюється номер згідно з нормативним графіком руху та індекс, які зберігаються до кінцевої станції призначення. Розклад руху таких поїздів від станції відправлення до станції призначення передбачений нормативним графіком руху. Перелік номерів поїздів, маршрут і розклад їх прямування надаються службою перевезень до відділу статистики та відділу аналізу графіка руху поїздів служби статистики, Головним управлінням перевезень – до Управління статистики.

Не дозволяється змінювати номер та індекс транзитного поїзда і враховувати його як поїзд свого формування при відчепленні вагонів через технічні, комерційні несправності та з інших причин, а також у разі відчеплення або поповнення менше половини вагонів у складі поїзда. Виключення мають транзитні вантажні поїзди при поверненні їх передаточною станцією сусідній залізничній адміністрації, з якої вони прибули, і неприйнятні, що підтверджується поїзною передаточною відомістю.

Забороняється присвоювати вантажному поїзду номер, що не відповідає його категорії і призначенню та не передбачений нормативним графіком руху на відповідній диспетчерській дільниці, а також змінювати номер на шляху прямування поїзда, крім випадків, вказаних вище.

Вантажному поїзду, відправленому за диспетчерським розкладом, присвоюється номер згідно зі змінним планом поїзної роботи, відкоригованим за 4–6-годинними періодами.

Додатковому поїзду, відправленому за диспетчерським розкладом, присвоюється порядковий номер, наступний після номерів, указаних у нормативному графіку руху для даної категорії поїздів на даній диспетчерській дільниці.

Номер пасажирського або приміського поїзда змінюється з парного на непарний або навпаки в тих пунктах, де це передбачено нормативним графіком руху.

1.3. Форма і зміст графіка руху поїздів

Графік руху поїздів являє собою масштабну сітку, на якій умовно прямими похилими лініями зображується рух кожного поїзда. Поїзд прийнятий за матеріальну точку. Горизонтальні лінії сітки графіка відповідають осям роздільних пунктів: станцій, роз'їздів, обгінних колій, колійних постів, парків станцій, розташованих на даній дільниці. Відстані між горизонтальними лініями відповідають відстаням між осями роздільних пунктів. Дільничні та проміжні станції, на яких виконуються технічні, прикордонно-митні та інші операції, зображуються горизонтальними лініями за кількістю приймально-відправних колій. За відсутності на графіку руху приймально-відправних колій їх зайнятість поїздами додається до пояснювальної записки до графіка руху. На залізницях України, Росії, Франції (рис. 1.1) час наведено на осі абсцис (x , горизонтальна вісь), а відстань показано по осі ординат (y , вертикальна вісь). В Німеччині та інших країнах Європи граф осі відстані та часу змінюється місцями (рис. 1.2).

Рух поїздів на графіку може зображуватися як прямими лініями, які нахилені, тобто виражається функцією вигляду $y = kx + b$ (умовно приймається припущення, що в межах перегону швидкість поїздів рівномірна (рис. 1.3, а), так і кривими лініями, які зображують реальну зміну швидкості на перегоні з урахуванням розгону-сповільнення і профілю колії (рис. 1.3, б).

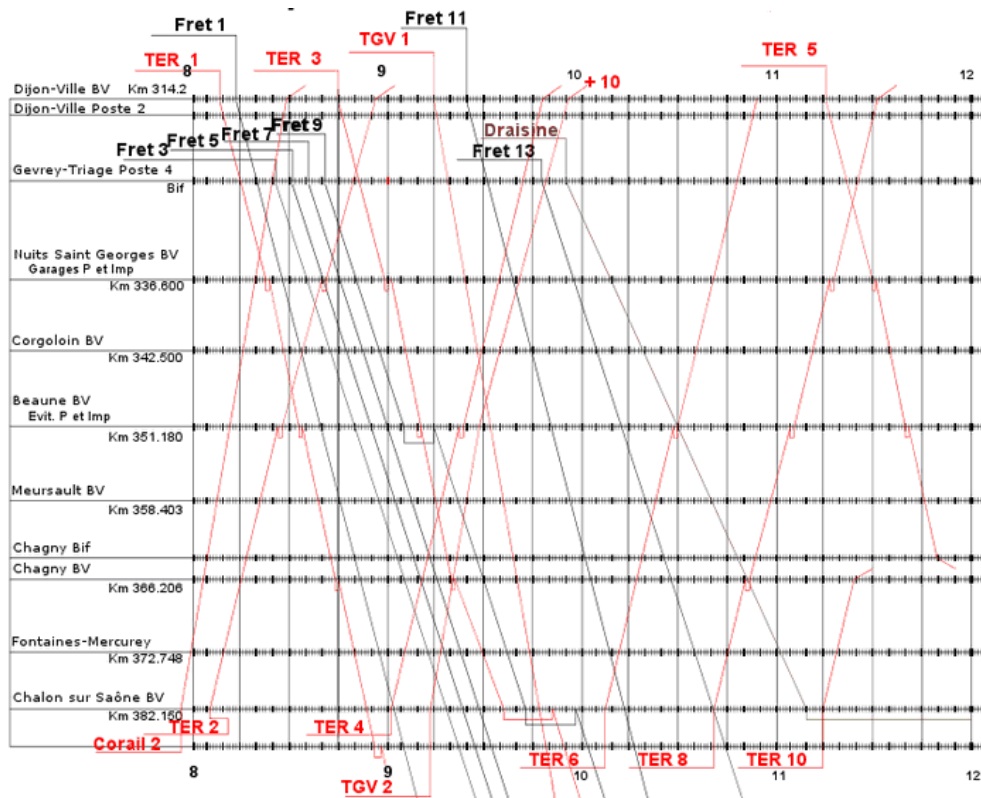


Рис. 1.1. Приклад графіка руху на сітці, де по вертикалі – відстань, а по горизонталі – час

Brig RB - Domodossola II

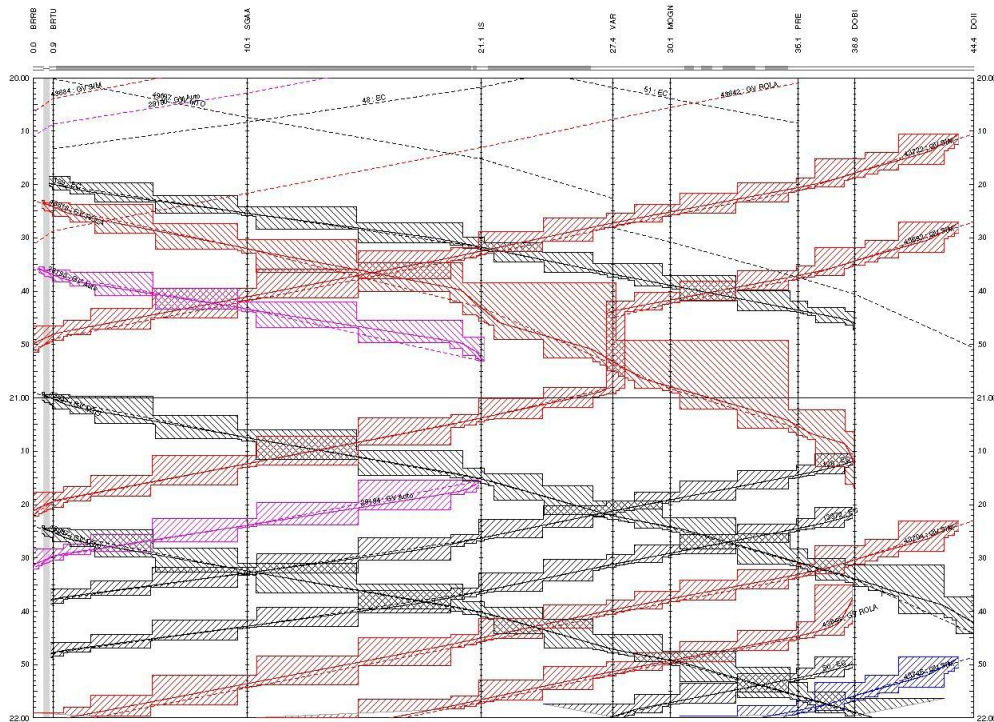


Рис. 1.2. Відображення графіка руху на сітці, де по вертикалі – час, а по горизонталі – відстань

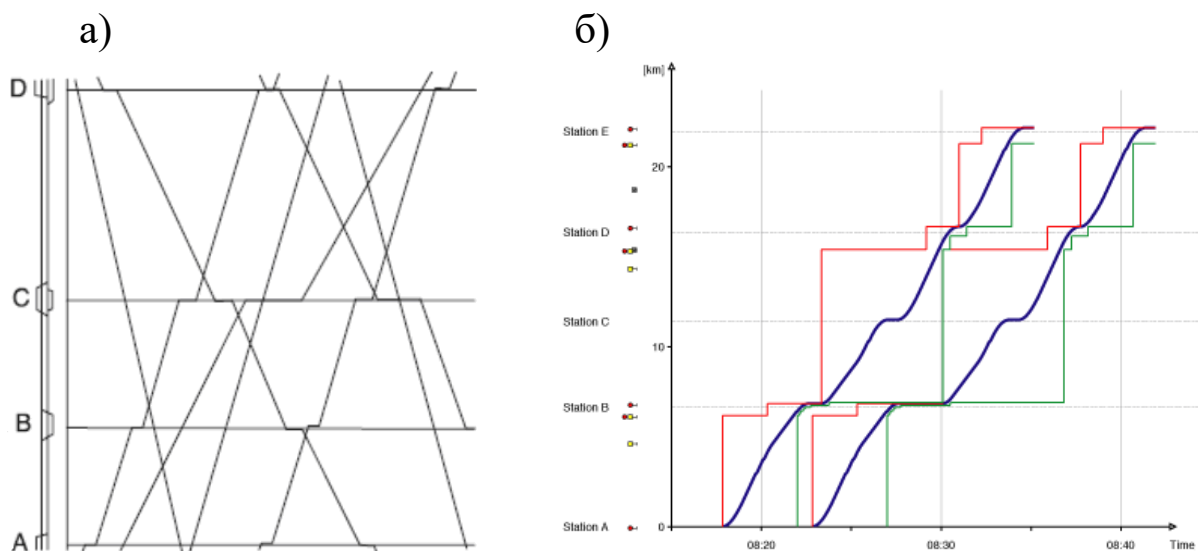


Рис. 1.3. Фрагмент графіка руху на сітці:
 а – по вертикалі – час, по горизонталі – відстань;
 б – по вертикалі – час, по горизонталі – відстань

Складають графік руху на стандартній масштабній сітці [1, 3]. На сітці кожна година розділена вертикальними лініями на шість десятихвилинних інтервалів, при цьому півгодинні поділки вказуються штрихпунктирною лінією, а годинні – жирною. Час проходження (прибуття чи відправлення) поїздом кожного роздільного пункту визначається перетином лінії ходу поїзда з віссю відповідного роздільного пункту і відзначається цифрою понад цілий десяток у тупому куті, утвореному лінією ходу поїзда і віссю роздільного пункту. На перегонах, прилеглих до станцій, що обмежують диспетчерське коло, над лінією ходу поїзда ставлять його номер. Поїзди нумерують залежно від напрямку руху і категорії перевезень. Лінії ходу непарних поїздів наносять, як правило, зверху вниз, а парних – знизу вгору. На основі графіка руху поїздів складається розклад руху поїздів, де вказується час прибуття, відправлення і проходження поїздів по кожному роздільному пункту (рис. 1.4).

Зображення графіка руху поїздів може бути подано на паперовому носії у вигляді надрукованої на аркуші паперу сітки графіка з нанесеними на неї лініями ходу поїздів різних категорій і відповідними реквізитами в межах добового циклу (у 24-годинному вимірюванні). Зображення графіка може бути наведено в електронному вигляді та відображено на екрані комп'ютера у вигляді фрагмента, відповідного тій або іншій ділянці аркуша графіка на паперовому носії.

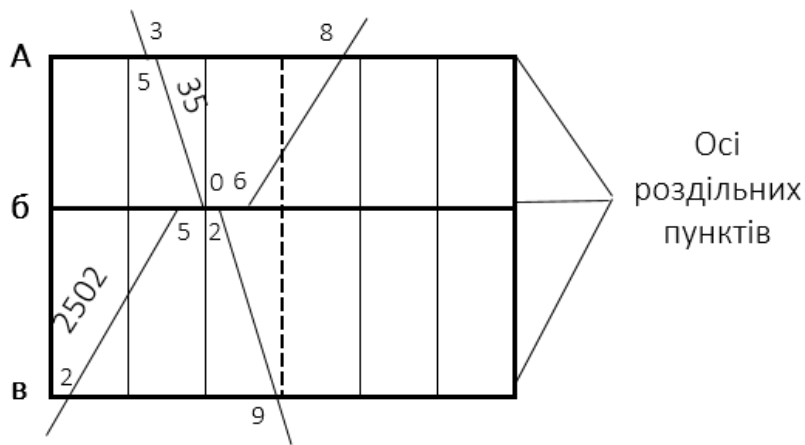


Рис. 1.4. Фрагмент графіка руху поїздів

Формат окремого аркуша графіка встановлений однаковим і складає 841×1189 мм (за діючою класифікацією паперових носіїв інформації позначається як формат А0). Залежно від необхідного масштабу 24-годинний графік руху поїздів може розташовуватися на одному або кількох аркушах. Вигляд аркуша графіка та його основні елементи зображено на рис. 1.5.

Аркуш графіка складається з таких основних елементів (рис. 1.5):

1 - власне поле графіка – містить годинну сітку графіка і лінії ходу поїздів;

2 - ліва бічна таблиця графіка («ліва боковушка»);

3 - права бічна таблиця графіка («права боковушка»). У ліву і праву «боковушки» заносяться нормативи і показники графіка, необхідні для «читання» аркуша і роботи з ним;

4 - таблиця вагових норм у пасажирському русі;

5 - таблиця вагових норм у вантажному русі;

6 - тема графіка;

7 - умовні позначення, підписи та примітки;

8 - ідентифікаційний напис.

Масштаб, як правило, приймається 2 мм = 1 км. Для дільниць великої протяжності з метою досягнення необхідної пропорційності креслення і зручного читання графіка цей масштаб може бути зменшений. По вертикалі сітка графіка жирними лініями поділена на 24 основні смуги, що відповідають 24 годинам доби. Кожна годинна смуга у свою чергу поділяється тонкими лініями на шість рівних смуг, які відповідають 10-хвилинним інтервалам.

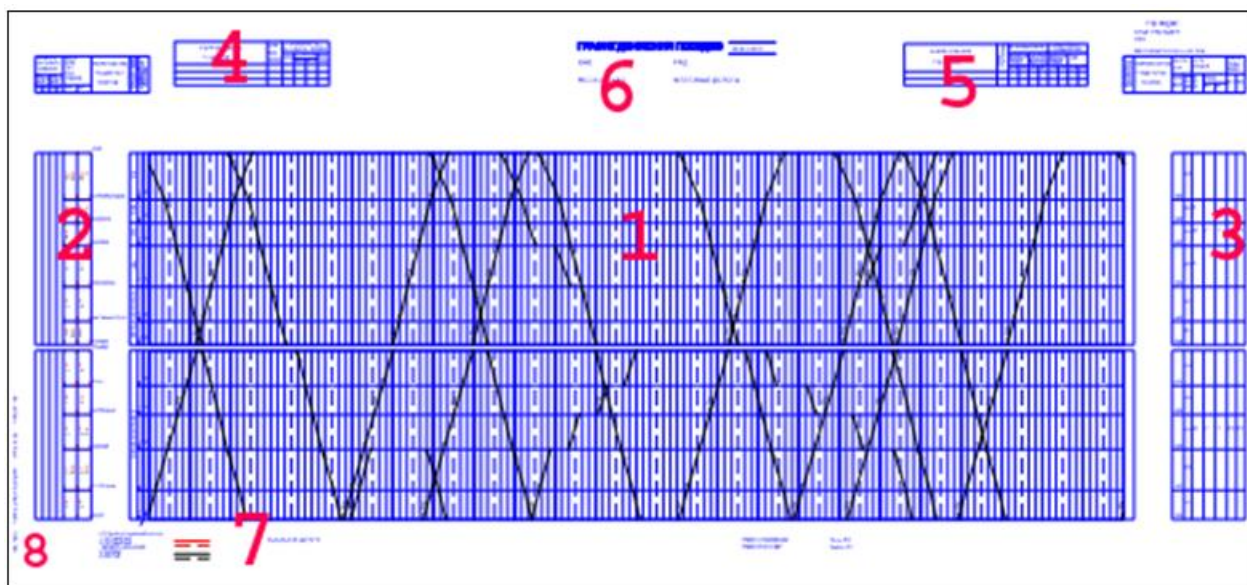


Рис. 1.5. Вигляд аркуша графіка та його основні елементи

Півгодинні лінії виділяються пунктирною лінією. Крім того, виділяються потовщені годинні лінії (0, 5, 12, 17 год). Залежно від розмірів руху, які прийняті АТ «Укрзалізниця», встановлено такі масштаби добової сітки:

- форма ДГ-1 на одному аркуші А0 (1189x841 мм ГОСТ 2.301-68);
- форма ДГ-2 на двох аркушах по 12 год на кожному аркуші А0;
- форма ДГ-3 на трьох аркушах по 8 год на кожному аркуші А0;
- форма ДГ-4 на чотирьох аркушах по 6 год на кожному аркуші А0.

У вертикальних колонках з обох боків сітки графіка мають розміщуватися додаткові дані, необхідні для складання і користування графіком, у тому числі з лівого боку (табл. 1.1):

1. Розміщення на дільниці технічних пунктів та час стоянок пасажирських і вантажних поїздів у непарному і парному напрямках:

ЗЛ-20 - зміна локомотивів – 20 хв (приклад);

ЗБ-15 - зміна локомотивних бригад;

ТО-20 - технічний огляд состава;

ПВ-10 - постачання води для состава.

2. Час руху пасажирських (вище) і вантажних поїздів на перегонах у непарному і парному напрямках. Також зазначений додатковий час на попередження про обмеження швидкості. Розгін і сповільнення руху поїзда у разі прямування його з зупинкою пишеться на кожному перегоні нижче лінії першого роздільного пункту, вище лінії другого роздільного пункту ліворуч - для вантажних, праворуч – для пасажирських поїздів.

3. Найменування роздільних пунктів.

4. Засоби сигналізації і зв'язку під час руху поїздів.

5. Кількість головних колій на перегонах і приймально-відправних колій на проміжних станціях, розміщення будівлі вокзалу відносно головних колій у вигляді прямокутника, який має умовне позначення:

- внутрішня площа чиста означає ручне управління з ключовою залежністю стрілок і сигналів (МКУ);

- внутрішня площа, заштрихована похилими лініями, – механічна централізація стрілок і сигналів;

- внутрішня поверхня прямокутника повністю зафарбовується при маршрутно-релейній централізації та електричній централізації.

Таблиця 1.1

Лівий бік нормативного графіка руху поїздів

Розміщення технічних пунктів і час стоянок				Час ходу		Найменування роздільних пунктів	Засоби сигналізації та зв'язку	Кількість колій на дільниці і проміжних станціях		
пас. поїздів у хв.		вант. поїздів у хв.		пас., вант. поїздів						
неп.	пар.	неп.	пар.	неп.	пар.					
ЗЛ		ЗЛ		2 1 10 12	1 1 10+2 12+1	Ст. "А"	А В Г О Б Л О К У В А Н Н Я	2		2
10	10	10	10	1 1 10 12	2 1 10 12	Ст. "Б"				
				1 1 10 12	1 1 10 12	Ст. "В"		2		2
				1 1 10 12	1 1 10 12	Ст. "Г"			1	1
ТО		ТО		2 1 10 12	1 1 10+2 12+1	Ст. "Д"		3		3
20	20	20	20	1 1 10 12	2 1 10+2 12+1					

З правого боку сітки (табл. 1.2) мають бути розміщені такі дані:

1. Серія локомотивів при подвійній тязі та підштовхуванні для уніфікованої норми, дільниці підштовхування. Стрілкою показано початок, кінець і напрямок підштовхування.

2. Найменування роздільних пунктів.

3. Послідовна відстань за прийнятим відліком кілометрів і відстань між роздільними пунктами і парками при розгалуженій горловині.

4. Розміри пасажирського руху на дільниці зображуються в парах поїздів у вигляді дробу, де:

- чисельник означає кількість пар пасажирських поїздів постійного і літнього обертання плюс кількість пасажирських поїздів разового обертання;

- знаменник означає кількість приміських поїздів постійного обертання плюс кількість приміських поїздів вихідного дня і разового призначення.

5. Розміри руху вантажних поїздів зображуються окремо для непарного і парного напрямків також у вигляді дробу, де у чисельнику зазначена кількість усіх вантажних поїздів плюс кількість резервних локомотивів у вантажному русі, у знаменнику – ще й кількість збірних поїздів плюс кількість вивізних і передаточних поїздів на дільниці.

6. Швидкість руху всіх вантажних поїздів (технічна, дільнична) на дільниці. Окремо виділяється технічна і дільнична швидкість дії збірних поїздів.


Таблиця 1.2

Правий бік нормативного графіка руху поїздів


Серія локомотива при подвійній тязі і штовханні	Найменування роздільних пунктів	Відстань		Кількість поїздів			Швидкість вантажних поїздів	
		послідовна	між розд. пункт.	Пасажирських у парах	вантажних		технічна	дільнична
					не-пар.	пар.		
ТЕ-3	Ст. "А"	107,5	15,9					
	Ст. "Б"	91,6						
	Ст. "В"	10,5	81,1	5+6 3+1	15+3 2+2	15+3 2+2	50,1 збірних 48,1	49,8 30,3
		9,3						
ТЕ-3	Ст. "Г"	71,8	9,0					
	Ст. "Д"	62,8						


Вгорі над сіткою графіка розміщені таблиці вагових норм і довжини поїздів у пасажирському і вантажному русі: з лівого боку – для пасажирського руху з зазначенням дільниці обертання локомотивів, встановленої маси поїздів; з правого – для вантажного руху з зазначенням дільниці обертання поїздів, серії локомотивів, уніфікованої маси в непарному і парному напрямках, максимальної маси поїзда за потужністю локомотива і встановленої довжини поїздів в умовних вагонах.

У нижній лівій частині графіка мають бути розміщені умовні позначення, поїзди зображуються [3]:

- пасажирські постійного і літнього щоденного (з 1 по 399) обертання, а також поштово-багажні поїзди  - суцільною лінією червоного кольору або жирною лінією чорного чи синього кольору при одноколірному зображенні;


- пасажирські разового призначення та інші літні поїзди - - - - пунктирною червоною лінією або пунктирною жирною лінією чорного або синього кольору;

- вантажні, вивізні, передаточні та господарчі поїзди  - суцільною тонкою лінією чорного або синього кольору;

- вантажні та пасажирські поїзди підвищеної ваги і довжини прискорені пасажирські поїзди  - подвійною суцільною лінією відповідного кольору;

- збірні поїзди  - штрих-пунктирною лінією;

- диспетчерські й одиночні локомотиви та штовхачі - - - - пунктирною лінією;

- поїзди з підштовхуванням  - суцільною, а знизу пунктирною лінією відповідного кольору.

Поїзди, що прямують не до кінця дільниці, зображуються на графіку так, як показано на рис. 1.6.

Цифрами позначено:

1 – гаситься на середині дільниці;

2 – зароджується на дільниці;

3, 4 – у разі прямування на/з відгалуження(м). Зупинка поїзда на відповідній колії станції відображується горизонтальною лінією.

Внизу графіка мають бути підписи начальника залізниць, особи, яка склала графік, та особи, яка його перевіряла. У лівому верхньому куті графік узгоджується начальником Головного

управління перевезень. У правому верхньому куті графік затверджується заступником Голови правління АТ «Укрзалізниця».

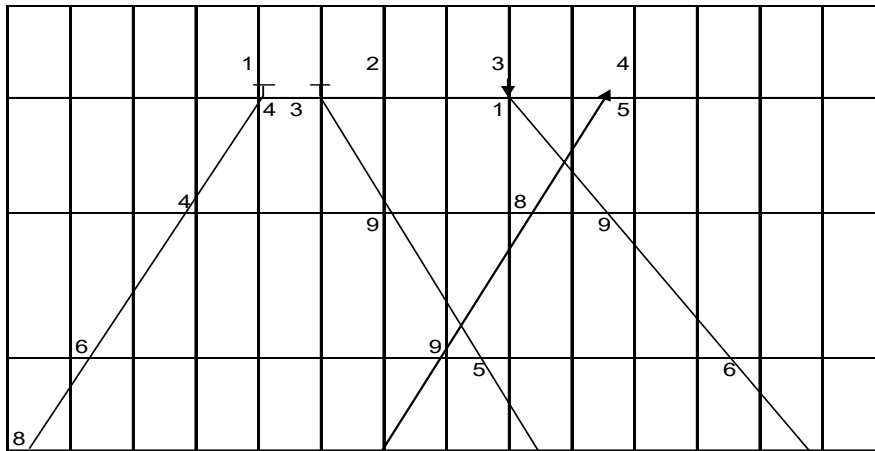


Рис. 1.6. Приклад зображення поїздів при проходженні по частині дільниці

Контрольні питання до розділу 1

1. Дайте визначення графіка руху поїздів (ГРП)
2. Які дві основні системи організації руху поїздів існують?
3. Які основні вимоги висуваються до ГРП?
4. Які існують види ГРП?
5. Як поділяють поїзди за черговістю пропускання?
6. Як будується сітка та позначаються поїзди на ГРП?
7. У чому полягає різниця при побудові ГРП у різних країнах?
8. Які основні елементи та умовні позначення графічного зображення ГРП?
9. Яку інформацію містить лівий і правий боки нормативного ГРП?
10. Як відрізняється умовне позначення поїздів різних категорій і періодичності?

Розділ 2

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ГРП. КЛАСИФІКАЦІЯ ГРП

2.1. Етапи розвитку ГРП

Наприкінці XIX ст. була введена система нумерації поїздів, яка дозволила здійснювати їхню спеціалізацію, диференціювати за швидкостями руху і встановлювати старшинство. На деяких залізницях стали складати жорстко спеціалізовані розклади для окремих наскрізних поїздів. Зважаючи на невеликі розміри руху, проблем з виконанням встановлених розкладами перегінних часів ходу тоді не було.

Окремі фахівці виступали проти цього, вважаючи, що обертання наскрізних поїздів призводить до зайвих простоїв вагонів, і пропонували користуватися графіком тільки як схемою можливої організації руху поїздів у межах дільниці. За відсутності системи організації і регулювання вагонопотоків це призвело до виникнення практики відправлення поїздів з розпорядчих станцій за готовністю з єдиною умовою: не порушувати розкладу термінових поїздів.

У **1903** р. на XV технічному дорадчому з'їзді представників служб руху інженер Б. Б. Черський охарактеризував таку систему як позитивну, що дозволяє підвищувати комерційну швидкість руху поїздів. У результаті на основі практичного досвіду було визнано за доцільне відправляти поїзди нетермінового обертання без розкладу.

Рух поїздів точно за графіком перестав вважатися головним чинником покращення використання пропускнуої спроможності і забезпечення безпеки руху.

Однак це рішення не виправдало себе, і вже в **1909** р. на XVIII дорадчому з'їзді представників служб руху залізниць було вирішено відновити графік руху для поїздів усіх категорій і встановити контроль його виконання. У цей період у роботах з теорії графіка В. І. Щегловитова було проведено дослідження його геометричної структури, отримано залежності розрахунку пропускнуої спроможності і дільничної швидкості і ряд важливих закономірностей графіка.

У практичній діяльності було встановлено контроль виконання графіка, який через відсутність диспетчерського апарату проводився в наступну добу за так званими «лускатими» графіками виконаного руху. Заповнювався журнал роботи поїздів, за відомостями якого характеризувалися пробіги паровозів, вагонів, швидкості поїздів, обсяг маневрової роботи. Дані подавалися в управління залізниці і використовувалися для оцінювання роботи відділень служби руху. Система обліку і контролю виконання графіка сприяла вдосконаленню організації руху поїздів і збереглася до нашого часу.

У **1910** р. А. Н. Фроловим було запропоновано використовувати чинник часу для оцінювання правильності встановлення призначень поїздів. Пізніше, у **1913** р., він запропонував оцінювати варіанти спеціалізації поїздів у грошовому вираженні за витратами вагоно- і локомотиво-годин маневрової роботи. Однак у той час це не знайшло підтримки.

Перша світова війна зажадала від залізничників великих зусиль для розроблення і впровадження організаційних заходів щодо оптимізації використання пропускнуої спроможності. У роботах ряду вчених (В. Єщенка, Б. Д. Воскресенського) висловлювалися пропозиції щодо «ущільнення» графіка руху поїздів шляхом проведення таких заходів, як підвищення ваги і швидкостей руху поїздів на найважчих перегонах. Досягти цього можна було за рахунок застосування підштовхувальних локомотивів, скорочення стоянок поїздів на проміжних і дільничних станціях за допомогою паралельного проведення операцій з обробки составів, скорочення кількості обгонів поїздів у результаті досягнення більшої паралельності графіка при застосуванні у вантажному русі кратної тяги, а також організації ритмічної роботи на основі чіткого управління напрямком вагонопотоків і ув'язки роботи дільниць і розпорядчих станцій.

Фактично вже в той час було визначено основні напрями, якими протягом багатьох років йшов розвиток теорії і практики складання графіків і в цілому експлуатаційної науки на вітчизняних залізницях.

Розвиток залізничного транспорту в 1920-1930 рр. характеризується вдосконаленням системи організації

експлуатаційної діяльності, зокрема руху поїздів за графіком. До найзначніших досліджень у цій галузі слід віднести роботу І. І. Васильєва з вивчення залежності комерційної швидкості руху поїздів від технічних елементів і роботи залізничних пристроїв. Ним були вперше сформульовані важливі положення, що впливають з властивостей непаралельності графіка. Грунтуючись на результатах цих досліджень, з 1921 р. почалося вдосконалення на залізницях норми комерційної швидкості з урахуванням ступеня заповнення графіка.

У той час застосовувався так званий системний графік, на якому фіксувалося відправлення і прибуття поїздів на розпорядчі станції. Кількість прокладених на графіку ліній ходу поїздів відповідала максимальній пропускній спроможності, а в обіг призначалася за 15-денними періодами така їх кількість, яка відповідала фактичним розмірам перевезень. Це сприяло реалізації більш високої швидкості руху.

У **1923** р. Уперше була введена диспетчерська система регулювання руху поїздів, яка в наступні роки набула поширення на всіх залізницях мережі. Графік стає основним керівництвом диспетчера в організації планової експлуатаційної роботи дільниці. Рух поїздів за графіком підвищував використання пропускної спроможності і збільшував комерційну швидкість.

Цікаву класифікацію способів руху поїздів, характерну для того періоду, запропонував професор А. Н. О'Рурк:

- системний – поїзди з початкових станцій відправляються за розкладом, а далі йдуть по вільному перегону, дотримуючись лише часу ходу по перегону;

- пакетний, або пачковий, – поїзди призначаються пакетом (групою) або пачкою одного напрямку;

- караванний – односторонній рух, застосовується при мобілізації військ, евакуації населення;

- анархічний – поїзди відправляються з початкових станцій за готовністю і далі йдуть по вільному перегону.

На думку вченого, найкращою з систем організації руху була перша, яка отримала широке застосування на залізницях. Останню з них він вважав неприпустимою.

Після зміни економічної моделі суспільства з **1917** р. залізниці стали працювати на основі державного плану перевезень. Це дозволило застосовувати всі види маршрутизації перевезень і перш за все широко розвивати відправницьку маршрутизацію. У середині **1920-х** рр. було піднято питання про організацію руху маршрутів за постійними розкладами за принципом руху пасажирських поїздів. Разом з мережевими перевезеннями залізниці стали практикувати спеціалізацію розкладів для поїздів внутрішньозалізничних призначень. Такі дослідження проводилися в 1929-1930 рр. на Південно-Західній залізниці, де за постійними розкладами оберталися перші ступеневі маршрути.

У **1929** р. професор П. Я. Гордієнко порівняв різні типи паралельного графіка за економічними показниками. Оцінивши підвищення комерційної швидкості і витрати на посилення технічної озброєності лінії, він запропонував методику вибору доцільного типу графіка залежно від експлуатаційних умов. Ним же була розроблена інструкція зі збільшення пропускної спроможності за рахунок застосування різних типів графіка, що стала одним з перших економічних досліджень графіка руху і мала в той час значний теоретичний інтерес.

Розвиток технічних засобів і застосування у світовій практиці автоматичного блокування послужили поштовхом для дослідження різних видів графіків і пошуку додаткових шляхів покращення використання пропускної спроможності. У нашій країні система автоблокування почала впроваджуватися з **1930** р., але наукові праці з визначенням ефективності застосування різних типів графіків на найбільш вантажонапружених лініях у нових умовах з'явилися раніше. Так, А. Н. О'Рурк виділив метод організації руху за жорстким розкладом разом з системним способом (розклад встановлює тільки точки відправлення поїздів на дільниці) і анархічним (за готовністю).

У **1935** р. на основі вивчення вантажопотоків до графіка стали вводити основне ядро поїздів найбільш стійкого відправлення. Загальні розміри руху передбачалися відповідно до заданих обсягів перевезень. Одночасно стали складати графік обороту локомотивів, що сприяло значному підвищенню їхнього середньодобового пробігу за рахунок скорочення простоїв на проміжних станціях і в пунктах обороту.

Досягнення в галузі організації руху поїздів на основі застосування загальномережевого графіка в 1935-1936 рр. були узагальнені в наукових роботах. Так, Д. П. Заглядімов, Б. М. Максимович, А. П. Петров та І. Я. Аксьонов встановили методи визначення прогресивних нормативів графіка (перегінних часів ходу, станційних і міжпоїзних інтервалів, знімання пропускну спроможності пасажирськими поїздами та ін.), а також порядок узгодження графіків по стикових пунктах для досягнення найвищої маршрутної швидкості руху поїздів і прискорення обороту локомотивів. Учені розглянули і питання впливу на дільничну швидкість ступеня заповнення графіка, кількості і розташування пасажирських поїздів і неідентичності перегонів.

Надалі ці питання були розвинені І. І. Васильєвим, який визначив неідентичності перегонів на величину дільничної швидкості. Він також ввів поняття коефіцієнта знімання термінових поїздів (пасажирських і прискорених вантажних), що дозволило розподіляти пропускну спроможність дільниць при паралельному графіку між поїздами різних категорій.

У графіка **1935** р. кількість поїздів постійного обертання загальномережевого розкладу становила від 10 до 30 %. Лінії ходу таких поїздів наносили синім кольором, тому вони отримали назву «синіх» поїздів. За своєчасним відправленням і просуванням таких поїздів було встановлено диспетчерський контроль. Апарат диспетчерів преміювали за їх організацію і просування.

При розробленні графіків руху основна увага приділялася пошуку шляхів створення резервів для більш стійкого виконання розкладів поїздів. У **1937** р. на графік було нанесено лише 70 % вантажних поїздів, необхідних для виконання плану перевезень, а решта поїздів мали призначатися в оперативному порядку і прямувати за диспетчерським розкладом. Однак така система виявилася нежиттєздатною і була скасована. У той же час у графіках почали передбачати резерв у вигляді стоянок вантажних поїздів тривалістю 10–15 хв на станціях, що передують дільничним. Передбачалося, що цей резерв буде використовуватися диспетчерами для введення до графіка поїздів, що запізнюються, для забезпечення ритмічної роботи

дільничних станцій. Однак така система, як і попередня, призводила до порушення планової роботи дільниці і не давала позитивних результатів.

З **1940** р. експлуатаційний резерв став передбачатися вже на станціях зміни локомотивів і бригад, що давало можливість введення поїздів, що запізнюються, до розкладу на цих станціях при стабільному графіка на дільницях.

У роки Другої світової війни теоретичні роботи вчених залізничного транспорту були спрямовані на збільшення і покращення використання пропускнуї спроможності. Розроблялися рекомендації з більш раціональним в умовах війни методом розроблення та виконання графіка руху поїздів.

У графіках післявоєнних років велика увага стала приділятися безперервному зростанню маси поїздів як за рахунок підвищення технічної оснащеності напрямків, так і за рахунок організаційних заходів. Замість виділення поїздів загальномережевого розкладу з **1946** по **1954** р. У графіках руху була застосована жорстка спеціалізація всіх розкладів. У цей період поїзди постійного обертання за графіками руху становили понад 50 %, а на Північно-Донецькій, Московсько-Донбаській та інших залізницях всі розклади вантажних поїздів були спеціалізовані. Однак фактичне відправлення спеціалізованих поїздів не перевищувало 40–42 %, з них за графіком відправлялися лише 70–80 %. Тобто така система організації вагонопотоків не забезпечувала ефективності застосування відповідного виду спеціалізації розкладів. У результаті вона часто носила формальний характер або виконувалася зі значними простоями составів в очікуванні відправлення.

У **1948** р. літні і зимові графіки почали розробляти за єдиними нормативами, причому при переході до зимового графіка зберігалися річні вагові норми, перегінні часи ходу, тривалість технічних стоянок і т. д.

У **1950** р. був застосований метод розроблення наскрізних графіків з ущільненими нормами обороту локомотивів на цілих напрямках. Це забезпечило взаємне узгодження та підвищення злагодженості в роботі всіх ланок залізничного транспорту не тільки між собою, а й з промисловими підприємствами.

У **1952** р. організуюча роль графіка руху поїздів була підвищена за рахунок більш ретельного узгодження підведення поїздів і обороту локомотивів на суміжних дільницях, а також узгодження розкладів поїздів з технологією роботи станцій і під'їзних колій на основі впровадження єдиних технологічних процесів і організації ритмічної вантажної роботи на дільницях.

У **1950** р. знову було піднято питання про організацію «синіх» поїздів, а з червня **1954** р. поїзди загальномережевого розкладу були відновлені в графіках руху. Однак згодом були виявлені такі недоліки:

- незабезпеченість відповідних призначень стійкими вантажопотоками;
- відсутність системи оперативного планування і звітності з виконання спеціалізації поїздів;
- неузгодженість розкладів для значної частини маршрутів з вантажовідправниками;
- призначення загальномережевих технічних маршрутів при потоках, що не перевищують двох поїздів на добу;
- нерівномірне прокладання ліній ходу «синіх» поїздів одного призначення в графіка руху і невдала вибірка розкладів для їх пропускання.

Ці недоліки, характерні і для нашого часу, призвели до того, що рівень виконання графіка руху «синіх» поїздів у **1955-1956** рр. склав дещо більше 50 %. І з середини **1960-х** рр. фактично до нашого часу на залізницях України використовується система диспетчерського регулювання руху. Вона передбачає найбільш суворе виконання передбачених графіком розкладів лише для пасажирських і частини вантажних поїздів (прискорених, збірних, незначної кількості технологічних маршрутів, власних поїзних формувань і місцевих).

Так склалося, що планування оперативної експлуатаційної роботи здійснюється виходячи з нормативного графіка, а фактичне просування поїздів - за диспетчерським розкладом. Це не дає змоги вчасно регулювати локомотивний парк і викликає додатковий простій готових до відправлення составів в очікуванні локомотивів. Крім того, погіршується організація роботи локомотивних бригад.

Ряд елементів теорії графіка по-новому було розглянуто в книзі професорів К. І. Васильєва і П. Я. Гордієнка «Організація руху на залізничному транспорті» (1953 р.). Значний інтерес у ній має оцінювання впливу безобгінного руху вантажних поїздів на дільницях і пачкового в пасажирському русі на маршрутну швидкість при наскрізних графіках руху поїздів на цілих напрямках.

Відому цінність в удосконаленні складання графіка руху поїздів мала і теорія взаємодії основних елементів сортувальної станції між собою і з прилеглими дільницями. Вона була розроблена в 1953–1954 рр. А. І. Платоновим та І. Г. Тихомировим, а в подальшому розвинена І. Б. Сотниковим, який вважав, що система просування поїздів за найближчим вільним розкладом сприяє прискоренню обороту вагона.

Освоєння бурхливо зростаючих перевезень на ряді вантажонапружених напрямків зажадало застосування особливих форм організації руху поїздів у періоди інтенсивних навантажень. Це позначилося на розробленні варіантних графіків на максимально можливі розміри руху поїздів і застосуванні різних організаційно-технічних заходів щодо збільшення пропускної спроможності ліній. Така практика повністю себе виправдала, створюючи в багатьох випадках можливість реалізації пропускної спроможності, близької до розрахункової.

На підтвердження цього І. Б. Сотников розглянув питання складання наскрізних графіків руху поїздів на подовжених дільницях обороту локомотивів, провів техніко-економічне порівняння системи відправлення і проходження поїздів за найближчим вільним розкладом з виділенням у графіку постійного ядра поїздів, лінії ходу яких пов'язані з оборотом локомотивів. На підставі виконаних розрахунків він дійшов до висновку, що виділення в графіку руху постійних ліній ходу поїздів викликає збільшення простою составів на технічних станціях в очікуванні відправлення за постійною «ниткою» графіка. Погіршуються і показники використання локомотивів. Отже, на його думку, виділення постійних ліній ходу поїздів у графіку погіршує в цілому експлуатаційні показники. Практика широкого використання диспетчерського розкладу для

вантажних поїздів також не показала покращення показників, передбачених графіком руху поїздів.

У **1956** р. було введено неприкріплене обслуговування локомотивів бригадами і значно подовжені дільниці обертання. Однак теоретичних розробок, які визначають систему організації руху поїздів за графіком у нових умовах, не було. Тому з **1958** р. У графіку руху спеціалізація розкладів вантажних поїздів, крім збірних і передавальних, була скасована.

Разом з тим у **1960**-х рр. до теорії графіка руху поїздів було внесено безліч нововведень. До фундаментальних робіт слід перш за все віднести дослідження А. Д. Каретникова і Н. А. Воробйова. Вони розглянули і вирішили питання диференціації часів ходу вантажних поїздів різної ваги, організації роботи поїзних локомотивів і локомотивних бригад на подовжених дільницях обертання, напрямки вагонопотоків по паралельних економічно більш вигідних ходах тощо.

Прогресивною подією стало складання в **1959** р. двох варіантів графіка: основного, розрахованого на розміри вантажного руху, що визначаються максимальними вантажопотоками в осінньо-зимовий період, і варіантного - на розміри руху в літній період з урахуванням надання «вікон» для ремонту колії. Це значно підвищило організуючу роль графіка руху і є актуальним на сьогодні.

Відсутність науково обґрунтованих рекомендацій з регулювання локомотивного парку на подовжених дільницях обертання призвела до підвищення внутрішньодобової нерівномірності руху поїздів. Щоб її згладити, у графіку стали передбачати розміри руху, які відповідали б середнім у місяці максимальних перевезень, а на ряді дільниць – максимальним за пропускною спроможністю. У результаті виникла необхідність оперативного коригування графіка диспетчером, оскільки фактичні розміри руху в основному були нижче нормативних. У зв'язку з цим роль графіка руху поїздів була знижена. Його призначення стало полягати у встановленні показників використання технічних засобів транспорту.

Крім теоретичних досліджень, певний внесок до теорії графіка зробили колективи практиків-залізничників. Так, поліпшенню якісних показників графіка руху поїздів сприяло

широке використання досвіду колективів відділень залізниць з прискореного просування місцевих вагонопотоків. Була запропонована система непаралельності графіка у вантажному русі. Диференціація ходових швидкостей за рахунок розкиду фактичної ваги вантажних поїздів дозволила більш ефективно використовувати існуючі потужності тягових засобів.

Слід зазначити, що А. К. Угрюмов також вважав найбільш зручною систему організації руху, при якій поїзди відправляються на дільницю з будь-якої «нитки» графіка. За його словами, не можна недооцінювати наслідки збільшення розмірів руху порівняно з розрахунковими значеннями. Перевищення перевізної спроможності навіть на один день призведе до небажаних результатів, ліквідація яких займе тривалий час. Виходячи з цього при визначенні розмірів руху для розроблення графіка слід враховувати коливання поїздопотоків. Було запропоновано розробляти варіантні графіки: один – для місяця максимальної роботи, інший – на решту часу. Ці висновки в подальшому були уточнені А. Д. Каретниковим і Н. А. Воробйовим.

У своїх дослідженнях авторитетний вчений і фахівець А. Д. Чернюгов доводив, що при організації руху з виділенням у ньому розкладів для постійного ядра поїздів значно згладжується внутрішньодобова нерівномірність поїзної роботи. За рахунок цього з'являється можливість забезпечити стійкий рух поїздів за графіком, що є необхідною умовою підвищення якості транспортного обслуговування. Однак при застосуванні такої схеми організації руху не вирішувалося питання сталого забезпечення всіх «ниток» локомотивами.

У дослідженні А. У. Дмитренка доводилося, що застосування формування поїздів гнучкої вагової норми призводить до зменшення простоїв вагонів на станції. На основі порівняння різних систем організації руху вчені дійшли беззаперечного висновку, що система, яка передбачає відправлення поїздів по кожній «нитці» графіка, у тому числі і неповносоставних, завжди вигідніша, ніж при відправленні повновагих поїздів по будь-якій «нитці».

Висловлювалася також думка, що при організації поїздів змінного состава на стабільні «нитки» графіка застосування

спеціалізованих «ниток» за напрямками ефективніше, ніж їхня спеціалізація за призначеннями.

Незважаючи на різні думки про ефективність тієї чи іншої системи організації руху, всі вчені були єдині в одному: або виконання графіка, або дотримання вагових норм поїздів – одне виключає інше. Однак в умовах постійного нарощування обсягів перевізної роботи (до початку 1990-х рр.), недостатньої пропускної і провізної спроможностей залізничних ліній на практиці питання про відправлення неповновагових і неповносоставних поїздів навіть не піднімалося.

З розпадом планової економіки намітилася тенденція до падіння обсягів перевезень. До кінця 1990-х рр. їхні розміри скоротилися більш ніж вдвічі. Крім вивільнення перевізних ресурсів, істотно впала завантаженість станцій і дільниць. Знову було поставлено питання про підвищення якості транспортного обслуговування і в першу чергу перехід до системи суворого виконання графіка руху поїздів.

У своєму дослідженні М. Х. Расулов запропонував конструкцію жорсткого графіка, що враховує добову нерівномірність руху вантажних поїздів. Досягається це використанням набору варіантних графіків, кожен з яких складається шляхом додавання додаткових твердих «ниток» до «ниток», включених до переліку варіантів, розрахованих на менші розміри руху.

Поїзні локомотиви, які обслуговують групу «ниток», що входять до окремого варіантного графіка, пов'язуються незалежно від «ниток» інших варіантів. Це дає можливість оперативно (на кожну добу місяця) змінювати розміри руху в чинному жорсткому графіку руху вантажних поїздів без зміни графіка обороту локомотивів.

Природно, при цьому виникають великі простой локомотивів на станціях обороту (порівняно з роботою за єдиним графіком обороту локомотивів), збільшуються експлуатаційні витрати, пов'язані з переходом з одного варіанта розмірів руху на інший. Техніко-економічне порівняння двох модифікацій такого жорсткого графіка на напрямку – без спеціалізації «ниток» і зі спеціалізацією – показало, що за сумарними приведеними витратами обидві системи практично

однакові. При цьому вони вигідніше існуючої технології відправлення вантажних поїздів за готовністю на 20 %.

У 1991 р. доктор технічних наук В. І. Некрашевич виділив п'ять систем організації руху вантажних поїздів:

1. Відправлення поїздів за готовністю составів, виходячи з міжпоїздного інтервалу (ОПГС).

2. Пропускання поїздів за графіком руху з рівноправними розкладами (ГРРР).

3. Для двоколійних ліній пропускання поїздів на основі системи інтервального регулювання поїздопотоків (СІРП). Для кожної дільничної та сортувальної станції полігону щомісяця нормується кількість поїздів, що відправляються в тригодинні періоди доби по будь-яких «нитках» графіка. Норми на відправлення поїздів встановлюються шляхом розподілу добового поїздопотоків за цими періодами пропорційно розмірам руху, передбаченим нормативним графіком. За відсутності готових составів і порушенні парності проходження локомотивів по дільниці (за балансом локомотивів у шестигодинних періодах) поїзні локомотиви відправляються резервом для вивезення поїздів зустрічного напрямку. Якщо виникають проблеми, то допускається збільшення кількості відправлених поїздів понад встановлений норматив, але загальна їхня кількість не повинна перевищувати кількості «ниток» графіка, прокладених у тригодинному періоді. У результаті виключаються випадки перенасичення дільниць поїздами, досягається часткова стабілізація вантажного руху.

4. Пропускання поїздів за графіком руху з виділенням у ньому розкладів ядра (ГРРЯ).

5. Пропускання поїздів за графіком руху при постійній кількості відправлень протягом місяця локомотивів з составами нефіксованої маси і довжини (ГРПР). При цьому використовується конструкція жорсткого графіка, що отримала назву «Сполучений варіантний графік руху вантажних поїздів» (СВГР).

СВГР включає п'ять варіантів розмірів руху і відповідно п'ять категорій розкладів вантажних поїздів: ядро, факультативні, додаткові, разові і максимального місяця. Виходячи з планових розмірів руху на майбутній місяць у дію вводиться відповідний варіант СВГР, по «нитках» якого протягом усього місяця стабільно обертаються поїзні локомотиви, ув'язані в єдиному

графіку обороту. Добова нерівномірність розмірів руху згладжується тим, що кількість твердих «ниток» у варіанті графіка перевищує потрібні середньодобові за місяць розміри руху. При недостатній кількості твердих «ниток» состави вивозяться диспетчерськими локомотивами.

У роботах С. А. Тіщенка, Л. П. Тулупова, Я. Юйліана, Р. А. Юсіпова пропонується система організації руху поїздів, заснована на методиці багатofакторного оперативного нормування часу виконання технологічних процесів. Тут нормативи часу на виконання операцій перевізного процесу розраховуються оперативно для конкретних умов і об'єктів перевезення.

У 2011 р. на основі проведених досліджень і з урахуванням досвіду ряду зарубіжних залізниць були прийняті напрям розвитку інтегрованої технології управління рухом поїздів за розкладом і комплексна програма переходу на організацію руху поїздів за розкладом.

2.2. Ув'язка плану формування та графіка руху поїздів

2.2.1. Спеціалізація розкладів руху поїздів

Ув'язка плану формування та графіка руху поїздів полягає:

- у прокладенні на графіку такої кількості поїздів за категоріями та напрямками, які відповідають плану формування;
- спеціалізації поїздів («ниток» графіка) за призначеннями (а частково і за родом вантажу), тобто прикріплення составів певних призначень до постійного розкладу і виділення поїздів сітового розкладу;
- узгодженні прибуття та відправлення поїздів по станціях таким чином, щоб було забезпечено мінімальний простій составів і вагонів.

Розклади руху поїздів, прокладені на графіку, спеціалізують за напрямками та призначеннями.

Спеціалізацією за напрямками називається закріплення визначених «ниток» графіка за поїздами декількох призначень, які прямують в одному напрямку (по одному ходу); **спеціалізацією за призначенням** – закріплення визначених «ниток» графіка за поїздами кожного визначеного призначення.

Спеціалізація поїздів за напрямками та призначеннями дозволяє:

- рівномірно завантажити кожне залізничне призначення;
- організувати ритмічне підведення до залізничних вузлів поїздів транзитних і в розформування з різних напрямків, що є основою для стійкого функціонування вузлів;
- здійснити оборот локомотивів за графіком і застосувати передовий метод експлуатації локомотивів – кільцеву їзду;
- скоротити стоянки поїздів на вузлових станціях за рахунок точного узгодження розкладів з кожного напрямку;
- організувати рух за графіком не лише поїздів, а й вантажів.

Спеціалізація розкладу поїздів, що формуються на сортувальних станціях за відсутності узгодженого підведення вагонів, може викликати додатковий простій состава в очікуванні спеціалізованої нитки графіка, що дорівнює

$$\frac{c_1}{n_{спец}} - \frac{c_1}{n_{заг} - n_{тр}}, \quad (2.1)$$

де $n_{спец}$ – кількість спеціалізованих ниток графіка руху;

$n_{заг}$ – кількість розкладів вантажних поїздів, нанесених на графік (крім прискорених і збірних);

$n_{тр}$ – кількість транзитних поїздів для даної станції.

Ці втрати можуть бути перекриті збереженням часу на технічних станціях, де за відсутності наскрізного розкладу поїзд очікував би відправлення по черговій нитці графіка. Зіставленням втрат та економії часу визначається ефективність спеціалізації з точки зору швидкості просування поїздів та обороту вагона.

Витрати вагоно-годин очікування розкладу можуть бути скорочені чи усунені організованим (узгодженим) підведенням вагонів, дотриманням відповідності інтервалів між поїздами, що надходять у розформування, і поїздами, що відправляються, нормою часу переробки вагона на станції (за винятком накопичення), формуванням составів з використанням швидкісних методів до відповідних розкладів тощо.

2.2.2. Розрахунок спеціалізації розкладів руху маршрутних поїздів

Основною метою виділення на графіку руху маршрутних поїздів загальносітьового розкладу («синіх») є забезпечення прискореного просування вантажів державного значення.

Разом з цим поїзди загальносітьового розкладу, які мають постійне обертання, забезпечують стійкість поїзної роботи, ритмічність у діяльності сортувальних, дільничних, крупних вантажних станцій, утворюють необхідні умови організації роботи локомотивів за графіком обороту та поїзних бригад за іменним розкладом.

Поїзди загальносітьового розкладу мають визначену спеціалізацію, встановлену за твердим чи варіативним принципом.

При твердій спеціалізації кожний загальносітьовий розклад закріплюється для прямування по ньому поїздів одного певного призначення, встановленого планом формування.

При варіантній спеціалізації загальносітьового розкладу допускається прямування двох (іноді трьох) призначень плану формування.

Загальносітьові розклади встановлюються для таких категорій поїздів постійного обертання:

- відправницьких і ступеневих маршрутів, забезпечених щодобовим навантаженням;
- технічних маршрутів і наскрізних поїздів, що формуються на технічних станціях;
- маршрутів з порожніх вагонів, що прямують до місця масового навантаження (у першу чергу на станції формування відправницьких маршрутів).

Поїзди загальносітьового розкладу забезпечують прискорення обороту вагона за рахунок:

- узгодження розкладу підходу до вузлових сортувальних станцій;
- скорочення стоянок на інших станціях обороту локомотивів;
- прокладення на окремих дільницях (за умови наявності пропускної спроможності) загальносітьових розкладів з пріоритетом перед лініями ходу інших вантажних поїздів.

Найбільше прискорення обороту вагона дають ті поїзди загальносітьового розкладу, які проходять через вузлові та сортувальні станції. На цих станціях при складанні розкладу руху маршрутних поїздів передбачають зупинки, які відповідають нормі тривалості технологічних операцій з транзитними составами. Таке узгодження розкладів за часом прибуття і відправлення (рис. 2.1) забезпечує порівняно з неузгодженими графіками збереження часу на кожний маршрутний поїзд по x станціях у розмірі $\sum_x \frac{12}{n_p}$ год, де n_p – кількість всіх наскрізних розкладів, що прокладаються на графіку руху в напрямку, який розглядається.

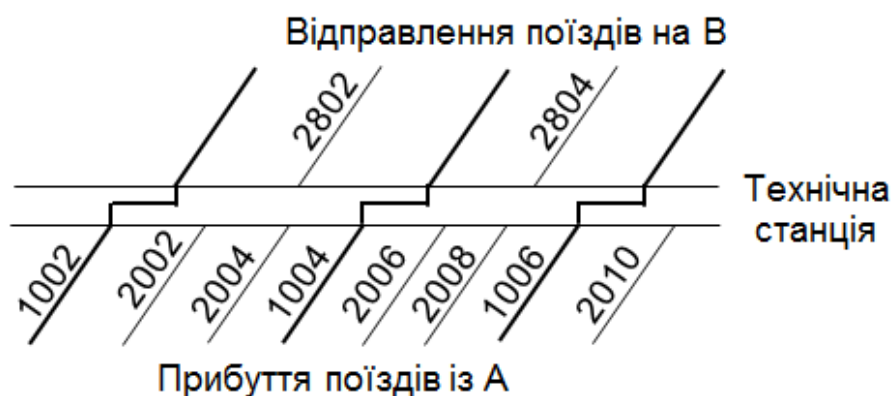


Рис. 2.1. Узгодження розкладів руху маршрутних поїздів на вузловій станції

При складанні графіка руху підвищення маршрутної швидкості маршрутних поїздів загальносітьового розкладу забезпечується також за рахунок максимального скорочення зупинок на всіх станціях обороту локомотивів. За необхідності на графіку передбачають обгін маршрутними поїздами інших вантажних поїздів на дільничних станціях (рис. 2.2).

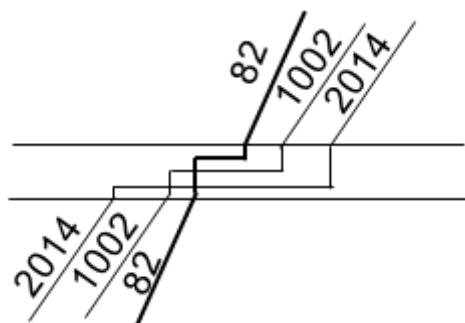


Рис. 2.2. Обгін на дільничній станції поїздом загальносітьового розкладу іншого поїзда

Кожен маршрутний поїзд спеціалізованого розкладу при прямуюванні через невузлову дільничну станцію, яка є пунктом обороту локомотивів, може забезпечити скорочення часу в розмірі

$$t_{зф} = n_{cn} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n_p} \right) (t_{нс} - t_{cn}), \quad (2.2)$$

де n_{cn} – кількість маршрутних поїздів;

n – фактична кількість усіх наскрізних поїздів;

n_p – загальна кількість розкладів для наскрізних призначень, що передбачено на графіку руху;

t_{cn} , $t_{нс}$ – середній час стоянки відповідно маршрутних та інших наскрізних поїздів.

Економія $t_{зф}$ зростає при зменшенні розмірів руху n ; у ті періоди, коли фактичні розміри руху відповідають графіковим ($n = n_p$), економії не відбувається, тобто $t_{зф} = 0$.

Для приблизних розрахунків, за експертними даними, можна приймати такі значення $t_{зф}$: 0,1 год – для станцій, розташованих на двоколіїних лініях; 0,2 год – для станцій, розташованих на одноколіїних лініях.

Комерційна швидкість маршрутних поїздів на вантажонапружених лініях приймається зазвичай рівною швидкості руху всіх наскрізних поїздів. На одноколіїних лініях з неповним заповненням пропускної спроможності (70-75 %) вона може бути підвищена за рахунок переважного прокладення розкладів маршрутних поїздів порівняно з іншими наскрізними поїздами. Досягається це складанням графіка за принципом об'єднання перегонів, з плануванням схрещення маршрутних поїздів не на всіх роздільних пунктах (рис. 2.3).

На одноколіїних дільницях з переважним прокладенням «синіх» поїздів кожен такий поїзд у період зменшених розмірів руху забезпечує скорочення часу в розмірі

$$t_{np} = n_{cn} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n_p} \right) \left(\frac{1}{V_{нс}^к} - \frac{1}{V_{cn}^к} \right) \cdot L_{np}, \quad (2.3)$$

де V_{cn}^k , V_{nc}^k – комерційні швидкості руху відповідно маршрутних та інших наскрізних поїздів, км/год;

L_{np} – довжина ділянок, якими прямують маршрутні поїзди з підвищеною комерційною швидкістю, км.

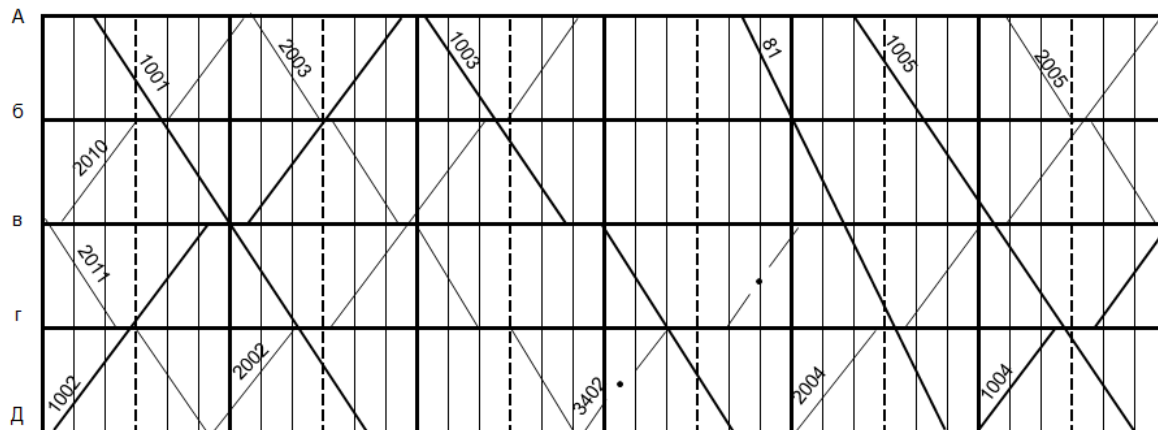


Рис. 2.3. Графік руху, побудований за принципом об'єднання перегонів

Відправницькі та ступеневі маршрути, які прямують за загальносітьовими розкладами, мають навантажуватись у терміни, узгоджені з їх відправленням за графіком.

Основним засобом скорочення простоїв в очікуванні відправлення за спеціалізованими розкладами (а також простоїв під накопиченням) маршрутних поїздів, що формуються на технічних станціях, є організація узгодженого підведення вагонопотоків до цих станцій. У цьому напрямі відповідні результати досягнуті в Одеському вузлі, де на вантажних станціях впроваджено погодинний розклад навантаження груп вагонів за призначеннями. Завантажені групи вагонів передаються на сортувальну станцію за встановленим графіком, узгодженим з розкладом відправлення маршрутних поїздів вузла (рис. 2.4).

На тих самих технічних станціях, де ще не впроваджені передові заходи узгодженого підведення вагонопотоків, організація маршрутних поїздів супроводжується додатковими витратами вагоно-годин, викликаними неспівпадінням закінчення накопичення составів з часом відправлення їх за спеціалізованим розкладом.

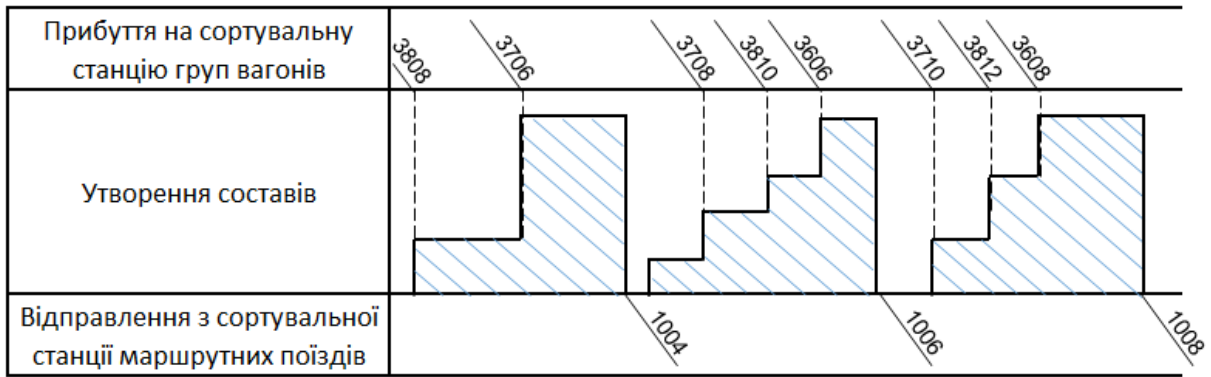


Рис. 2.4. Графік узгодженого підведення груп вагонів до сортувальної станції

Ці витрати складають c_{cn} составо-годин за добу на кожне призначення спеціалізації розкладів. За дослідженнями значення c_{cn} при розрахунках спеціалізації розкладів маршрутних поїздів можуть прийматися рівними $2,7 \div 3,0$ состав.год (рис. 2.5).

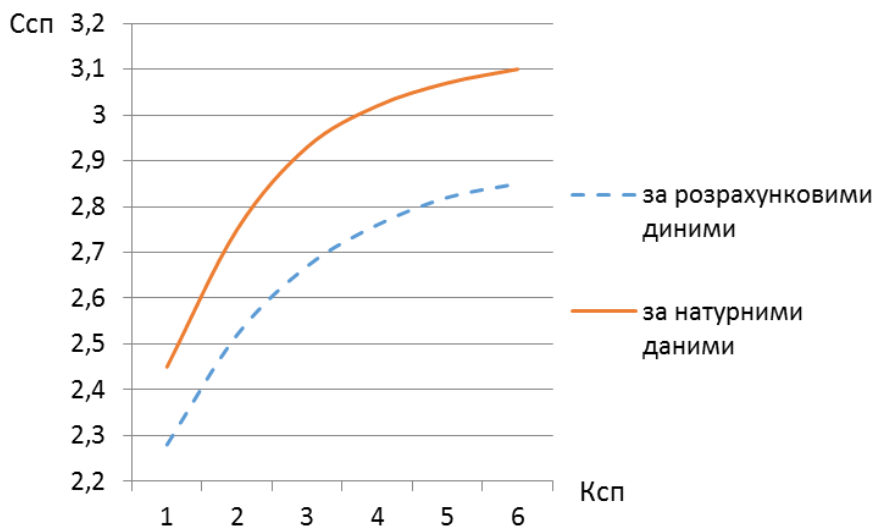


Рис. 2.5. Графік узгодженого підведення груп вагонів до сортувальної станції

Доцільність виділення на графіку руху поїздів загальносистемного розкладу визначається такою основною необхідною умовою:

$$n_{cn} \left(\sum_x \frac{12}{n_p} + \sum_y t_{зф} + t_{np} \right) \geq c_{cn}, \quad (2.4)$$

де n_{cn} – розрахункова кількість поїздів, що об'єднуються в одне призначення спеціалізацій розкладів;

$\sum_x \frac{12}{n_p}$ – економія витрат часу на один поїзд, отримана за

рахунок узгодження розкладів по x вузловимх сортувальних станціях, год;

$\sum_y t_{зф}$ – економія витрат часу на один поїзд, отримана за

рахунок скорочення зупинок поїздів по y станціях обороту локомотивів, год.

Для складання графіка руху розрахунковим шляхом визначається оптимальний варіант спеціалізації розкладів загальносітьових поїздів, які дають найбільшу економію составо-годин.

Розрахунок оптимального варіанта спеціалізації розкладів виконується окремо для кожної станції формування таких поїздів. Розрахунок здійснюється в послідовному порядку розташування станцій на напрямку, що розглядається, починаючи з головної станції.

При розрахунку спеціалізації розкладів до розрахункової кількості поїздів, що формується даною станцією, у необхідних випадках додаються транзитні маршрутні поїзди, які надходять з попередніх станцій за розкладом спеціалізованим за варіантним принципом до даної станції.

Приклад. Головна станція напрямку A формує поїзди загальносітьового розкладу призначенням B та V . При розрахунку для станції A встановлено доцільність об'єднання за варіантним принципом в одне призначення спеціалізації розкладів поїздів двох призначень плану формування B та V .

У даному випадку при розрахунку спеціалізації розкладів для станції B до кількості поїздів, що формуються станцією, необхідно додати кількість транзитних поїздів, які прямують із A на V .

Для кожної станції оптимальний варіант спеціалізації розкладів визначається шляхом порівняння показників (економії составо-годин) конкурентоспроможних варіантів.

Для відбору конкурентоспроможних варіантів спеціалізації розкладів складається ступеневий графік поїздопотоків за призначеннями технічних маршрутів і наскрізних призначень поїздів, встановлених для даної станції планом формування (рис. 2.6).

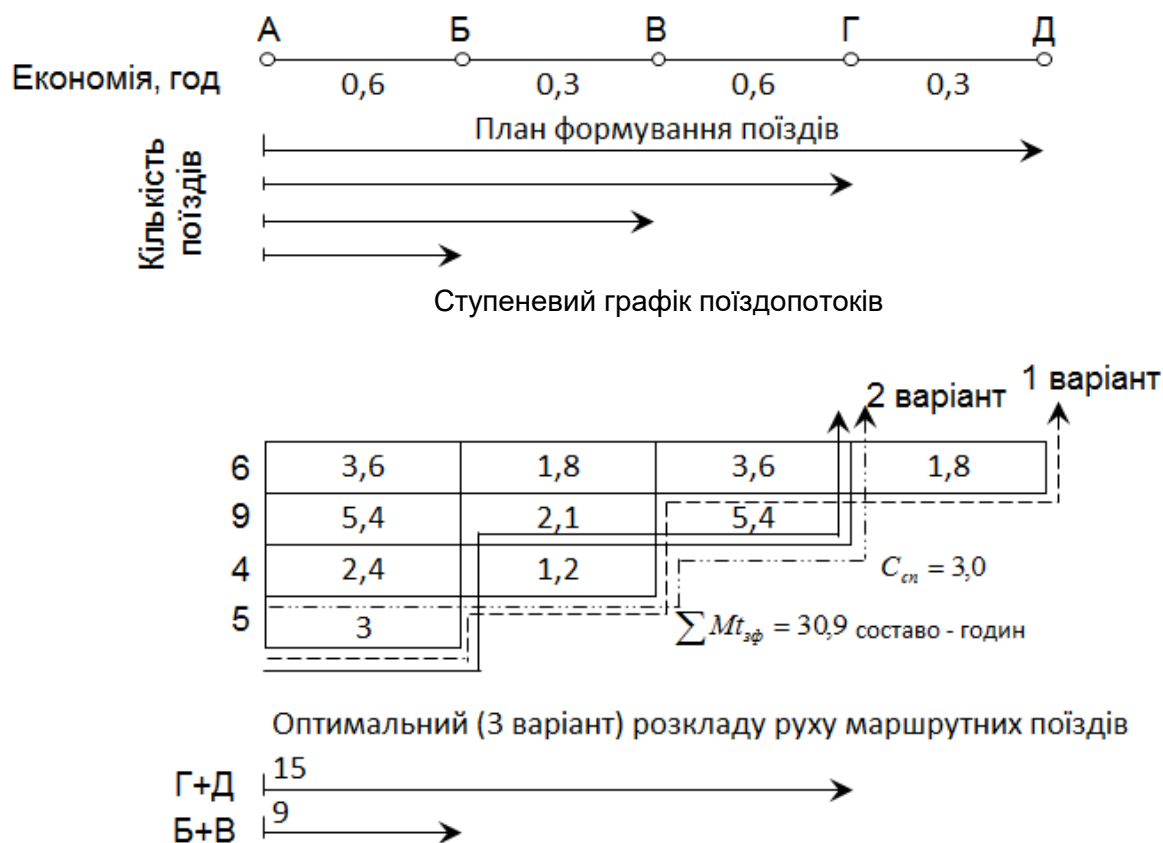


Рис. 2.6. Приклад розрахунку оптимального варіанта розкладу руху маршрутних поїздів

У ступеневому графіку ліворуч від кожного потоку вказано його потужність. Ступеневий графік поїздопотоків зображено під схемою напрямку, на якій указують розрахункові норми економії в годинах від проходження вузлових і сортувальних станцій $\frac{12}{n_p}$, пунктів обороту локомотивів $t_{зф}$ та окремих діляниць, якими маршрутні поїзди прямують з підвищеною комерційною швидкістю t_{np} . Ці розрахункові норми додаються по зонах, які включають станції, розташовані між суміжними пунктами призначень поїздів.

Всередині ступеневого графіка по всіх попутних зонах проставляють економію в составо-годинах, яку отримують при виділенні спеціалізованих розкладів.

Економію визначають множенням розрахункових норм економії на кількість поїздів відповідних призначень.

Сума економій на попутних станціях (сума всіх цифр, проставлених всередині ступеневого графіка) визначає загальну економію составо-годин від пріоритетного просування загальносітьових поїздів при прикріпленні їх до розкладів за твердим принципом (ці розклади не враховують витрати составо-годин на станціях формування).

Після складання ступеневого графіка поїздопотоків визначаються конкурентоспроможні варіанти спеціалізації розкладів загальносітьових поїздів.

До першого варіанта окремим призначенням спеціалізації включають найбільш дальнє призначення плану формування.

Для визначення наступного призначення спеціалізації на ступеневому графіку за потоком дальнього призначення справа наліво розраховують економію в розмірі не менше c_{cn} составо-годин. Частина дальнього потоку, яка включає цю економію, обводиться контурною лінією (наприклад кольоровим олівцем). По станції, далі якої економія складає не менше c_{cn} составо-годин, контурна лінія опускається до низу; вона визначає призначення поїздів, що поєднуються у друге призначення спеціалізованих розкладів. Для цих поїздів справа наліво розраховується так само економія в розмірі не менше c_{cn} составо-годин і тим самим визначається наступне (третє) призначення спеціалізації. Зазначені дії повторюються до доведення контурної лінії до лівої частини ступеневого графіка.

В інших варіантах спеціалізації розкладів за вихідне призначення приймається також найдальше призначення; інші призначення визначаються послідовним укороченням на одну зону другого призначення. Це укорочення слід проводити до тих пір, доки друге призначення чергового варіанта спеціалізації не співпаде з третім призначенням першого варіанта. Такий варіант менш ефективний порівняно з першим і він не підлягає розгляду.

Після цього обирається варіант, який передбачає поєднання в одне призначення спеціалізації (за варіантним принципом)

поїздів двох найбільш дальніх призначень. Ближчі призначення спеціалізації в цьому варіанті визначаються викладеним вище способом.

В указаній послідовності розрахунки виконуються доки поєднання в одне призначення спеціалізації дальніх поїздів не співпаде з другим призначенням спеціалізації за першим варіантом. Такий варіант не підлягає розгляду як менш вигідний порівняно з першим.

Для кожного конкурентоспроможного варіанта спеціалізації розкладів визначається загальна економія составо-годин (загальна економія на шляху без урахування витрат на станції формування). Економія составо-годин розраховується так:

1) визначається загальна економія від руху маршрутних поїздів за спеціалізованими розкладами; ця економія складається з цифр, проставлених всередині ступеневого графіка, який обмежено контурною лінією варіанта спеціалізації, що розглядається;

2) з цієї суми віднімають витрати на станціях формування, що визначаються множенням кількості призначень спеціалізації на величину параметра c_{cn} .

Отриманий результат складає загальну економію составо-годин за варіантом, який розглядається.

Після розрахунку економії составо-годин за всіма конкурентоспроможними варіантами, як оптимальний обирається варіант з найбільшою економією.

Приклад розрахунку наведено на рис. 2.6.

У даному прикладі економія складає:

– за першим варіантом (спеціалізація розкладів до Б, В і Д)

$$30,9 - 5,4 - 3 \cdot 3,0 = 16,5 \text{ состав.год.};$$

– другим варіантом (спеціалізація розкладів до В і Г)

$$30,9 - 4,8 - 2 \cdot 3,0 = 20,1 \text{ состав.год.};$$

– третім варіантом (спеціалізація розкладів до Б і Г)

$$30,9 - 3,0 - 2 \cdot 3,0 = 21,9 \text{ состав.год.}$$

Оптимальним є третій варіант спеціалізації розкладів маршрутних поїздів, схема якого наведена в нижній частині рис. 2.6.

2.3. Класифікація ГРП

1. Залежно від співвідношення часу руху поїздів різних категорій:

- паралельні (англ. Homogeneous), де всі поїзди одного і того самого напрямку рухаються з однаковою швидкістю, тому лінії їх ходу паралельні між собою. Приклад графіка руху паралельного типу подано на рис. 2.7;

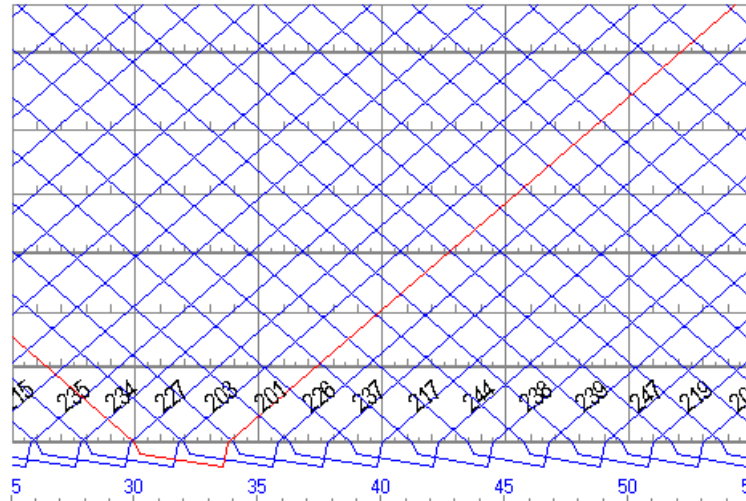


Рис. 2.7. Фрагмент паралельного графіка руху поїздів

- непаралельні (англ. Heterogeneous), де поїзди різних категорій мають різну швидкість (застосовуються на залізницях загального користування (рис. 2.8). На рис. 2.9 зображено фрагменти паралельного і непаралельного графіків руху поїздів.

2. Залежно від кількості головних колій на перегоні:

- одноколійні – на одноколійних дільницях, а отже, і на графіку, схрещення поїздів відбувається лише на роздільних пунктах, що мають колійний розвиток (станціях).

- двоколійні – лінії ходу поїздів перетинаються на перегонах і станціях;

- багатоколійні зі строгою спеціалізацією колій (на триколійних: одна колія спеціалізована для парних поїздів, друга – для непарних, а третя – для парного та непарного руху. На чотириколійних: дві колії – строго за напрямками для вантажного руху, інші дві - для пасажирського);

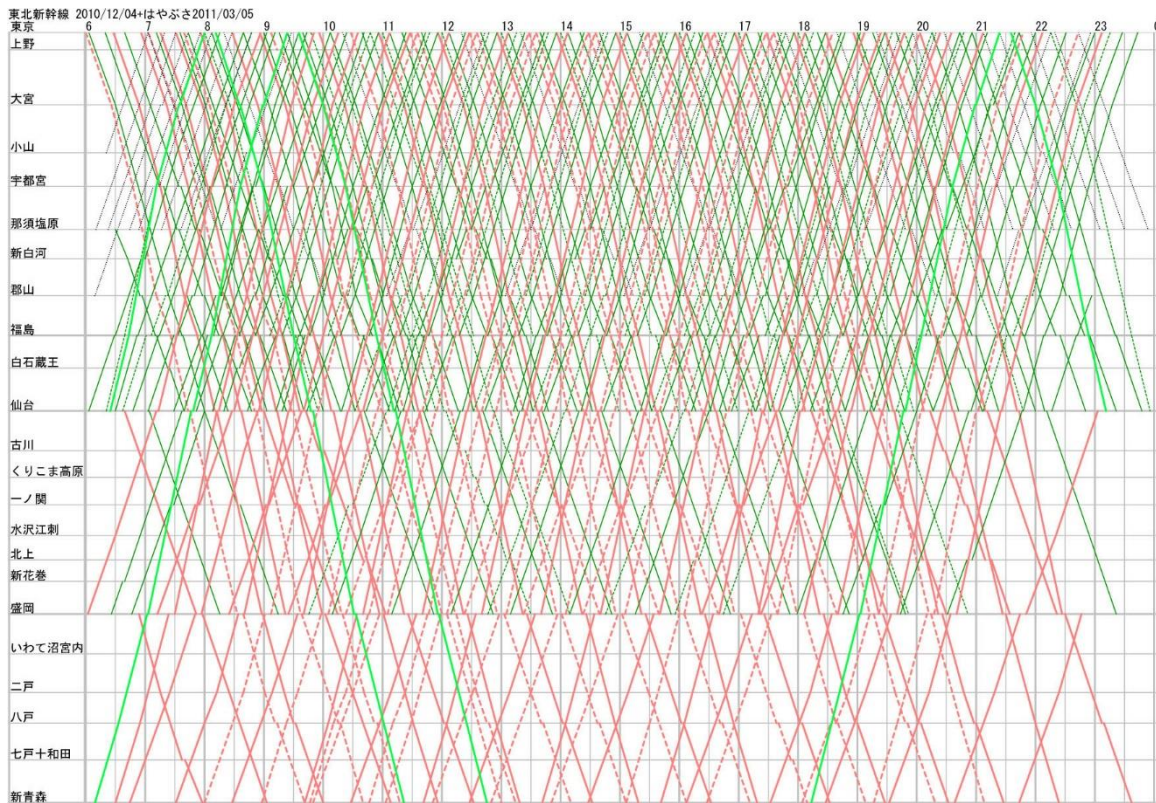
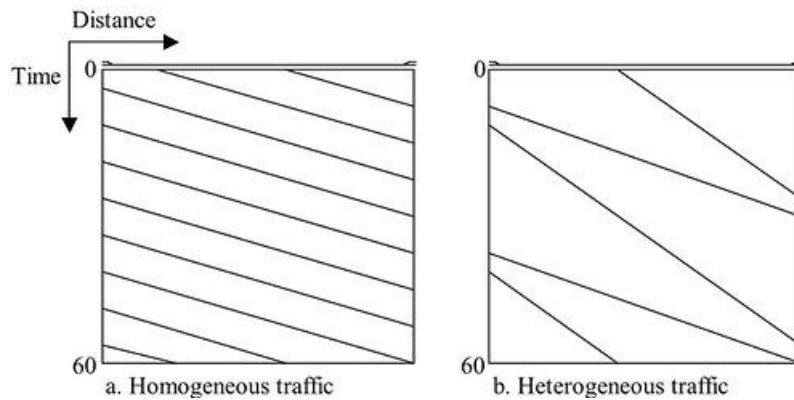


Рис. 2.8. Приклад непаралельності графіка руху поїздів на лінії Shinkansen, Японія



а – паралельний; б – непаралельний

Рис. 2.9. Фрагменти графіка руху поїздів

- одноколіійно-двоколіійні – на дільницях, частина якої є одноколіійною, а частина – двоколіійною;
- змішані – за наявності двоколіійних вставок.

3. Залежно від співвідношення часу зайняття перегонів однією парою поїздів або поїздом:

- ідентичні (час зайняття перегонів дільниці поїздом на двоколієних лініях або парою поїздів на одноколієних однаковий);

- неідентичні.

Ступінь неідентичності одноколієних графіків визначається коефіцієнтом неідентичності графіка

$$j_{ep} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i / n}{T_{\max}}, \quad (2.5)$$

де T_i – загальний час зайняття i -го перегону парою поїздів з урахуванням часу ходу, станційних інтервалів і часу на розгін та уповільнення.

Неідентичність двоколієних графіків визначається окремо для кожного напрямку.

Ступінь неідентичності графіків залежить від ступеня неідентичності перегонів, станційних інтервалів і часу на розгін та уповільнення.

Ступінь неідентичності одноколієних перегонів визначається коефіцієнтом неідентичності

$$j_{nep} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i / n}{t_{\max}} = \frac{t_{cep}}{t_{\max}}, \quad (2.6)$$

де t_i – сума часу ходу пари поїздів по i -му перегону одноколієної дільниці;

t_{cep}, t_{\max} – відповідно середнє та максимальнє значення сум часу ходу поїздів по перегонах одноколієної дільниці;

n – кількість перегонів на дільниці.

При ідентичності всіх перегонів $j_{nep} = 1$. Коефіцієнт неідентичності одноколієного графіка зазвичай становить $j = 0,6 \div 0,9$. Неідентичність двоколієних графіків визначається окремо для кожного напрямку руху.

4. Залежно від співвідношення кількості поїздів парного та непарного напрямків:

- парні – однакова кількість парних і непарних поїздів;
- непарні – різна.

Коефіцієнт непарності

$$\beta_{неп} = \frac{n_{зв}}{n_{неп}} \leq 1, \quad (2.7)$$

де $n_{зв}$ – розміри руху у зворотному напрямку (кількість поїздів менше);

$n_{неп}$ – розміри руху у переважному напрямку (кількість поїздів більше).

5. Залежно від розміщення поїздів попутного прямування:

- з поодиноким прямуванням при чергуванні парних і непарних поїздів на одноколіїній дільниці;

- пачкові – спосіб організації руху поїздів, при якому вони прямують один за одним з розмежуванням міжстанційним перегоном (визначається при НАБ) (рис. 2.10);

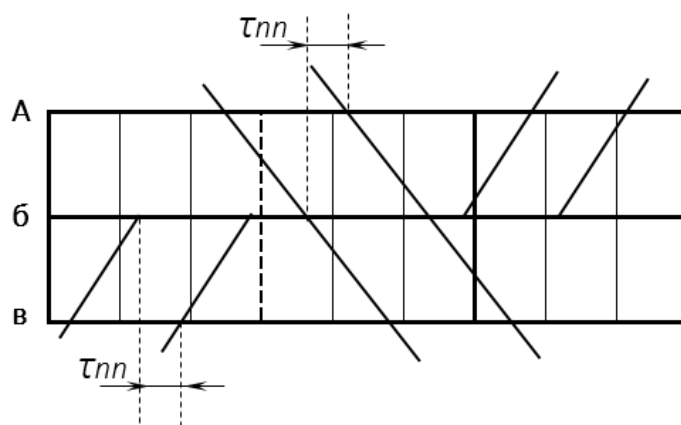


Рис. 2.10. Фрагмент пачкового графіка

- пакетні – спосіб організації руху, при якому поїзди прямують один за одним з розмежуванням за часом чи блок-дільницями при АБ або міжпостовими перегонами при НАБ (рис. 2.11);

- частково-пакетні – спосіб організації руху, при якому частина поїздів рухається поодиноким, а частина – пакетами (рис. 2.12).

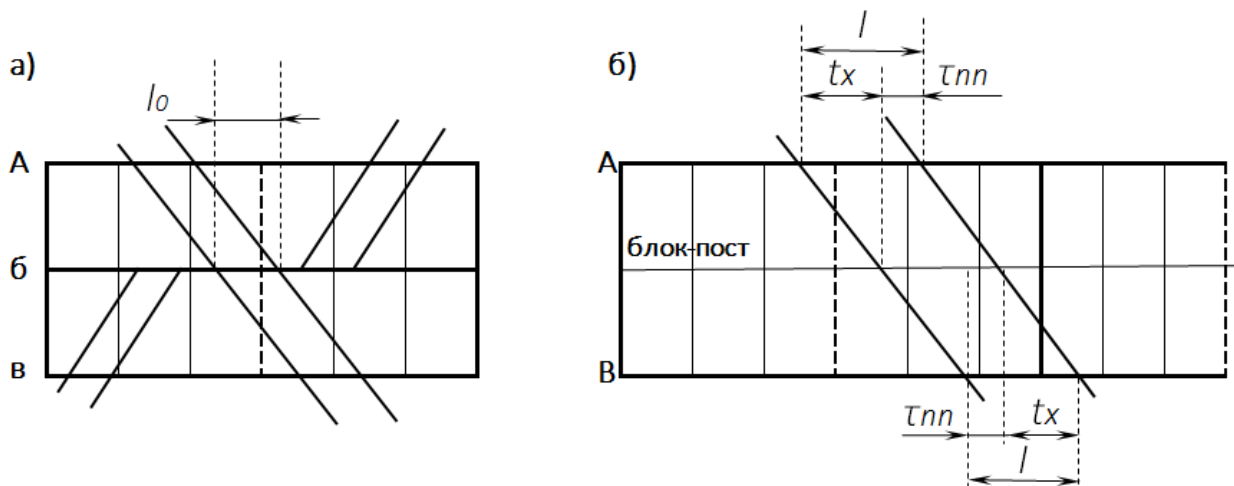


Рис. 2.11. Фрагмент пакетного графіка: а – на дільницях з автоблокуванням; б – на дільницях з напівавтоблокуванням

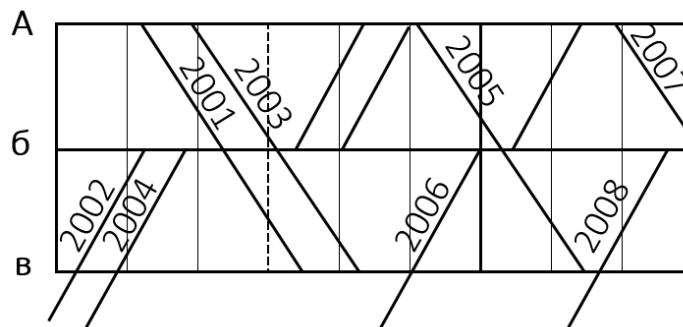


Рис. 2.12. Фрагмент частково-пакетного графіка

Пакет поїздів – двоє і більше поїздів, які прямують один за одним із розмежуванням прохідними сигналами.

Характеристикою частково-пакетного графіка є коефіцієнт пакетності:

$$\gamma_{\text{непар}} = \frac{N_{\text{пак}}}{N}, \quad (2.8)$$

$$\alpha_{\text{пак}} = \frac{N_{\text{пак}}}{N} = \frac{C_{\text{пак}}}{C},$$

де $N_{\text{пак}}$, $C_{\text{пак}}$ – кількість поїздів, що прокладені за пакетним графіком відповідно за добу та період графіка;

N , C – загальна кількість пар поїздів, що прокладені на графіку відповідно за добу та період графіка.

Коефіцієнт пакетності може приймати значення від нуля (непакетний графік) до одиниці (пакетний графік).

6. *За можливістю організації беззупинних схрещень зустрічних поїздів.*

На спеціально пристосованих одноколійних дільницях з подовженими станційними коліями, двоколійними вставками може вестися графік беззупинного схрещення зустрічних поїздів. На відміну від двоколійного графіка, ці схрещення проводяться не на всіх перегонах, а лише на тих з них, які мають дві колії достатньої довжини (двоколійні вставки або на РП з подовженими коліями) (рис. 2.13).

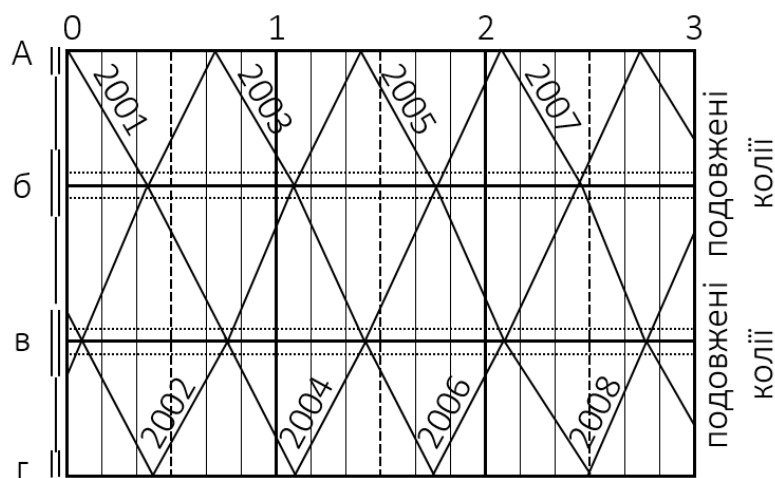


Рис. 2.13. Фрагмент графіка при організації беззупинних схрещень зустрічних поїздів

7. *Залежно від ступеня використання пропускної спроможності:*

- з максимальним заповненням – графік руху, що передбачає повне використання пропускної спроможності обмеженого перегону ($k_{зан} = 0,91$ – для двоколійних дільниць, $k_{зан} = 0,85$ – для одноколійних);

- немаксимальним.

8. *Залежно від насиченості:*

- насичені – максимальний графік одноколійної дільниці, на якій усі поїзди мають схрещення на всіх роздільних пунктах;

- ненасичені.

9. Залежно від ритмічності відправлення поїздів:

- циклічні, або періодичні (англ. Cyclic train timetabling);
- нециклічні (англ. Non-cyclic train timetabling).

У циклічних розкладах відправлення поїздів здійснюється через рівні проміжки часу (регулярний інтервальний рух). Різновидом такого варіанта руху поїздів є система поїздів через нерівні проміжки часу, але які кратні цілій кількості годин (англ. Even-time departure system), коли окремі поїзди відправляються через 1,5 або 3,0 год (рис. 2.14). Концепція «Cyclic train timetabling» використовується в Нідерландах, Австрії, Бельгії, Данії, Німеччині, Великобританії, Норвегії, Швейцарії і т. д.

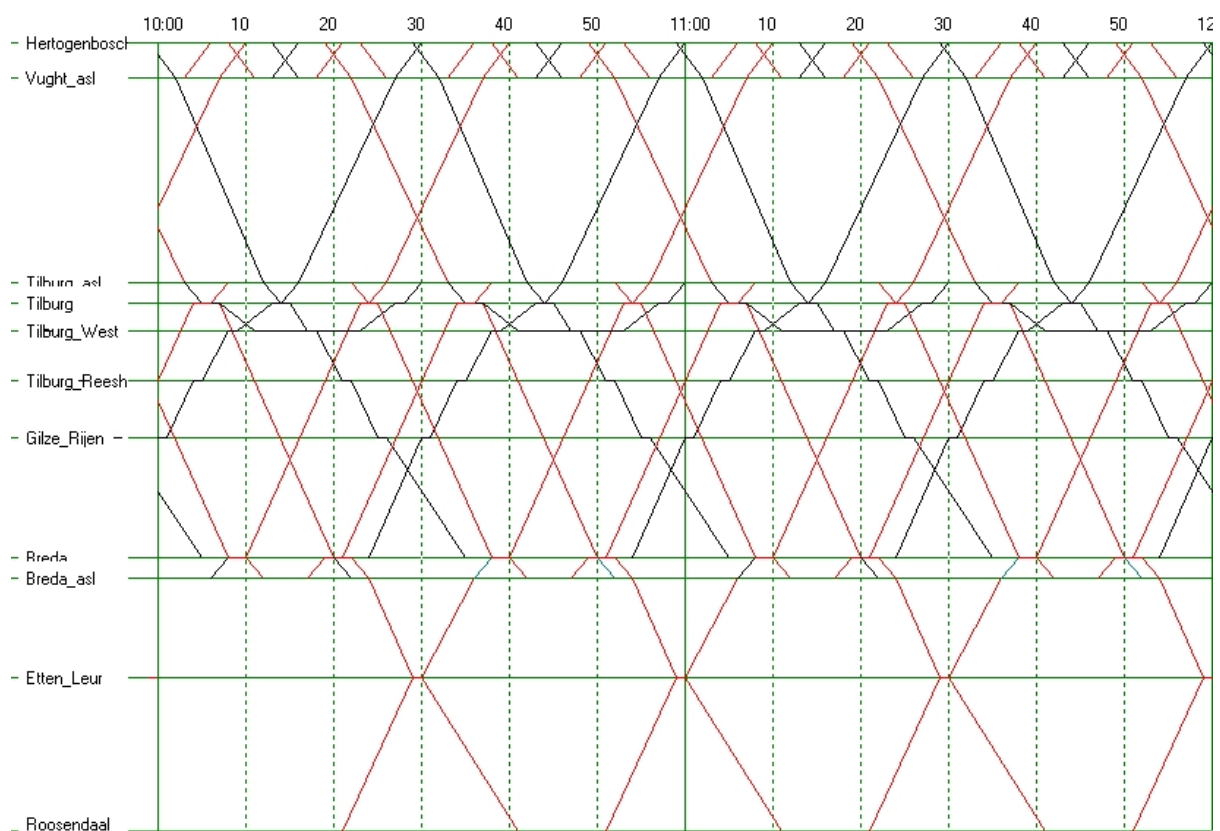


Рис. 2.14. Фрагмент циклічного графіка руху поїздів

Сучасний приклад циклічного графіка руху на високошвидкісній лінії Тайвань подано на рис. 2.15.

Крім того, *нитки для руху поїздів*, що прокладаються на графіках, можуть поділятися:

- за напрямками;
- призначеннями.

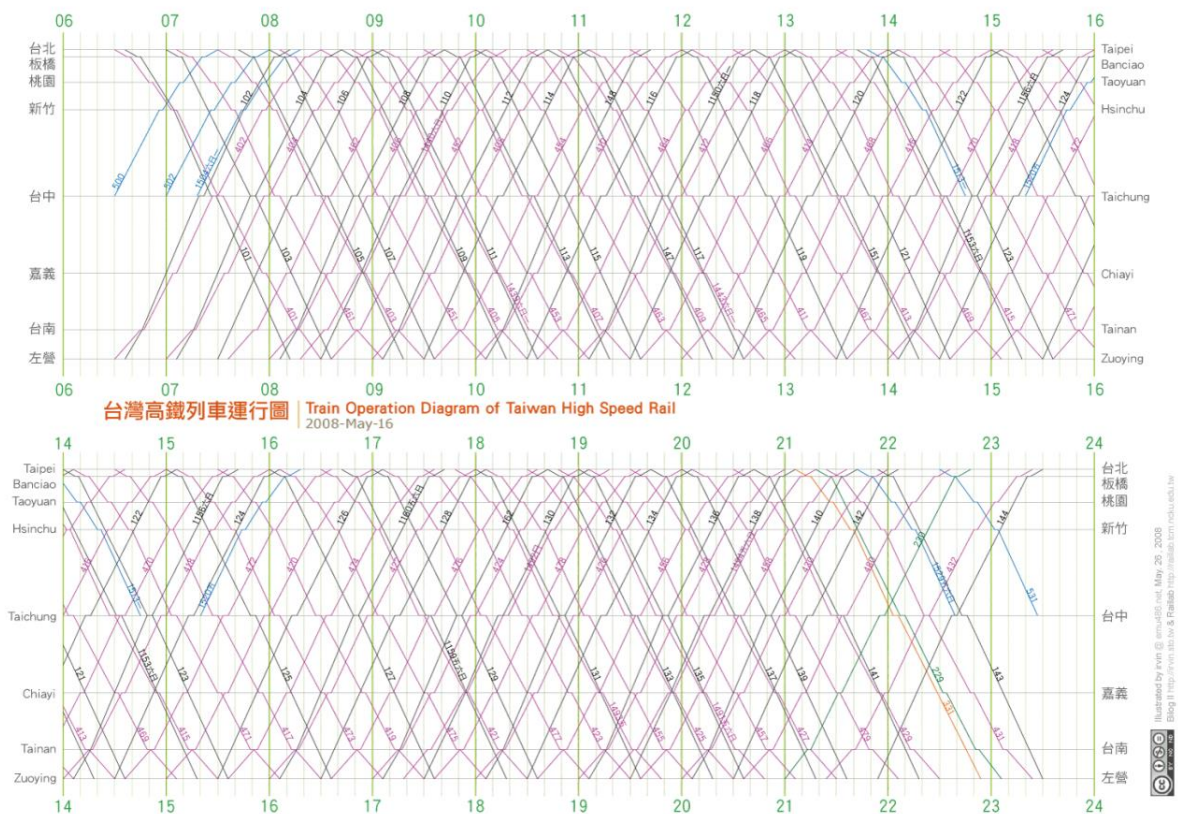


Рис. 2.15. Приклад циклічного графіка руху на високошвидкісній лінії Тайвань

Контрольні питання до розділу 2

1. Які вчені, на вашу думку, зробили найбільший внесок до теорії складання ГРП? У чому він полягає?
2. За якими критеріями класифікуються ГРП?
3. Які види ГРП виділяють залежно від співвідношення часу руху поїздів?
4. Як визначається ступінь неідентичності графіків?
5. Що виражає коефіцієнт непарності?
6. Як поділяють ГРП залежно від розміщення поїздів попутного прямування?
7. У чому полягає різниця між пачковим і пакетним способами організації руху поїздів?
8. Яким показником можна охарактеризувати частково-пакетний графік?
9. Дайте визначення насиченого ГРП.
10. Як класифікуються ГРП залежно від ритмічності відправлення поїздів?

Розділ 3

ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГРП. ЕЛЕМЕНТИ ГРП (ЧАС ХОДУ ПОЇЗДА, СТАНЦІЙНІ ТА МІЖПОЇЗНІ ІНТЕРВАЛИ, НОРМИ СТОЯНОК НА СТАНЦІЯХ ПОЇЗДІВ І ЛОКОМОТИВІВ)

3.1. Вихідні дані для побудови ГРП

Для складання графіка руху поїздів відповідними службами залізниць визначаються вихідні дані, що включають:

- технічну характеристику дільниці залізниці, для якої виконується розрахунок графіка;
- завдання за розмірами пасажирського і вантажного руху поїздів та основними нормативами, які мають забезпечуватися новим графіком руху поїздів;
- основні елементи графіка (перегінні часи руху, міжпоїзні та станційні інтервали тощо), розраховані для умов діючих технічних засобів з урахуванням прогресивної технології транспортних процесів.

Вихідна інформація подається у вигляді заповнених бланків встановленої форми, що називаються відомостями. Кожна відомість складається з титульного листа і таблиць (повідомлень).

На титульному листі зазначається назва відомості, її шифр, посади та повне прізвище осіб, які склали, перевіряли, погоджували і затверджували цю відомість; зведені таблиці, що додаються до титульного листа, містять значення показників, нормативів та елементів графіка. Шифр відомості вказує на департамент або відділ АТ «Укрзалізниця», відповідальний за підготовку цієї вихідної інформації для складання графіка.

Для наступного складання графіка проводиться коригування інформації у відповідних відомостях з необхідними змінами бази даних. Терміни і порядок надання вихідних даних для централізованого розроблення графіка руху поїздів з використанням ЕОМ визначаються «Планом розроблення графіка руху поїздів», затвердженим головою центральної комісії АТ «Укрзалізниця».

Перелік основних відомостей вихідних даних наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Перелік основних відомостей вихідних даних
для розроблення ГРП

Назва відомості	Шифр відомості	Повідомлення (для автоматизованого складання графіка)
1	2	3
Відомість допустимих швидкостей руху локомотивів і вагонів по перегонах	ЦП-1	-
Відомість допустимих швидкостей руху поїздів на роздільних пунктах по головних і бокових коліях	ЦП-1а	-
Відомість постійних і тривалих попереджень про обмеження швидкості руху поїздів	ЦП-2	-
* Відомість перегінних часів руху	ЦДЛ-3	Форми 7г, 7п, 7с
* Відомість станційних інтервалів	ЦДТ-4	Форми 3, 4
* Відомість міжпоїзних інтервалів для умов автоблокування і пристроїв електропостачання	ЦДТ-4-а	Форми 5, 6
* Відомість інтервалів попутного прямування поїздів	ЦДТ-ГІОЦ-4	Форма 18
* Відомість технічних стоянок пасажирських і транзитних вантажних поїздів	ЦДТ-5	Форма 16
Відомість пунктів штовхання і подвійної тяги поїздів	ЦДЛ-6	0112
* Відомість вагових норм і довжин поїздів у пасажирському і вантажному русі	ЦДТ-111	ЦД0110, ЦД0111
* Відомість надання технологічних «вікон»	ЦДТ-ГІОЦ-103	Форма 14
* Відомість поїздів фіксованого розкладу	ЦДТ-ГІОЦ-112	Форма 9

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Відомість ворожостей, створюваних поїздами фіксованого розкладу	ЦДТ-113	
*Відомість загальних відомостей з розроблення графіка на дільниці	ЦДТ-ГІОЦ-101	Форма 1
*Відомість технічних характеристик перегонів і роздільних пунктів дільниці	ЦДТ-ГІОЦ-102	Форма 2
Відомість нових і коректуємих пасажирських поїздів, затверджених до розроблення графіка	ЦЛ-1	
Відомість затверджених стоянок пасажирського поїзда	ЦЛ-2	
Відомість (схема) підходів до станції і розташування пасажирських колій станції	ЦДЛ-120	
Відомість характеристик пасажирських колій станції	ЦДЛ-121	
Відомість ворожості маршрутів з приймання-відправлення пасажирських поїздів	ЦДЛ-122	

Примітка. * Для автоматизованого складання графіка.

Всі розрахункові вихідні дані й ті, що приймаються, погоджуються причетними організаціями і затверджуються встановленим порядком. Для автоматизованого розрахунку графіка руху поїздів усю вихідну інформацію залізниці готують у вигляді відомостей встановленої форми, передають у відповідні відділи автоматизованого розроблення графіка та вводять до бази даних.

Причетні департаменти АТ «Укрзалізниця» розробляють завдання для складання графіка руху поїздів [1].

Так, *Департамент пасажирських перевезень далекого сполучення* визначає перелік пасажирських поїздів усіх категорій,

що прямують у межах двох і більше залізниць. Підставою для цього служать:

- прогнозовані дані про пасажиропотоки;
- звіти про фактичні пасажиропотоки, освоєні за попередні роки;
- відомості про додаткові поїзди, які доводилося вводити в окремі періоди найбільш інтенсивних перевезень пасажирів за минулі періоди;
- дані про населеність поїздів;
- заявки залізниць на перспективу.

Кількість пасажирських поїздів визначається за категоріями (швидкі цілорічні та літні, пасажирські цілорічні та літні, пасажирські місцевого сполучення, пасажирські разового призначення, туристсько-екскурсійні, поштово-багажні) із зазначенням початкових і кінцевих станцій і маршрутів їх прямування, схем составів і періодичності їх обертання.

Перелік швидких і пасажирських поїздів дальнього сполучення розглядається і затверджується центральною комісією з розроблення графіка руху поїздів АТ «Укрзалізниця».

Розміри руху пасажирських місцевих і приміських поїздів встановлюються відповідно керівництвом залізниці та керівництвом дирекції залізничних перевезень, а по найважливіших вузлах мережі, крім того, погоджуються з АТ «Укрзалізниця».

Департамент управління рухом перевезень на підставі державного плану перевезень, порядку направлення вагонопотоків і плану формування поїздів визначає розміри передачі вантажних поїздів усіх категорій по кожному міжзалізничному стиковому пункту; методика розрахунку викладена в «Інструктивних вказівках з організації вагонопотоків на залізницях України» [2].

Норми ваги встановлюються для всіх категорій вантажних поїздів, передбачених планом формування для даного напрямку (дільниці).

Залізниці для кожної дільниці визначають масу поїзда за потужністю локомотива з урахуванням розрахункового уклону за «Правилами тягових розрахунків для поїзної роботи», при цьому довжина вантажного поїзда має бути узгоджена з місткістю

приймально-відправних колій проміжних станцій дільниці зі сприятливими умовами зрушення поїзда з місця. Одержана маса перевіряється дослідними поїздками з використанням передових методів водіння поїздів.

Для наскрізних поїздів на напрямку приймається уніфікована маса, яка визначається за силою тяги на більшості дільниць, що входять до даного напрямку. За необхідності вживаються заходи щодо підсилення сили тяги (підштовхування, подвійна тяга) на тих дільницях, де за розрахунком визначена маса менша, ніж прийнята на напрямку уніфікована маса.

На окремих напрямках встановлюються уніфіковані норми маси для прискорених вантажних поїздів (контейнерних, контрейлерних) не менше норми маси поїзда, узгодженої на міждержавному пункті переходу по маршруту прямування.

Норми маси вантажних поїздів для всіх дільниць мережі затверджуються АТ «Укрзалізниця».

Норми довжини составів із навантажених вагонів визначаються за формулою

$$m = \frac{Q_{бр}}{q_{бр}}, \quad (3.1)$$

де $Q_{бр}$ – норма маси состава брутто;

$q_{бр}$ – середня маса брутто умовного навантаженого вагона.

Норма довжини составів із порожніх вагонів визначається корисною довжиною приймально-відправних колій станцій, на яких вантажні поїзди мають технологічні стоянки.

$$m_{пор} = \frac{l_{пвк} - l_{лок}}{l_{ваг}^{сер}}, \quad (3.2)$$

де $l_{пвк}$ – мінімальна корисна довжина приймально-відправних колій на проміжних станціях, м;

$l_{лок}$ – середня довжина локомотива з урахуванням неточності встановлення состава при прийманні на колію, м;

$l_{ваг}^{сер}$ – середня довжина вагона, м.

З метою прискореного пропускання маршрутів можливе формування і пропускання вантажних поїздів підвищеної довжини та з'єднаних відповідно до «Інструкції з організації руху вантажних поїздів підвищеної ваги та довжини на залізницях України» ЦД-ЦТ-0031 та «Технології обробки составів підвищеної довжини», технологічного процесу роботи станції.

3.2. Елементи ГРП

Основними елементами ГРП є:

- перегінні часи ходу поїздів;
- час стоянки поїздів на дільничних і сортувальних станціях для виконання технічних операцій;
- час стоянки на проміжних станціях;
- станційні інтервали – розрахункові інтервали часу між поїздами під час приймання, відправлення і проходження їх через роздільні пункти;
- інтервали між поїздами на дільницях (перегонах);
- норми часу знаходження локомотивів на станціях оборотного й основного депо;
- норми пробігу поїздів між технічними та комерційними оглядами (гарантійні плечі), плечі обслуговування локомотивів і локомотивних бригад.

Елементи ГРП впливають на пропускну спроможність, дільничну та маршрутну швидкість, обіг локомотивів, терміни доставки вантажів, тому вимоги до елементів ГРП, окрім безпеки руху, такі:

- найбільш повне використання потужності локомотива та пропускну спроможності;
- скорочення часу стоянок поїздів при схрещеннях, під обгоном і за технічними потребами;
- забезпечення мінімальних інтервалів між поїздами та скорочення часу знаходження локомотива на станціях основного та оборотного депо.

3.2.1. Час ходу поїздів по перегонах

Час ходу поїздів по перегонах визначається графічно між осями роздільних пунктів (РП) або осями приймально-відправних

колій (ПВК) окремо по кожному напрямку (рис. 3.1) для вантажних поїздів, вантажних прискорених, пасажирських і поодиноких локомотивів з урахуванням профілю, стану колій і конструктивних швидкостей локомотивів і вагонів та ін.

Час ходу поїздів визначається за даними тягових розрахунків з урахуванням досвіду передових машиністів і аналізу виконання часу ходу за минулий період і затверджується АТ «Укрзалізниця».

При виконанні тягових розрахунків усю масу поїзда, що рухається, приймають зосередженою в його центрі тяжіння (умовно в середині состава). Тому час ходу по перегонах визначається за моментами співпадання центра мас поїзда з віссю роздільного пункту (РП), що обмежує перегін, середини приймально-відправних колій (ПВК) станції, парку або за моментом проходження половини поїзда осі РП (або світлофора).

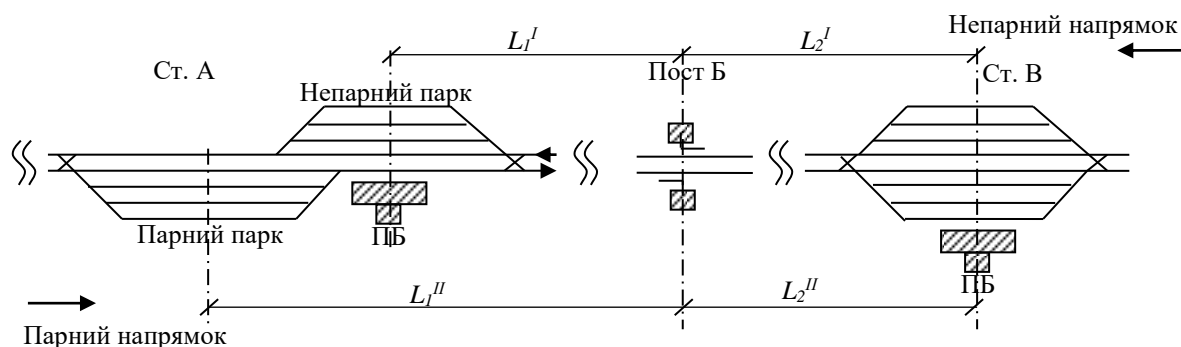


Рис. 3.1. Схема визначення довжини перегонів:

L_1^I, L_1^{II} – довжина міжпостового перегону А-Б відповідно непарного та парного напрямків; L_2^I, L_2^{II} – те саме для перегону Б-В

Перегінний час руху вантажних і пасажирських поїздів визначається через довжину перегону з округленням до цілих хвилин у більший бік за формулою

$$t_x = \frac{60 \cdot L_{nep}}{V_x}, \quad (3.3)$$

де L_{nep} – довжина перегону, км;

V_x – ходова швидкість поїзда певної категорії, км/год.

Час ходу по кожному перегону визначається як для беззупинного проходження поїзду через обидва РП, які обмежують даний перегін, так і при зупинках поїзда на них.

У першому випадку час ходу є «чистим» часом ходу. Різниця часу ходу поїзда по перегону з зупинками та без них визначається часом на розгін та уповільнення.

Можливі три схеми розташування РП на поздовжньому профілі, які визначають умови зрушення та уповільнення (рис. 3.2):

- розташування на горі;
- у «ямі»;
- комбіновано.

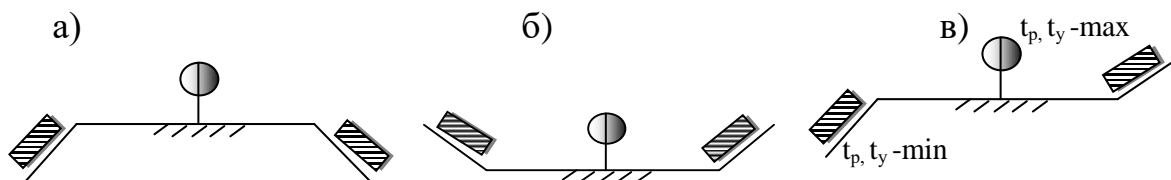


Рис. 3.2. Схеми розташування РП на поздовжньому профілі:
а – розташування на горі; умови зрушення та уповільнення сприятливі; б – у «ямі»; умови для розгону несприятливі;
в – комбіновано

3.2.2. Станційні і міжпоїзні інтервали

Станційний інтервал – мінімальний проміжок часу, необхідний для виконання операцій з приймання, відправлення та беззупинного проходження поїздів через РП з колійним розвитком (роз'їзд, обгінний пункт або станція). Під терміном «роздільний пункт» (РП) розуміється роздільний пункт з колійним розвитком [31].

Міжпоїзний інтервал – це мінімальний час, яким розмежують поїзди при прямованні по перегонах на ділянках, обладнаних автоматичним блокуванням [31].

Величина станційних інтервалів визначається умовами безпеки руху, а також умовами безперешкодного руху поїзда без його зупинки або уповільнення при підході до вхідного сигналу,

а при беззупинному пропусканні через РП – і до вихідного. Тривалість станційних інтервалів залежить:

- ✓ від порядку пропускання поїздів через роздільний пункт (із зупинкою або без зупинки);

- ✓ схеми колійного розвитку роздільного пункту і профілю підходу до нього;

- ✓ технічного оснащення (кількість головних колій, засоби сигналізації і зв'язку під час руху поїздів);

- ✓ встановленого порядку видачі дозволу машиністові локомотива на зайняття перегону;

- ✓ взаємного розташування колій парків, розміщення сигналів, стрілочних постів і службового приміщення чергового по станції;

- ✓ довжини станційних колій;

- ✓ типу стрілочних переводів;

- ✓ способу управління стрілками та сигналами (маршрутно-релейна централізація, електрична централізація, механічна централізація, ручне обслуговування стрілок з ключовою залежністю і використання інших пристроїв станційного блокування);

- ✓ допустимих швидкостей руху поїздів;

- ✓ категорії поїзда, його маси і довжини;

- ✓ серії поїзних локомотивів, що обслуговують вантажні і пасажирські поїзди.

Для станцій, обладнаних пристроями електричної централізації (ЕЦ), диспетчерської централізації (ДЦ) і диспетчерського контролю (ДК), *моментом відправлення* вважають момент перекриття дозволяючого показання вихідного, маршрутного світлофора або зайняття ізольованої ділянки, наступної за колією відправлення, якщо поїзд після цього не мав зупинок у межах залізничної станції. За наявності зупинок відправлення фіксується за перекриттям дозволяючого показання вихідного, маршрутного світлофора з останньої станційної колії, де була зупинка.

Момент прибуття – момент звільнення ізольованої ділянки, що передує колії приймання. Якщо поїзд не вміщується в межах корисної довжини колії і при цьому не звільняє горловину парку приймання з боку перегону, прибуттям

вважається момент зупинки поїзда на колії парку станції, найближчої до перегону, з якого прибуває поїзд.

Момент проходження – момент перекриття дозволяючого показання вихідного, маршрутного світлофора станції або за звільненням ізольованої ділянки, що передує приймально-відправній колії, через який проходить розрахункова вісь станції. Для колійного поста момент проходження фіксується за перекриттям вхідного світлофора. За час проходження обирається час більш ранньої події.

Розраховують такі станційні і міжпоїзні інтервали.

Інтервали для зустрічних поїздів:

- інтервал неодночасного прибуття з зупинкою обох зустрічних поїздів;
- інтервал неодночасного прибуття з зупинкою і проходженням зустрічного поїзда без зупинки;
- інтервал схрещення;
- інтервал неодночасного відправлення і зустрічного прибуття при ворожих маршрутах;
- інтервал беззупинкового схрещення поїздів на двоколінійній вставці.

Інтервали для попутних поїздів:

- інтервал неодночасного прибуття і попутного відправлення поїздів;
- інтервал неодночасного відправлення і попутного прибуття поїздів.

Інтервал поїздів протилежних напрямків – інтервал неодночасного відправлення поїздів протилежних напрямків.

Інтервали попутного прибуття, відправлення і проходження поїздів:

- інтервал попутного прибуття поїздів при автоматичному блокуванні;
- інтервал попутного відправлення поїздів при автоматичному блокуванні;
- інтервал між поїздами на перегонах при автоматичному блокуванні;
- інтервал попутного прямування поїздів на лініях, не обладнаних автоматичним блокуванням.

Станційний інтервал визначають для кожного роздільного пункту в бік кожного з прилеглих перегонів для різних категорій поїздів.

Інтервал неодночасного прибуття τ_n (τ_{np}) – мінімальний проміжок часу від моменту прибуття на роздільний пункт вантажного або пасажирського поїзда до моменту прибуття (або проходження без зупинки) на роздільний пункт зустрічного вантажного або пасажирського поїзда. При достатній довжині приймально-відправних колій для роздільного пункту поперечного типу на одноколійній лінії тривалість інтервалу τ_n (τ_{np}) включає час на виконання технологічних операцій з контролю прибуття першого поїзда і приймання зустрічного поїзда та час проходження зустрічним поїздом розрахункової відстані L_{np} , що визначається тяговими розрахунками. Схему розташування поїздів при розрахунках інтервалу неодночасного прибуття наведено на рис. 3.3.

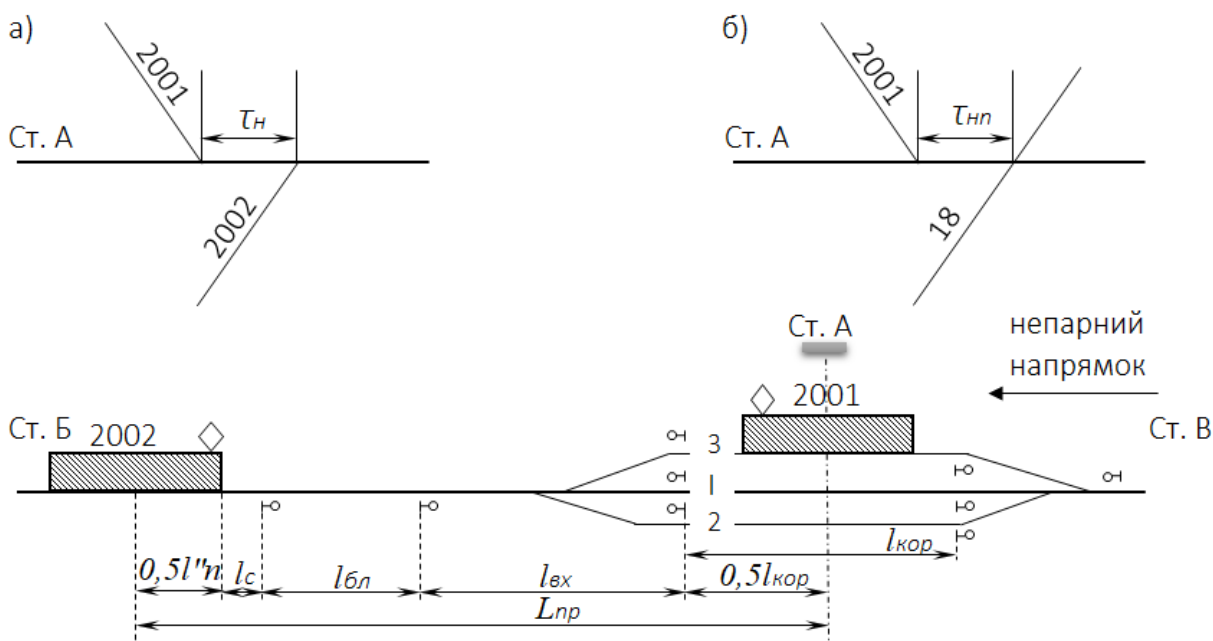


Рис. 3.3. Схема розташування поїздів при розрахунках інтервалу неодночасного прибуття:
 а – при розрахунку інтервалів неодночасного прибуття з зупинкою зустрічних поїздів (τ_n); б – при розрахунку інтервалів неодночасного прибуття з проходженням без зупинки (τ_{np})

Розрахункову відстань можна розрахувати як:

$$L_{np} = 0,5l_n'' + l_c + l_{\text{бл}} + l_{\text{ex}} + 0,5l_{\text{кор}}, \quad (3.4)$$

де l_n'' – довжина зустрічного поїзда, м;

l_c – відстань, яку проходить зустрічний поїзд за час сприйняття машиністом сигналу після моменту його відкриття,

$$l_c = 16,7Vt_c. \quad (3.5)$$

Розрахунковий графік для інтервалів неодночасного прибуття наведено на рис. 3.4.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв				
			1	2	3	4
1	Контроль ДСП за прибуттям поїзда №2001	0,1				
2	Готування маршруту приймання (пропускання) поїзда №2002	0,15				
3	Відкриття вхідного сигналу для поїзда №2002 або вхідного та вихідного сигналів при пропусканні	0,05				
4	Прохід поїздом №2002 розрахункової відстані	3...4	[Горизонтальний чорний смуга]			
Тривалість інтервалу		3,3...4,3	[Горизонтальний чорний смуга]			

Рис. 3.4. Розрахунковий графік для інтервалів неодночасного прибуття

Інтервалом схрещення поїздів називають мінімальний час від моменту прибуття або проходження роздільного пункту вантажним чи пасажирським поїздом до моменту відправлення на той самий перегін зустрічного вантажного або пасажирського поїзда. Схему розташування поїздів при розрахунку інтервалів схрещення для роздільних пунктів поперечного типу подано на рис. 3.5, а розрахунковий графік інтервалу схрещення – на рис. 3.6.

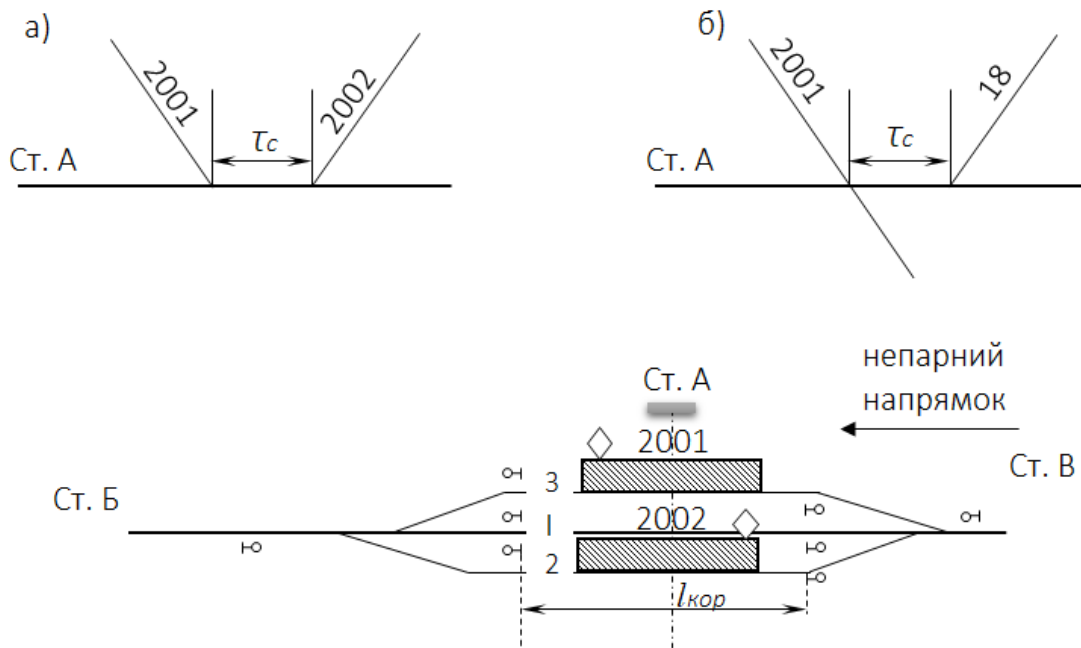


Рис. 3.5. Схема розташування поїздів при розрахунку інтервалів схрещення для роздільних пунктів поперечного типу

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5				
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	Контроль ДСП за прибуттям або проходженням поїзда №2001	0,1	█				
2	Готування маршруту відправлення поїзда №2002 (або №18)	0,15		█			
3	Відкриття вихідного сигналу для поїзда №2002 (або №18)	0,05			█		
4	Сприйняття сигналу машиністом і надання поїздові руху	0,2				█	
Тривалість інтервалу		0,5	█	█	█	█	█

Рис. 3.6. Розрахунковий графік інтервалу схрещення

Інтервалом неодночасного відправлення і зустрічного прибуття поїздів при ворожих маршрутах τ_{zn} називають мінімальний час від моменту відправлення з роздільного пункту вантажного або пасажирського поїзда на одну лінію (чи один

напрямок руху) до моменту прибуття на цей роздільний пункт вантажного або пасажирського поїзда з іншої лінії (чи зустрічного напрямку), маршрути яких перетинаються. Схему інтервалу наведено на рис. 3.7.

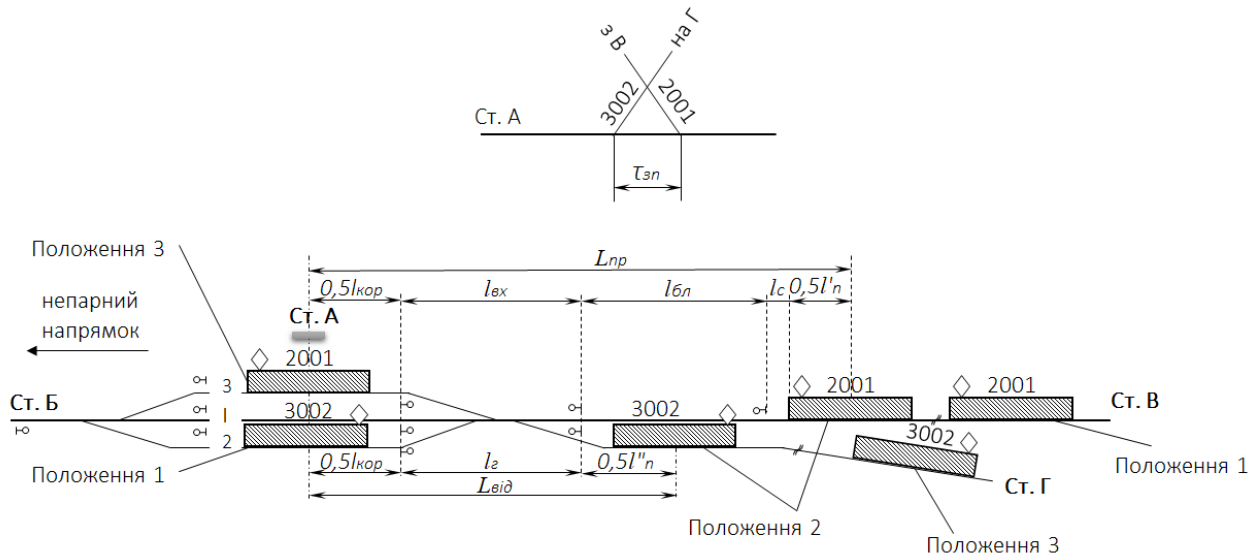


Рис. 3.7. Схема розташування поїздів при розрахунку інтервалів неодночасного відправлення і зустрічного прибуття поїздів для роздільних пунктів поперечного типу

Розрахунковий графік для інтервалу τ_{zn} подано на рис. 3.8.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв									
			1	2	3	4	5	6	7		
1	Проходження поїздом №3002 розрахункової відстані $L_{від}$	2...3	█								
2	Контроль ДСП за звільненням поїздом №3002 останньої вихідної стрілки	0,2			█						
3	Готування маршруту приймання поїзда №2001	0,15			█						
4	Відкриття вхідного сигналу для поїзда №2001	0,05			█						
5	Проходження поїздом №2001 розрахункової відстані $L_{пр}$	3...4				█					
Тривалість інтервалу		5,4...7,4	█								

Рис. 3.8. Розрахунковий графік для інтервалу неодночасного відправлення і зустрічного прибуття поїздів

Інтервали τ_{zn} визначають для всіх заданих сполучень швидкостей руху вантажних і пасажирських поїздів. При достатній довжині приймально-відправних колій для роздільного пункту поперечного типу на одноколіїній лінії тривалість інтервалу τ_{zn} включає час проходження поїздом, що відправляється, розрахункової відстані $L_{від}$ до звільнення ним останньої вихідної стрілки в маршруті відправлення або ізолюючого стику, виконання технологічних операцій з відправлення поїзда на одну лінію і з приймання зустрічного поїзда з іншої лінії, а також тривалість проходження зустрічним поїздом розрахункової відстані $L_{від}$. Розрахункова відстань визначається з умови

$$L_{від} = 0,5l_{кор} + l_2 + 0,5l_n'', \quad (3.6)$$

де $l_{кор}$ – корисна довжина колії відправлення поїзда, м;

l_2 – відстань від вихідного сигналу до останньої вихідної стрілки в маршруті відправлення або до ізолюючого стику, м;

l_n'' – довжина поїзда, що відправляється, м.

Інтервал беззупинкового схрещення може здійснюватися тільки за наявності двоколіїних вставок.

Для ефективної реалізації беззупинкового схрещення поїздів необхідно виконувати такі основні умови:

- достатня довжина двоколіїної вставки (близько 5 км);
- наявність диспетчерської централізації, поїзного радіозв'язку й автоматичної локомотивної сигналізації;
- обладнання обох колій двоколіїної вставки автоблокуванням для двостороннього руху;
- довжина блок-ділянок у межах 1...2,6 км і не менше довжини гальмівного шляху поїздів, які здійснюють беззупинкове схрещення;
- ідентичність перегонів між осями беззупинкового схрещення поїздів;
- можливість рушання з місця поїзда, який зупинився біля вихідного сигналу в кінці двоколіїної вставки, якщо вона розташована на підйомі;

– відокремлення на роздільному пункті, що розташований у межах двоколіїної вставки, місцевих робіт від руху поїздів.

Для двоколіїної вставки призначають розташування двох розрахункових осей на її кінцях (*PВ-I* – з непарного боку, *PВ-II* – з парного) і на осі беззупинкового схрещення *ВБС*.

Мінімально можливим інтервалом беззупинкового схрещення поїздів $\tau_{\text{бс}}^{\text{min}}$ називають мінімальний час від моменту проходження ближньої розрахункової осі двоколіїної вставки поїздом, що прибув з одноколіїного перегону, до моменту проходження тієї самої осі поїздом, який відправляється на одноколіїний перегін.

Схему розташування поїздів при розрахунку інтервалу $\tau_{\text{бс}}^{\text{min}}$ на двоколіїній вставці наведено на рис. 3.9.

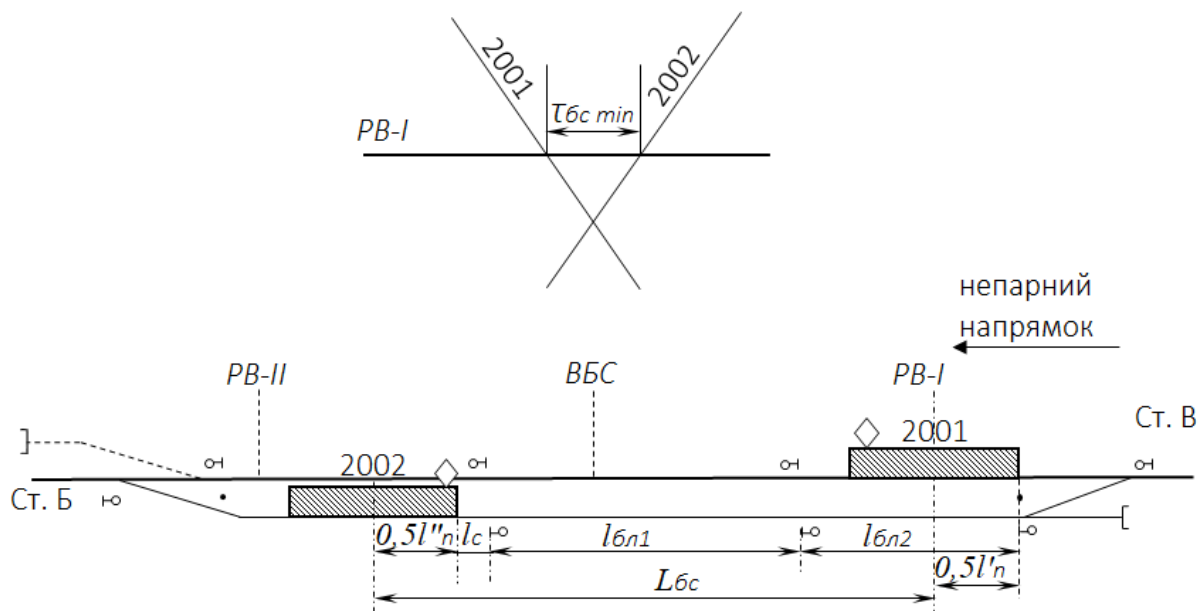


Рис. 3.9. Схема розташування поїздів при розрахунку $\tau_{\text{бс}}^{\text{min}}$ на двоколіїній вставці

Тривалість інтервалу $\tau_{\text{бс}}^{\text{min}}$ включає час виконання технологічних операцій із забезпечення відправлення зустрічної горловини, час проходження поїздом № 2002 розрахункової відстані $L_{\text{бс}}$, який визначається тяговими розрахунками:

$$L_{\bar{c}} = 0,5l'_n + l_c + l_{\bar{c}1} + l_{\bar{c}2} - 0,5l'_n, \quad (3.7)$$

де l_c – відстань, яку проходить зустрічний поїзд (№ 2002) за час сприйняття машиністом показання сигналу перед блок-ділянкою ($l_{\bar{c}1}$) з моменту його відкриття, м;

$l_{\bar{c}1}$, $l_{\bar{c}2}$ – довжина блок-ділянки відповідно першої і другої в послідовності їх займання поїздом № 2002, м;

l'_n – довжина поїзда № 2001, м.

Відстань l_c

$$l_c = 16,7Vt_c, \quad (3.8)$$

де 16,7 – коефіцієнт переведення кілометра за годину в метр за хвилину;

V – швидкість руху поїзда № 2002 на підході до сигналу перед блок-ділянкою $l_{\bar{c}1}$, км/год;

t_c – час сприйняття машиністом показання відкритого сигналу (приймається 0,05 хв).

Розрахункова тривалість операцій наведена на рис. 3.10.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв				
			1	2	3	4
2	Контроль ДСП за звільненням стрілочної горловини поїздом №2001	0,1	■			
3	Готування маршруту і відкриття сигналу за умов проходження поїзда №2002 зі встановленою швидкістю	0,2	■			
5	Проходження поїздом №2002 розрахункової відстані L_{bc}	3...4	■	■	■	■
Тривалість інтервалу		3,3...3,4	■			

Рис. 3.10. Розрахунковий графік для інтервалу беззупинкового схрещення

Інтервалом *неодночасного* *прибуття* *і* *попутного* *відправлення* *поїздів* $\tau_{не}$ називають мінімальний час від моменту прибуття на роздільний пункт вантажного або пасажирського поїзда до моменту відправлення з нього вантажного або пасажирського поїзда, який прямує в тому самому напрямку руху.

Інтервал $\tau_{не}$ визначають для роздільних пунктів, на яких одночасне приймання та відправлення поїздів одного й того самого напрямку руху заборонено, у тому числі коли маршрути цих поїздів не ізольовані один від одного.

Схеми розташування поїздів при розрахунку інтервалів $\tau_{не}$ для роздільних пунктів поперечного типу подано на рис. 3.11.

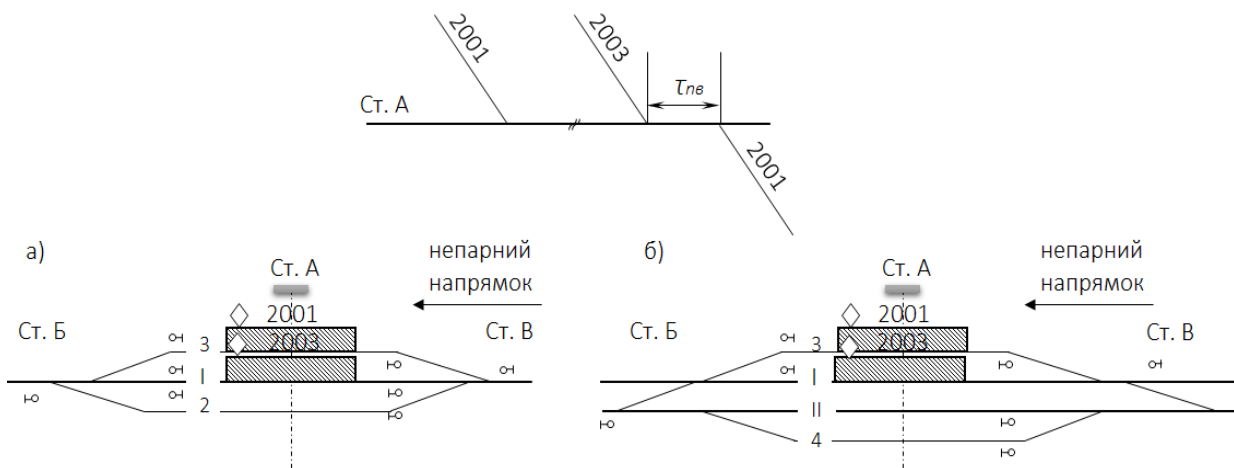


Рис. 3.11. Схема розташування поїздів при розрахунку $\tau_{не}$ для роздільних пунктів поперечного типу

Розрахункова тривалість операцій при визначенні $\tau_{не}$ наведена на рис. 3.12.

Інтервалом *неодночасного* *відправлення* *та* *попутного* *прибуття* $\tau_{ен}$ називають мінімальний час від моменту відправлення з роздільного пункту вантажного або пасажирського поїзда до моменту прибуття на цей роздільний пункт вантажного або пасажирського поїзда того самого напрямку руху. Схему розташування поїздів при розрахунку $\tau_{ен}$ для роздільних пунктів поперечного типу подано на рис. 3.13.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв					
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	Контроль ДСП за прибуттям або проходженням поїзда №2003	0,1					
2	Готування маршруту відправлення поїзда №2001	0,15					
3	Відкриття вихідного сигналу для поїзда №2001	0,05					
4	Сприйняття сигналу машиністом і приведення поїзда в рух	0,2					
Тривалість інтервалу		0,5					

Рис. 3.12. Розрахункова тривалість операцій при визначенні $\tau_{не}$

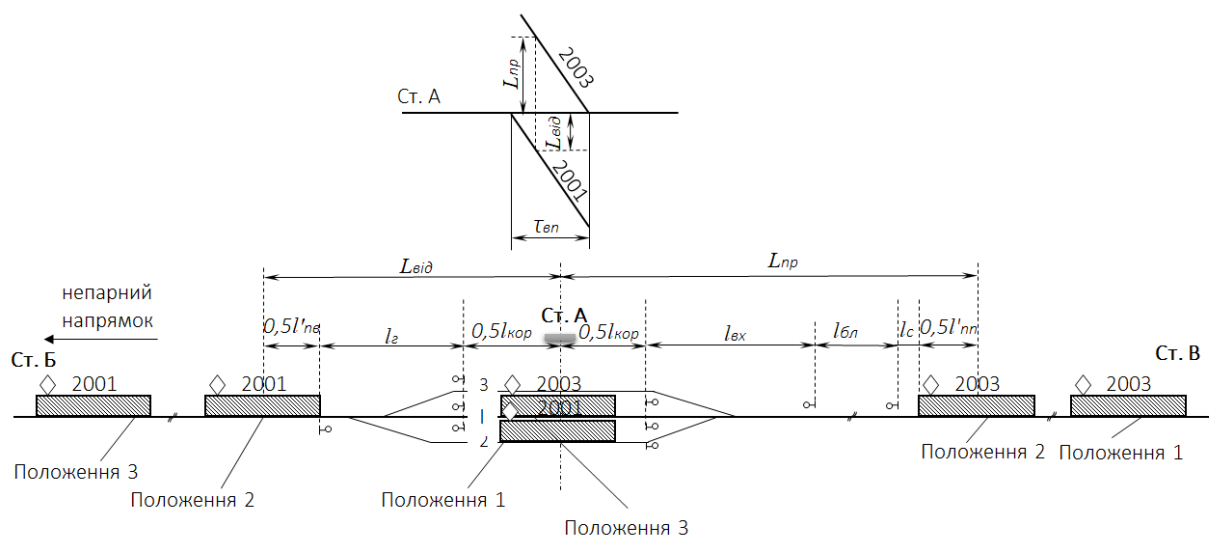


Рис. 3.13. Схема розташування поїздів при розрахунку $\tau_{ен}$ для роздільних пунктів поперечного типу

Інтервал $\tau_{ен}$ визначають для роздільних пунктів, на яких згідно з ПТЕ України заборонено одночасне відправлення і приймання поїздів того самого напрямку, у тому числі тоді, коли маршрути цих поїздів не ізольовані один від одного.

Інтервали $\tau_{ен}$ визначають для всіх швидкостей руху вантажних і пасажирських поїздів.

Розрахункова тривалість операцій при визначенні $\tau_{ен}$ наведена на рис. 3.14.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв									
			1	2	3	4	5	6	7		
1	Проходження поїздом №2001 розрахункової відстані $L_{від}$	2...3	█								
2	Контроль ДСП за звільненням поїздом №2001 останньої вихідної стрілки	0,2			█						
3	Готування маршруту приймання поїзда №2003	0,15			█						
4	Відкриття вхідного сигналу для поїзда №2003	0,05			█						
5	Проходження поїздом №2003 розрахункової відстані $L_{пр}$	3...4				█					
	Тривалість інтервалу	5,4...7,4	█								

Рис. 3.14. Розрахункова тривалість операцій при визначенні $\tau_{ев}$

Інтервалом *неоднотимчасного відправлення поїздів протилежних напрямків* $\tau_{нев}$ називають мінімальний час від моменту відправлення вантажного або пасажирського поїзда протилежного напрямку при ворожості їхнього маршруту.

Інтервал $\tau_{нев}$ визначають у вузлах у разі розташування парків, для яких виключається одночасне відправлення поїздів протилежних напрямків, і при врахуванні в графіка руху, крім розрахункової осі роздільного пункту, ще однієї або більше осей його приймально-відправних парків. Інтервал $\tau_{нев}$ можливий у деяких випадках на роз'їздах і проміжних станціях поздовжнього типу на одноколійних лініях.

Інтервал $\tau_{нев}$ визначають для всіх заданих швидкостей руху вантажних і пасажирських поїздів, які відправляються першими з даного роздільного пункту. Час проходження розрахункової відстані $L_{зв}$ визначається за тяговими розрахунками. До інтервалу $\tau_{нев}$ включається також час t виконання технологічних операцій з відправлення поїздів протилежних напрямків. Розрахункова відстань визначається за формулою

$$L_{зв} = 0,5l_{кор} + l_{нев} + 0,5l'_{нев}, \quad (3.9)$$

де $l_{кор}$ – корисна довжина колії відправлення першого поїзда, м;

$l_{нв}$ – відстань від вихідного сигналу парку, з якого відправляється перший поїзд, до останньої стрілки в маршруті його відправлення, яку потім використовують у маршруті відправлення поїзда протилежного напрямку, м;

$l'_{нв}$ – довжина першого поїзда, що відправляється, м.

Проміжок часу руху по ближній осі від моменту відправлення першого поїзда (№ 2001) до моменту суміщення з цією віссю центра поїзда, відправленого другим, розраховується за формулою

$$\tau_{нв1} = \tau_{нв} + t''_{мо.в}, \quad (3.10)$$

де $t''_{мо.в}$ – час проходження другим поїздом (№ 2002) відстані $l_{мо}$ між осями приймально-відправних парків (П і Н), з яких відправляють вищезазначену пару поїздів.

Схему розташування поїздів при розрахунку інтервалів $\tau_{нв}$ для роздільних пунктів поздовжнього типу наведено на рис. 3.15, а розрахунок тривалості операцій – на рис. 3.16.

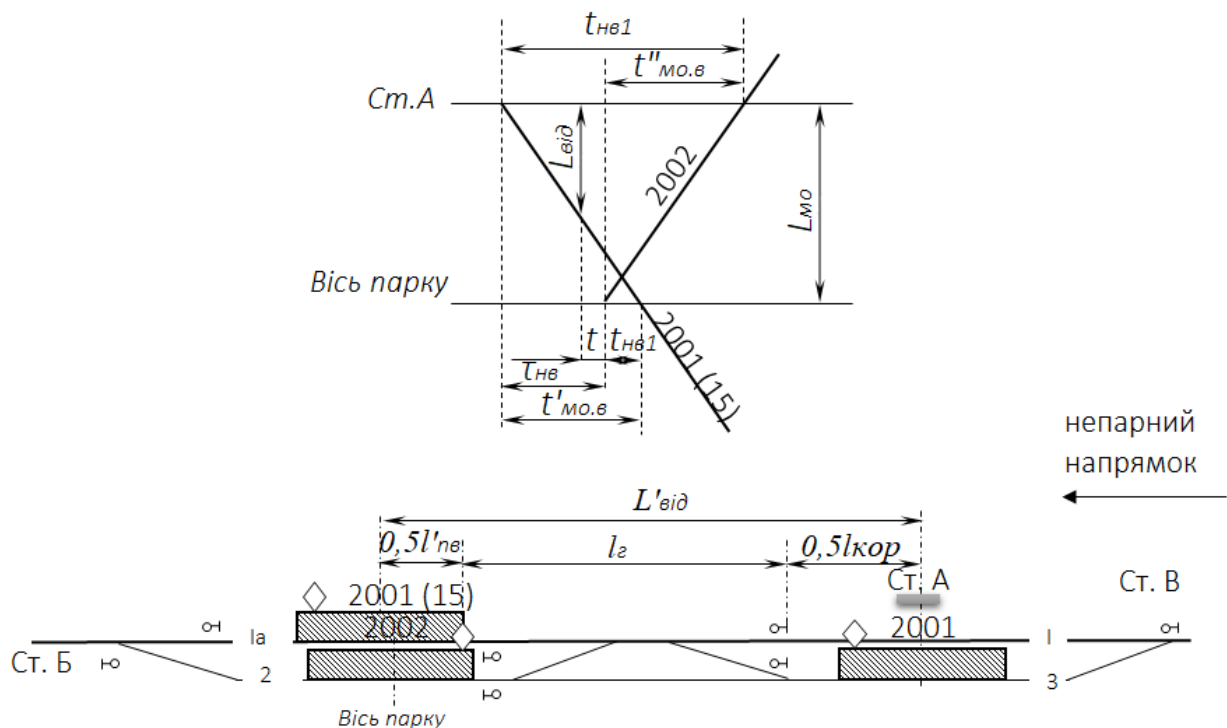


Рис. 3.15. Схема розташування поїздів при розрахунку інтервалів $\tau_{нв}$ для роздільних пунктів поздовжнього типу

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв			
			1	2	3
1	Проходження поїздом №2001(15) розрахункової відстані Lзв (Lвід)	2...3	█		
2	Контроль ДСП за звільненням відправленим поїздом №2001(15) останньої стрілки, яка буде входити до маршруту відправлення поїзда №2002(16)	0,2			█
3	Готування маршруту відправлення поїзда №2002(16)	0,15			█
4	Відкриття вихідного сигналу для поїзда №2002(16)	0,05			█
5	Сприйняття сигналу машиністом поїзда №2002(16) і приведення його у рух	0,2			█
Тривалість інтервалу		2,6...3,6	█		

Рис. 3.16. Розрахунковий графік для інтервалу $\tau_{нв}$

Інтервалом попутного прибуття поїздів I_{np} називають мінімальний час від моменту прибуття на роздільний пункт (проходження через роздільний пункт) іншого поїзда того самого напрямку руху.

Інтервал I_{np} визначають для випадків, наведених на рис. 3.17. На рис. 3.17 позначено: t – тривалість виконання технологічних операцій з приймання поїздів; L_{np} – відстань між центром поїзда № 2003(17), що приймається в момент підходу його до попереджувального сигналу, і розрахунковою віссю роздільного пункту приймання або пропускання цього поїзда. Схеми розташування поїздів при розрахунку I_{np} для роздільних пунктів поперечного типу подано на рис. 3.18, а розрахунок тривалості операцій – на рис. 3.19.

При достатній довжині приймально-відправних колій тривалість інтервалу I_{np} визначають за графіком (рис. 3.19), а розрахункову відстань – за формулою (3.4).

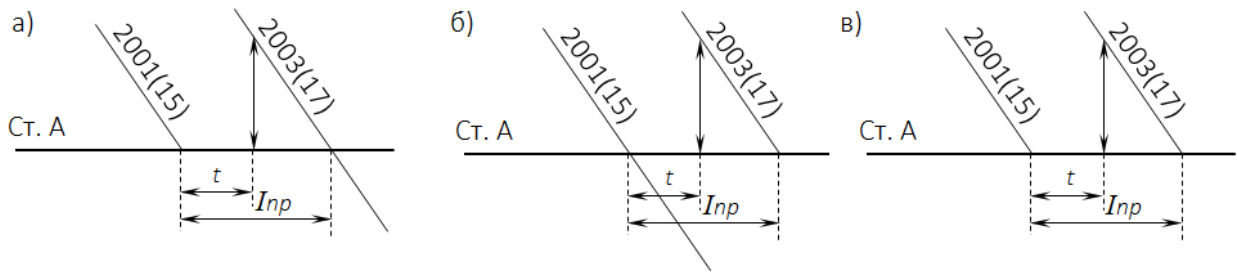


Рис. 3.17. Приклади інтервалів I_{np} :

а – приймання з зупинкою першого поїзда (пасажирського або вантажного) і проходження без зупинки другого поїзда;
 б – проходження без зупинки першого поїзда і приймання з зупинкою другого поїзда; в – приймання першого і другого поїздів із зупинкою

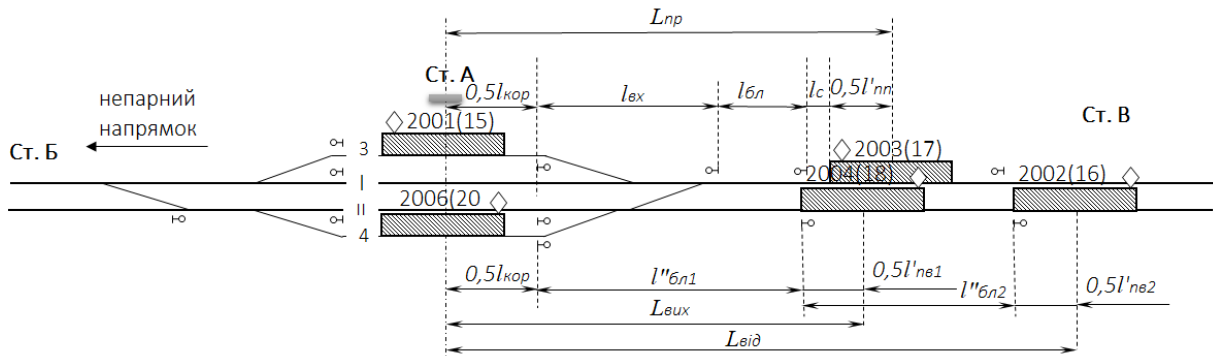


Рис. 3.18. Схема розташування поїздів при розрахунку I_{np} та $I_{від}$ для роздільних пунктів поперечного типу

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв				
			1	2	3	4
1	Контроль ДСП за прибуттям (проходженням) поїзда №2001	0,1				
2	Готування маршруту приймання (пропускання) поїзда №2003	0,15				
3	Відкриття вхідного (вхідного і вихідного) сигналу поїзду №2003	0,05				
4	Проходження поїздом №2003 розрахункової відстані L_{np}	3...4				
	Тривалість інтервалу	3,3...4,3				

Рис. 3.19. Розрахунковий графік для інтервалу I_{np}

Крім двоколійних (або багатоколійних) ліній, інтервали I_{np} визначають для одноколійних ліній у разі застосування частково-пакетного графіка.

Інтервалом попутного відправлення поїздів $I_{від}$ називають мінімальний час від моменту відправлення з роздільного пункту (проходження через роздільний пункт) одного поїзда до моменту відправлення (проходження через роздільний пункт) іншого поїзда того самого напрямку руху.

Інтервал $I_{від}$ визначають у випадках, наведених на рис. 3.20.

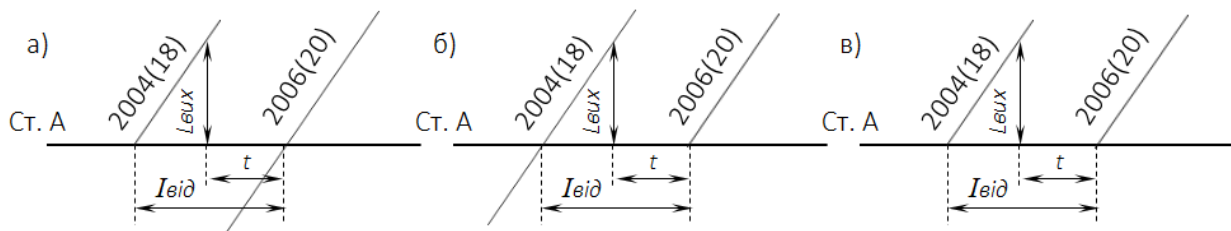


Рис. 3.20. Визначення інтервалів попутного відправлення поїздів $I_{від}$:

- а – відправлення після зупинки першого поїзда (пасажирського або вантажного) і проходження без зупинки другого поїзда;
- б – проходження без зупинки першого поїзда і відправлення після зупинки другого поїзда;
- в – відправлення першого і другого поїздів після зупинки

Крім двоколійних (або багатоколійних) ліній, інтервали $I_{від}$ визначають для одноколійних ліній у разі застосування частково-пакетного графіка.

На роздільних пунктах поперечного типу розрахункова відстань при відправленні вантажного поїзда за вантажним або пасажирським визначають за формулою

$$L_{вих} = 0,5l_{кор} + l_{бл} + 0,5l_{нел}, \quad (3.11)$$

де $l_{кор}$ – корисна довжина приймально-відправної колії відправлення поїзда, м;

$l_{бл}$ – довжина блок-ділянки між вихідним і наступним за ним світлофором, м;

$l_{нел}$ – довжина поїзда, який відправляється першим, м.

Розрахунковий графік для інтервалу $I_{від}$ наведено на рис. 3.21.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв									
			1	2	3	4	5	6	7		
1	Проходження поїздом №2004(18) розрахункової відстані $L_{від}$	2...3	█								
2	Контроль ДСП за звільненням поїздом №2004(18) останньої вихідної стрілки	0,2			█						
3	Готування маршруту відправлення поїзда №2006(20), якщо воно можливе до відкриття вихідного сугналу	0,15			█						
4	Проїходження поїздом №2004(18) відстані $L_{вих}$	3...7			█						
	Відкриття вихідного сигналу поїзду №2006(20)	0,05								█	
5	Сприйняття сигналу машиністом і приведення поїзда №2006(20) у рух	0,2									█
Тривалість інтервалу		3,25...7,25	█								

Рис. 3.21. Розрахунковий графік для інтервалу $I_{від}$

При відправленні пасажирського поїзда за вантажним або пасажирським мають бути вільними не менше двох блок-ділянок, розрахункова відстань у таких випадках визначається за формулою

$$L'_{вих} = 0,5l_{кор} + l_{бл1} + l_{бл2} + 0,5l_{нв1}, \quad (3.12)$$

де $l_{бл2}$ – довжина другої блок-ділянки (у послідовності зайняття відправленим поїздом), м.

Відстань $L_{від}$, яку проходить відправлений поїзд до звільнення ним останньої стрілки в маршруті відправлення або до ізолюючого стику, визначають за формулою (3.5).

Інтервалом попутного прямування τ_n називають мінімальний час від моменту прибуття першого поїзда на роздільний пункт (проходження через роздільний пункт), розташований попереду, до моменту відправлення другого поїзда того самого напрямку з даного роздільного пункту (проходження

через даний роздільний пункт) на перегін, який звільнився. Інтервал τ_n визначають для випадків, наведених на рис. 3.22.

Проміжок часу по розрахунковій осі першого роздільного пункту (Ст. А) між моментами суміщення з нею центрів поїздів першого (№ 2001 або № 15) і другого (№ 2003 або № 17) визначається за формулою

$$t_{na} = t'_{mc1} + \tau_n, \quad (3.13)$$

де t'_{mc1} – час проходження першим поїздом відстані l_{mc} між розрахунковими осями першого (Ст. А) і другого (Ст. В) роздільних пунктів.

Крім двоколієних (або багатоколієних) ліній, інтервал τ_n визначають при використанні на одноколієних лініях непарного пакетного графіка.

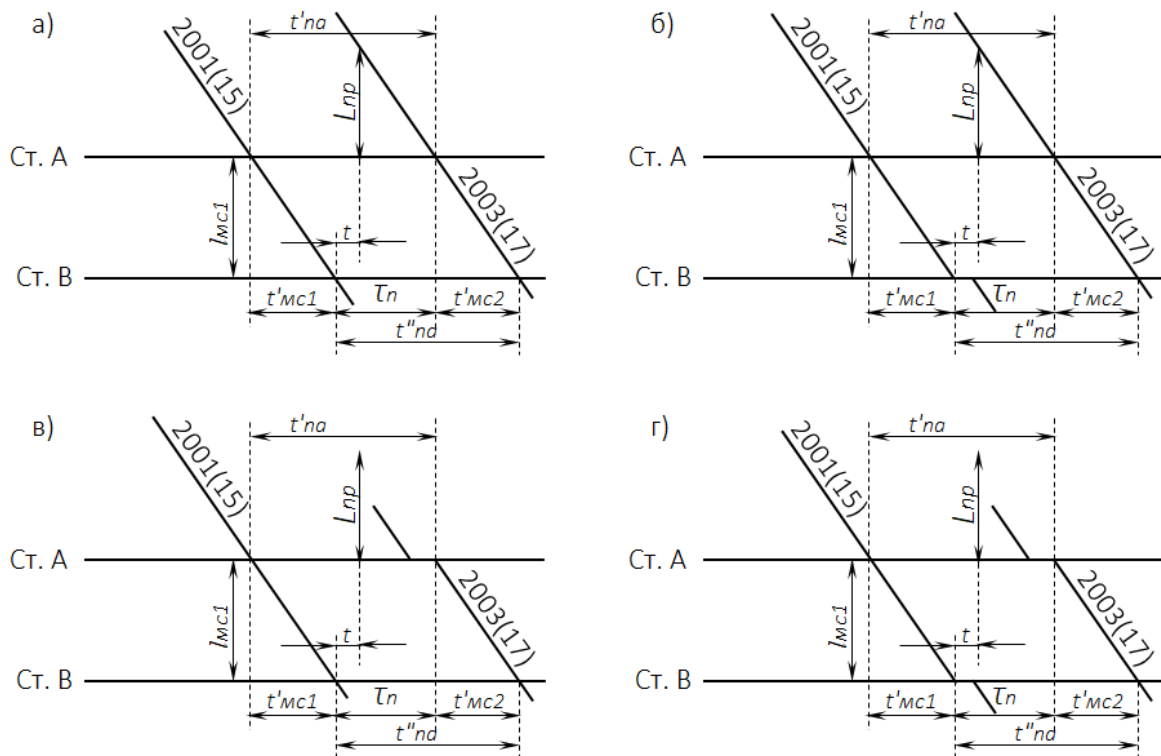


Рис. 3.22. Приклади інтервалів τ_n

Схеми розташування поїздів при розрахунку τ_n для роздільних пунктів поперечного типу подано на рис. 3.23.

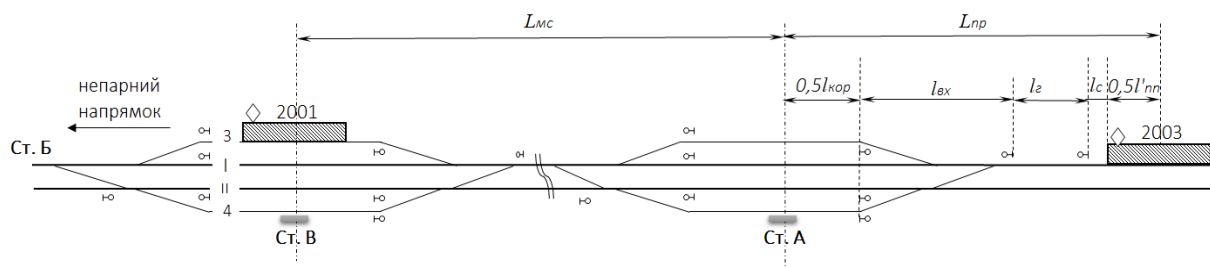


Рис. 3.23. Схема розташування поїздів при розрахунку τ_n для роздільних пунктів поперечного типу

Розрахункову тривалість операцій при визначенні інтервалу попутного прямування подано на рис. 3.24.

Номер операції	Операція	Нормативний час, хв				
			1	2	3	4
1	Контроль ДСП станції В за проходженням (прибуттям) поїзда №2001 або №15	0,2 (0,1)	■			
2	Подача блок-сигналу проходження (прибуття) поїзда №2001 або №15	0,1	■			
3	Переговори про рух поїздів між ДСП станцій А і В	0,2	■			
4	Одержання ДСП станції А блок-сигналу погодження	0,1	■			
5	Готування на станції А маршруту прямування поїзда №2003 або №17	0,15	■			
6	Відкриття вхідного і вихідного сигналів поїзду №2003 або №17	0,05	■			
7	Проходження поїздом №2003 або №17 розрахункової відстані	3...4		■	■	■
Тривалість інтервалу		3,85...4,85	■			

Рис. 3.24. Розрахунковий графік для інтервалу τ_n

Інтервал τ_n визначають так:

– на роздільних пунктах поперечного типу – відносно розрахункових осей сусідніх (першого і другого) роздільних пунктів;

– роздільних пунктах поздовжнього або напівпоздовжнього типу при врахуванні в графіка руху поїздів осей двох парків – відносно дальньої осі (ДВ) на виході з першого роздільного пункту і ближньої осі (БВ) на виході у другий роздільний пункт.

Інтервалом між поїздами на перегонах I називають мінімальний час, яким розмежують поїзди при їх прямуванні по перегонах так, щоб поїзд, який прямує другим у розрахунковій парі, не зменшував швидкості руху через несвоєчасне звільнення блок-ділянку першим поїздом, що прямує попереду. Для цього потрібно, щоб машиніст другого поїзда при наближенні до сингалу, який дозволяє вхід на блок-ділянку, бачив його на відстані, не меншій за довжину гальмівного шляху в положенні, що не потребує зниження швидкості.

Такий рух забезпечується розмежуванням двох поїздів розрахункової пари, які попутно прямують у пакеті, трьома суміжними блок-ділянками з їздою під зелений вогонь прохідних світлофорів. При цьому відстань між центрами поїздів розрахункової пари дорівнює

$$L_{pz} = 0,5l'_n + l_{\text{блI}} + l_{\text{блII}} + l_{\text{блIII}} + 0,5l'_n, \quad (3.14)$$

де l'_n , l''_n – довжина першого і другого поїздів відповідно розрахункової пари, м;

$l_{\text{блI}}$, $l_{\text{блII}}$, $l_{\text{блIII}}$ – довжина послідовних блок-ділянок у порядку їх займання другим поїздом розрахункової пари, м.

Розмежування поїздів розрахункової пари двома суміжними блок-ділянками з їздою під зелений на жовтий вогонь світлофорів застосовують у таких випадках:

- при відправленні поїзда зі станції після зупинки;
- на перегонах з крутими затяжними підйомами за неможливості забезпечення на них прямування поїздів з мінімальним інтервалом при розмежуванні трьома блок-ділянками;
- при наближенні поїзда до станції для зупинки.

Графічний розрахунок міжпоїзних інтервалів наведено на рис. 3.25.

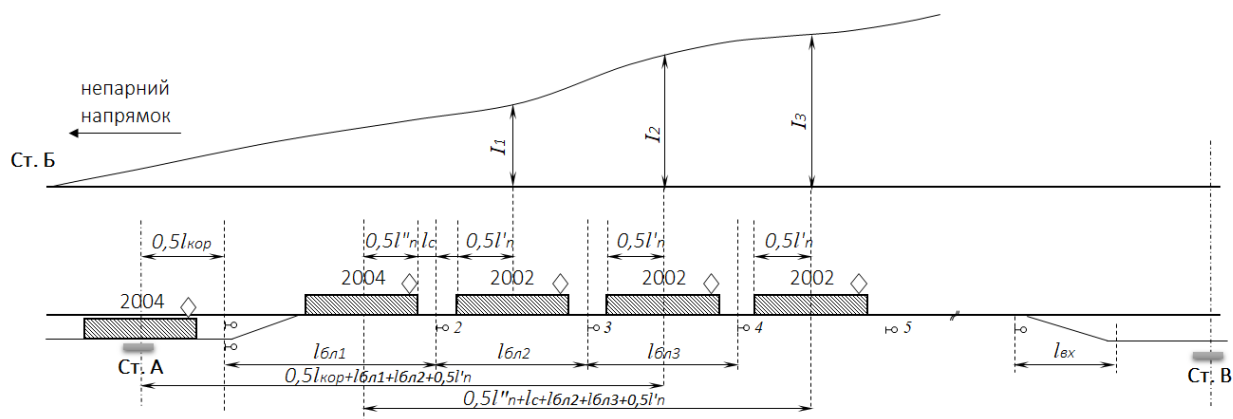


Рис. 3.25. Графічний розрахунок міжпоїзних інтервалів при автоблокуванні

Інтервал між поїздами у пакеті залежить від ходової швидкості і складає

$$I = \frac{0,06L_p}{v_x} + \sum t_D, \quad (3.15)$$

де L_p – розрахункова відстань, км;

v_x – середня ходова швидкість проходження розрахункової відстані, км/год;

$\sum t_D$ – додатковий час, необхідний для виконання операцій з підготування маршрутів поїздам на станціях і сприйняття машиністом зміни сигналу, хв.

Інтервал у пакеті за формулою (3.15) визначається лише в орієнтувальних або попередніх розрахунках. Як елемент графіка руху поїздів інтервал між поїздами в пакеті розраховують графічним способом за кривими часу ходу поїздів, одержуваних тяговими розрахунками.

При визначенні інтервалу графічним способом його розглядають як суму з часу ходу поїзда між розрахунковими положеннями t_p і часу виконання на станціях необхідних операцій з урахуванням часу сприйняття машиністом зміни показання сигналу $\sum t_D$.

Час проходження поїздом розрахункової відстані визначають за кривою часу ходу $t = f(s)$. На цій кривій по осі абсцис відзначають точки, відповідні розташуванню центрів

поїздів, що займають розрахункові положення при прямуванні їх у пакеті. Ці точки відмічають для всіх можливих розрахункових положень поїздів на дільниці. Різниця ординат точок, відповідних двом взаємопов'язаним розрахунковим положенням поїздів, визначає час проходження поїздом даної розрахункової відстані.

Інтервал у пакеті, який може бути реалізований на дільниці, визначають за найбільшим значенням суми, встановленої для всіх розрахункових положень поїздів на дільниці.

Інтервал у пакеті при напівавтоблокуванні (НАБ) (рис. 3.26) можливий при обладнанні на міжстанційному перегоні одного або більше блок-постів. Інтервал у пакеті визначається виходячи з розмежування попутних поїздів міжпостовим перегоном.

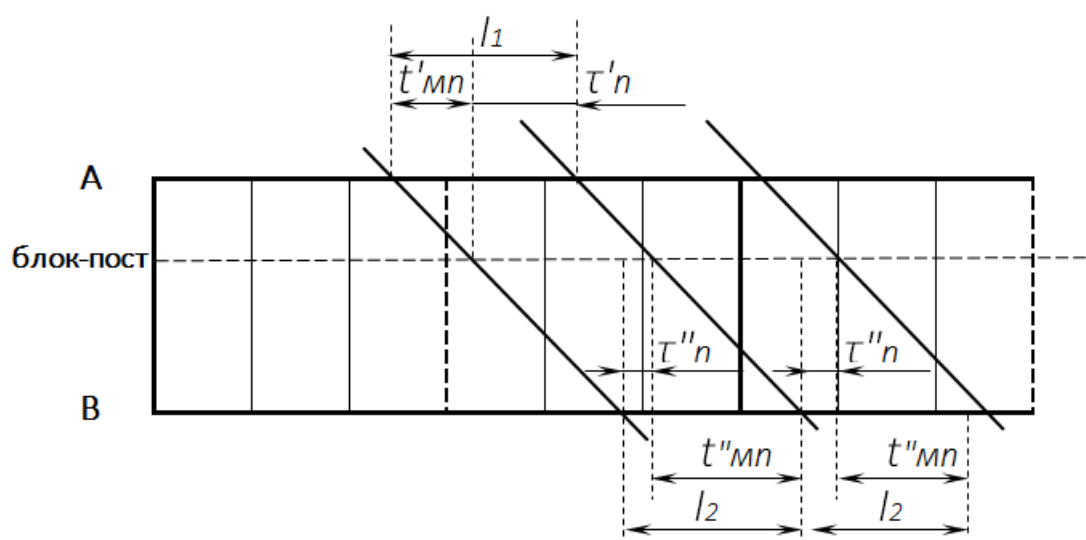


Рис. 3.26. Приклад інтервалу в пакеті на дільницях, обладнаних напівавтоблокуванням за наявності блок-постів

Для забезпечення проходження поїздів по перегону без зниження швидкості або їх зупинки перед прохідними сигналами (блок-постом) інтервал у пакеті встановлюється на основі аналізу руху поїздів у межах всього міжпостового перегону перед блок-постом:

- встановлюється інтервал у пакеті при проходженні попутних поїздів по кожному з міжпостових перегонів. Він складається з суми часу ходу по даному i -му міжпостовому перегону t_{mn_i} і станційного інтервалу попутного прямування τ_{n_i} та становить

$$I_i = t_{mn_i} + \tau_{n_i}; \quad (3.16)$$

- з усіх знайдених інтервалів у пакеті I_i за розрахунковий для складання графіка приймається максимальний.

Інтервали між поїздами для ліній з високошвидкісним рухом

Одним з найбільш важливих міжпоїзних інтервалів при визначенні пропускної спроможності високошвидкісних магістралей (ВСМ) є інтервал між поїздами, що попутно рухаються один за одним (англ. Minimum headway time). Визначення інтервалу змінюється залежно від використання, але частіше за все вимірюється від початку (голови) одного транспортного засобу до хвоста наступного за ним, яке виражається у вигляді часу, необхідного для транспортного засобу, який рухається позаду за умови нормального руху і безпечної зупинки. На рис. 3.27 подано схеми визначення розрахункової відстані для інтервалу між поїздами на перегонах з їздою на зелений – під зелений вогонь прохідних світлофорів (використовується на залізницях України) та інтервалу між поїздами на перегонах з їздою на зелений під жовтий вогонь прохідних світлофорів згідно з документами International union of railways (UIC).

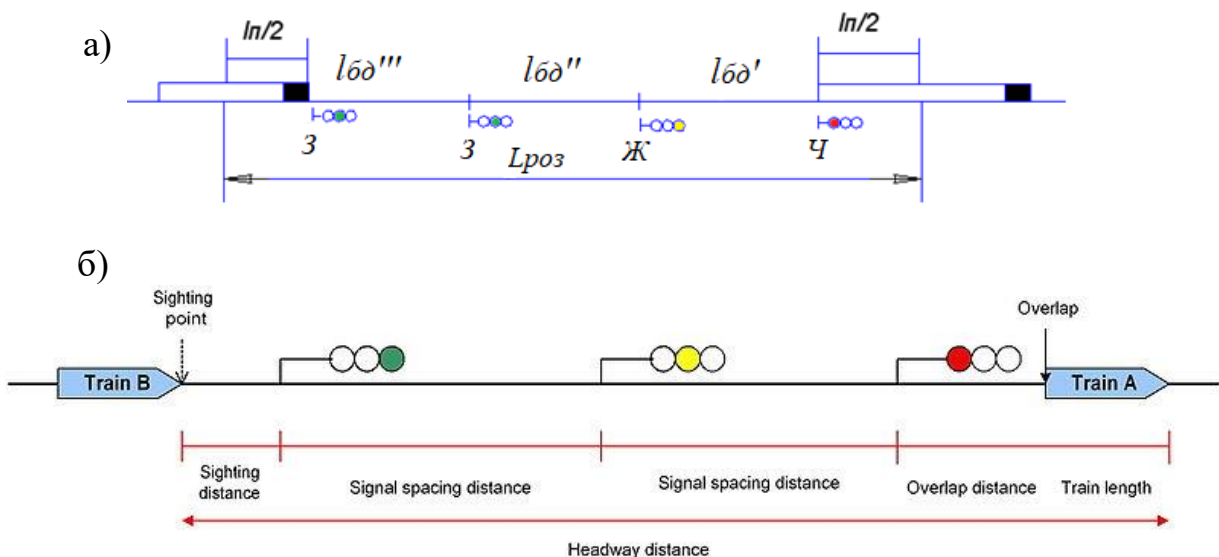


Рис. 3.27. Схема взаємного розташування двох попутних швидкісних поїздів на перегоні: а – згідно з інструкціями, що діють на залізницях України; б – згідно з документами UIC

Згідно з УІС в основі визначення мінімального інтервалу між поїздами на перегонах лежить модель блок-ділянки – часи (англ. Blocking-time model) [11]. Основний принцип даної моделі полягає в поділі перегону на блоки або блок-ділянки (англ. Block section), розмежовані світлофорами. На одній блок-ділянці може одночасно перебувати тільки один поїзд. Час руху поїзда через перегін розраховується на основі послідовного часу зайняття блок-ділянок. Час початку зайняття кожного блока залежить від системи сигналізації та принципів безпеки руху, використовуваних на даному перегоні. Зайняття блок-ділянки (block section) можна проілюструвати на часовій діаграмі зайняття блоків (англ. Blocking time diagram) (рис. 3.28).

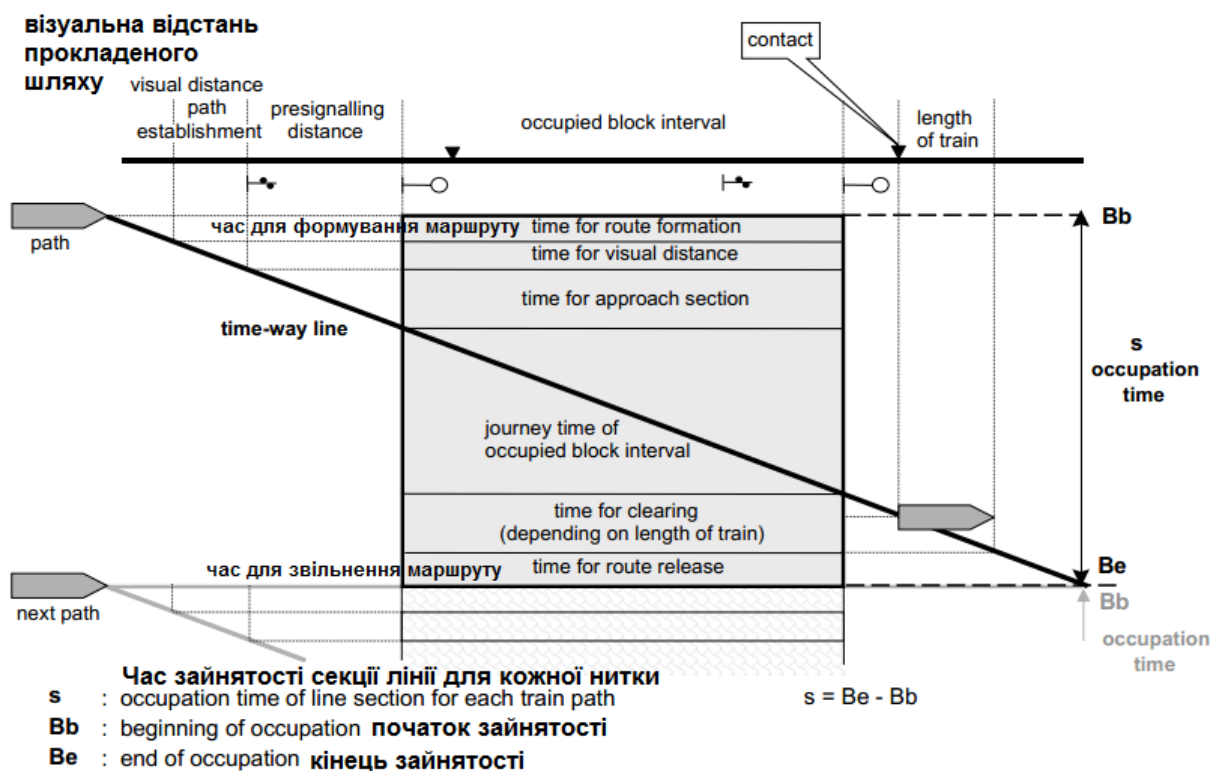


Рис. 3.28. Схематичне зображення часу зайняття однієї блок-ділянки

Час зайняття однієї блок-ділянки ($s = B_e - B_b$) більше, ніж фактичне (фізичне) зайняття блока. Наступні компоненти є елементами часу зайняття блок-ділянки:

– час перемикання для формування маршруту і випускання поїзда (англ. Switching times). Значення часу цього елемента залежить від системи блокування;

– час реакції для візуального сприйняття показання сигналу. Значенням для звичайних сигнальних систем є 0,2 хв (англ. Reaction time);

– час зближення для переміщення між віддаленим (повторюваним) сигналом і основним сигналом А (англ. Approaching time).

– час фізичного зайняття (англ. Physical occupation time);

– час для звільнення маршруту, необхідний для проходження основного сигналу В і хвоста поїзда до точки контролю на колії (залежно від довжини поїзда) (англ. Clearing time).

Мінімальним інтервалом між поїздами на перегонах (англ. The minimum headway time) є відстань у часі між двома поїздами, яка дозволяє прямувати поїзду без зниження швидкості і з можливістю зупинитися.

Міжпоїзний інтервал для всього перегону визначається на основі розрахунку схем взаємного розташування двох попутних швидкісних поїздів на блок-ділянках. Зі знайдених значень усіх схем зайняття блок-ділянок приймається найбільший інтервал. Цей інтервал є розрахунковим для всього перегону і має закладатися в графік руху поїздів.

Для визначення мінімального інтервалу між поїздами на часовій діаграмі зайняття блок-ділянок прокладаються нитки руху поїздів з урахуванням поєднання зайнятих блок-ділянок між собою. У такому випадку мінімальним інтервалом є час від початку моменту зайняття першої блок-ділянки першим поїздом до початку моменту зайняття першої блок-ділянки другим поїздом (рис. 3.29).

Підхід на основі моделі блок-ділянки полягає в адаптуванні до будь-якої системи сигналізації. Розглянемо порядок визначення мінімального інтервалу між поїздами на перегонах для системи ETCS різних рівнів [5-9].

3.2.3. Норми часу стоянок поїздів і локомотивів на станціях

До елементів графіка належать лише ті зупинки поїздів на станціях, які визнані необхідністю:

- виконання технічних операцій із складами поїздів і локомотивами (технічне обслуговування, комерційний огляд, екіпірування локомотивів, зміна локомотивної бригади);

- відчеплення-причеплення вагонів, навантаження-вивантаження вантажів і виконання маневрової роботи на проміжних станціях;
- виконання операцій, пов'язаних з перевезенням пасажирів.

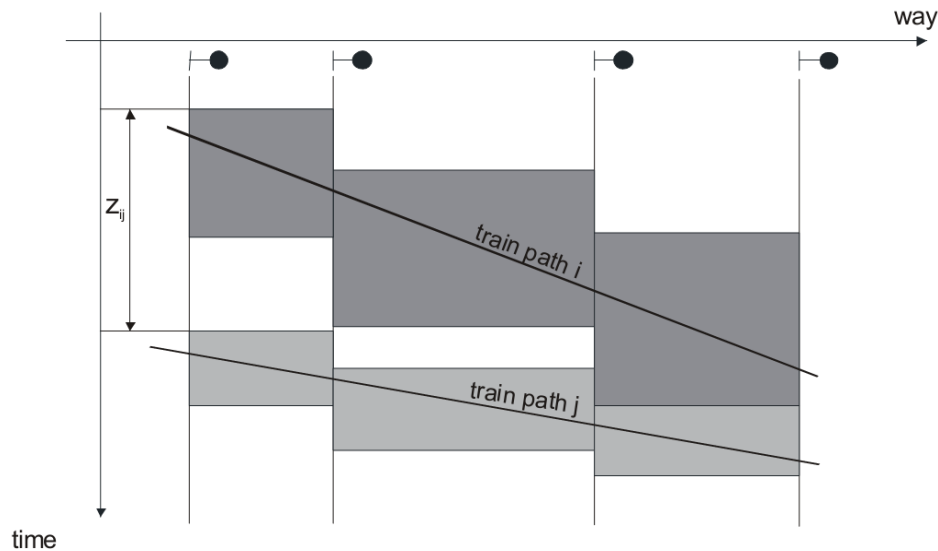


Рис. 3.29. Схематичне зображення міжпоїзного інтервалу при визначенні для всього перегону

Норми стоянок вантажних поїздів для виконання технічних операцій на технічних станціях встановлюють відповідно до діючого на даній станції технологічного процесу.

Стоянки пасажирських поїздів визначаються виходячи з часу, необхідного для посадки та висадки пасажирів, навантаження і вивантаження багажу та інших операцій з обслуговування пасажирського поїзда з урахуванням їх паралельного виконання.

Технологічні норми загального часу знаходження локомотива на станціях основного депо та в пункті обороту складаються з норм виконання технічних операцій з локомотивом на території депо, знаходження його на коліях прибуття, проходження в депо, прямування з депо на колії відправлення та простою состава до відправлення поїзда. Час знаходження локомотивів на станції залежить від часу виконання вказаних технічних операцій з поїздами, ув'язки графіка обороту локомотива з ГРП.

Контрольні питання до розділу 3

1. Які основні вихідні дані потрібні для складання ГРП?
2. Які підрозділи встановлюють кількість поїздів за категоріями, що мають бути нанесені на нормативний ГРП?
3. Як встановлюються норми ваги всіх категорій поїздів?
4. Від чого залежить норма довжини поїздів із навантажених, порожніх вагонів?
5. Які існують основні елементи ГРП?
6. Як визначають час руху по перегону та додатковий час?
7. Дайте визначення станційного та міжпоїзного інтервалу.
8. Які основні станційні інтервали використовують при побудові ГРП для одноколійних дільниць?
9. Від яких чинників залежить величина міжпоїзного інтервалу?
10. Як визначають норму стоянки поїздів і локомотивів на станціях?

Розділ 4

ОСНОВИ ПОНЯТЬ ПРО ПРОПУСКНУ ТА ПРОВІЗНУ СПРОМОЖНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

4.1. Пропускна спроможність залізничної інфраструктури

На залізничному транспорті України розрізняють такі види пропускної спроможності залізничних дільниць.

Наявна пропускна спроможність дільниці на перегонах – це максимальна кількість вантажних поїздів (пар поїздів) установленної маси і довжини, які можуть бути пропущені через цю дільницю за одиницю часу (доба, година) відповідно до її технічного оснащення і прийнятого способу організації руху поїздів. Спосіб організації руху характеризується типом графіка руху, що застосовується, відповідно до класифікації графіків.

Результативна наявна пропускна спроможність дільниці – найменша наявна пропускна спроможність окремої дільниці, що розраховується для окремих елементів інфраструктури дільниці.

Потрібна пропускна спроможність (розрахункова) — кількість поїздів, необхідна для виконання плану перевезень вантажів і пасажирів.

Пропускна спроможність встановлюється для дільниць залізничних ліній з однаковим технічним оснащенням, інтенсивністю вантажопотоку і розмірами пасажирського руху. Початковими і кінцевими пунктами таких дільниць є дільничні і сортувальні або вантажні станції, зонні станції приміських дільниць, а іноді проміжні станції зародження і погашення вантажопотоків, маршрутів з місць навантаження. За наявності в межах дільниці станцій, до яких примикають інші лінії (дільниці), розрахунок пропускної спроможності виконується окремо для відповідних частин розрахункової дільниці (до і після станцій примикання). Результативна наявна пропускна спроможність залізничних ліній або напрямків у цілому визначається на основі результативної пропускної спроможності дільниць. Для прикладу на рис. 4.1 наведено зведену діаграму пропускної спроможності дільниць на залізничній лінії або напрямку.

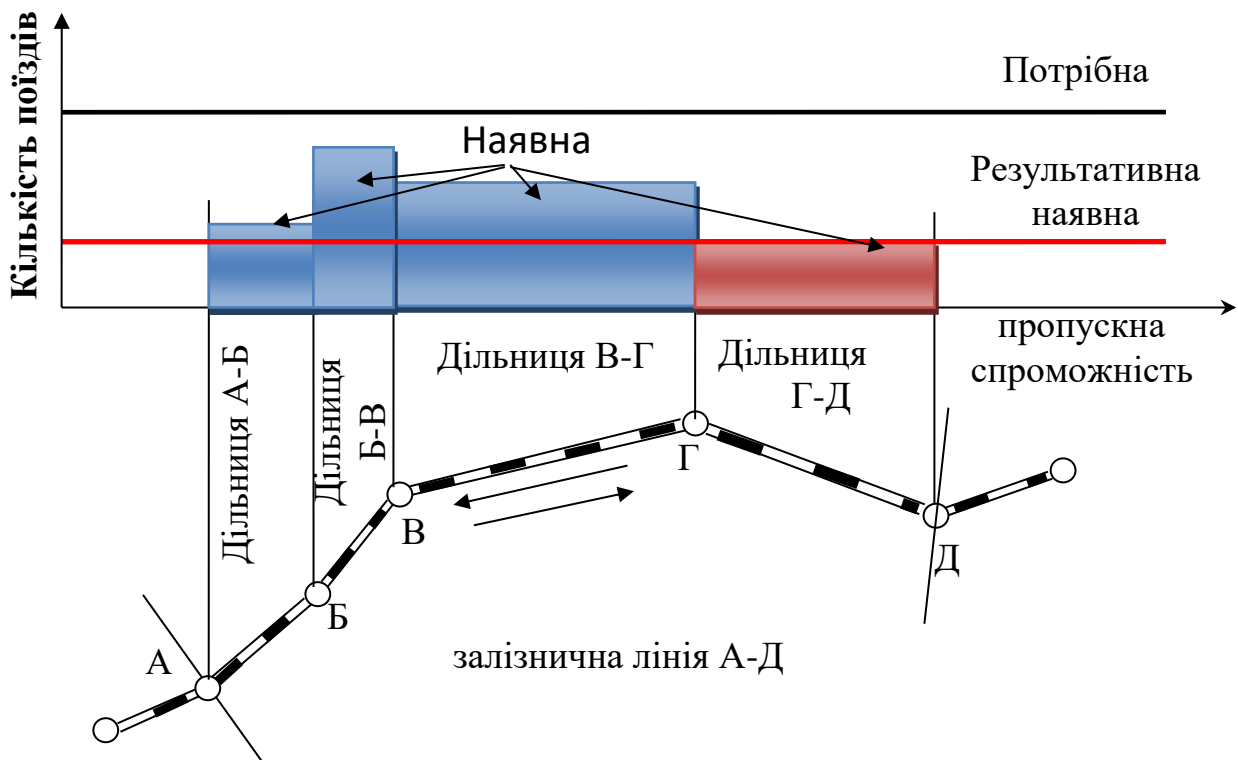


Рис. 4.1. Діаграма пропускної спроможності дільниць залізничної лінії (напрямку)

Для оцінювання пропускної спроможності дільниць (споруд і пристроїв) існує поняття **розрахункового рівня використання наявної пропускної спроможності**, який визначається за допомогою розрахункового коефіцієнта використання пропускної спроможності, що розраховується діленням кількості приведених поїздів на наявну пропускну спроможність відповідного пристрою. Для підрахунку даного коефіцієнта приймаються середні розміри вантажного і пасажирського руху за місяць максимальних перевезень. Окрім розрахункового, визначено поняття допустимого коефіцієнта використання пропускної спроможності, що встановлюється нормативно; порівняння таких коефіцієнтів дозволяє аналізувати ступінь завантаженості дільниці.

Історичний розвиток залізниць на пострадянському просторі призвів до зменшення значення графіка руху поїздів в експлуатаційній роботі і відсутності обмежень щодо завантаження залізничних дільниць, а за таких принципів організації перевезень не приділялось значної уваги розумінню раціональної межі використання пропускної спроможності. Крім

того, дані щодо пропускної спроможності віднесені до Зводу відомостей, що становлять державну таємницю, а отже, їх використання в поточній експлуатаційній роботі є обмеженим. У ринкових умовах існуючий стан є неприйнятним і вимагає зміни ситуації та деталізації досліджень щодо визначення пропускної спроможності залізничної інфраструктури.

Для розширення понять з визначення пропускної спроможності необхідним є проведення аналізу закордонного досвіду, зокрема залізниць з «європейською» моделлю ринку перевезень. Відповідно до Директиви 2001/14/ЄС під «пропускною спроможністю інфраструктури» розуміється потенціал планування маршрутів у розкладі руху поїздів, потрібний для того або іншого елемента інфраструктури на певний період. Крім того, юридично прописана необхідність проведення аналізу пропускної спроможності при розподілі пропускної спроможності в опублікованому документі – Повідомлення залізничної мережі (англ. Network Statement), у якому вказується пропускна спроможність кожної залізничної дільниці. У випадку нестачі пропускної спроможності існує можливість визнання дільниці «перевантаженою» (розуміється дільниця інфраструктури, у межах якої попит на пропускну спроможність інфраструктури не може бути цілком задоволений протягом певного періоду часу, навіть після узгодження різних заявок на виділення пропускної спроможності). За таких умов організації перевезень набули широкого розповсюдження різні способи розрахунку пропускної спроможності. Існує значна база щодо визначення понять «пропускна спроможність». Отже, як правило, розрізняють такі визначення понять пропускної спроможності.

Теоретична пропускна спроможність (англ. Theoretical Capacity, TC) – це кількість поїздів, які могли б прямувати через дільницю протягом певного інтервалу часу за умови повністю впорядкованого графіка руху (паралельний з однаковим часом ходу поїздів). Це верхня межа пропускної спроможності лінії, а її спосіб розрахунку є нескладним і базується на аналітичних обчисленнях. При розрахунку теоретичної пропускної спроможності не враховуються резерви, ігноруються наслідки змін у русі і збої, які відбуваються в реальності при прямуванні поїздів по дільниці.

Практична пропускна спроможність (англ. Practical Capacity, PC) – це практична межа «типового» обсягу поїздопотоків, який може бути пропущений через дільницю за умови прийнятного рівня надійності. Відображує реальну послідовність прямування поїздів різних категорій, їх пріоритети і враховує резерв. Якщо теоретична пропускна спроможність являє собою верхню теоретичну межу, то практична – пропускну спроможність, що реально може бути реалізована.

Використана пропускна спроможність (англ. Used Capacity, UC) – це фактичний обсяг поїздопотоків, що пропускається через лінію. Пропускна спроможність, що використовується, відображує фактичний потік поїздів і операції, які відбуваються на лінії. Вона, як правило, нижча за практичну пропускну спроможність.

Доступна пропускна спроможність (англ. Available Capacity, AC) – це різниця між використаною пропускною спроможністю і практичною. Вона характеризує додаткову кількість поїздів, яка може бути пропущена через дільницю. Якщо доступна пропускна спроможність не буде використана, то її вважають втраченою (невикористаною).

Якщо порівняти поняття наведені вище зі стандарту UIC 406 з існуючими визначеннями на залізницях України, одразу можна знайти відмінності між ними.

Визначення наявної пропускної спроможності дільниці на перегоні більше наближене до поняття так званої теоретичної пропускної спроможності, так само розрахунки ведуться для паралельного графіка без обліку резервів. Однак при розрахунку в аналітичних формулах враховується надійність постійних технічних пристроїв інфраструктури (колії, пристроїв СЦБ і зв'язку, електропостачання) і рухомого складу (локомотиви, вагони), а отже, і можливі ймовірні відмови в їхній роботі в процесі експлуатації.

Беручи до уваги визначення практичної пропускної спроможності та присутність встановленого рівня надійності в розрахунках наявної пропускної спроможності, не можна стверджувати про їх наближеність. Коефіцієнт надійності в розрахунках наявної пропускної спроможності належить до надійності пристроїв і рухомого складу, тоді як при визначенні

практичної пропускної спроможності розуміється надійність виконання графіка – виробничий показник. Найближчим аналогом поняття є так звана *експлуатаційна надійність* (англ. *service reliability*), використовувана в роботах П. С. Грунтова, А. Д. Каретнікова, Н. А. Воробйова тощо. Різницю в значеннях різних видів надійності можна побачити, порівнюючи їхні коефіцієнти. Так, технічну надійність подано у вигляді нормативного коефіцієнта надійності, який набуває значення від 0,9 до 0,96 залежно від виду тяги і кількості головних колій на перегоні. Тоді як відповідно до досліджень практична пропускна спроможність, яка враховує надійність виконання графіка руху та залежить від типу лінії і рівня використання пропускної спроможності, складає близько 60–75 % теоретичної, заздалегідь визначеної.

Відповідно до наведених вище порівнянь стає зрозумілою важливість поняття практичної пропускної спроможності в умовах продажу ниток графіка, оскільки вона дозволяє описати можливості інфраструктури, системи організації руху для пропускання встановленої кількості поїздів у межах очікуваного рівня обслуговування (сервісу). За таких умов важливою властивістю залізничної системи є *надійність* – здатність системи (або компонента) виконувати необхідні функції відповідно до прийнятих умов протягом певного періоду часу (IEEE 1990). Залізнична система є надійною, коли поїзди рухаються за встановленим графіком руху більшу частину часу. Залежність між теоретичною, практичною пропускними спроможностями та надійністю описується експоненціальною кривою (рис. 4.2).

Разом поряд з надійністю слід розглянути поняття, які характеризують рівень якості виконання графікової технології. Одним з основних показників, який використовується в аналізі виконання ГРП, є *пунктуальність* (англ. *punctuality*) – відсоток поїздів, що прибувають у межах певного відхилення від планованого часу прибуття або відправлення. Беручи до уваги, що в основі взаємодії компаній, що управляють інфраструктурою та компаніями-перевізниками, лежать контракти на виконання нормативного розкладу прямування поїздів, даний показник дозволяє оцінити розмір штрафних санкцій за невиконання ГРП, а отже, є важливим критерієм оцінювання якості роботи

залізничної системи. Показник пунктуальності ГРП за звітний період публікується на сайтах компаній для доказу ефективності своєї роботи.

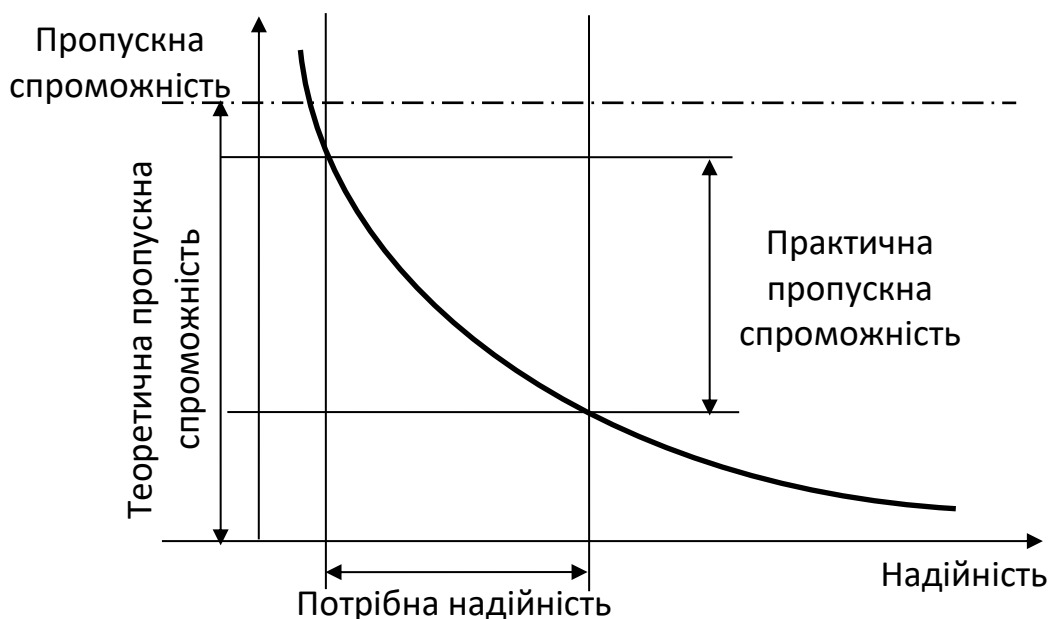


Рис. 4.2. Залежність між теоретичною та практичною пропускними спроможностями та надійністю

Встановлений рівень пунктуальності ГРП впливає на пропускну спроможність дільниці. Залежність між пунктуальністю і пропускною спроможністю наведена на рис. 4.3.

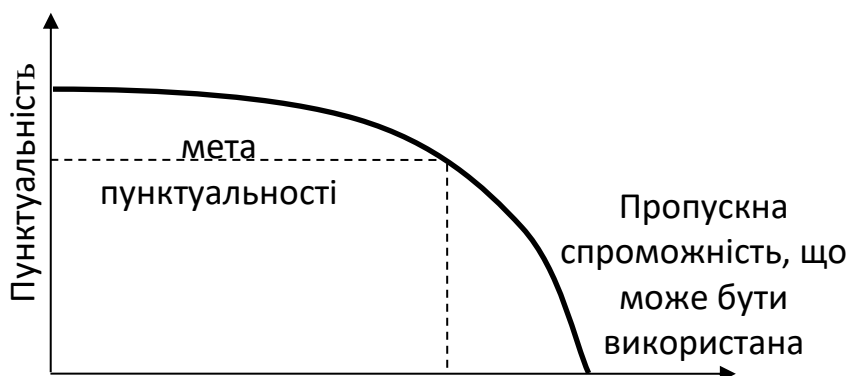


Рис. 4.3. Залежність між пунктуальністю і пропускною спроможністю, що може бути використана

4.2. Загальні принципи розрахунку наявної пропускної спроможності одноколійних і двоколійних дільниць. Період графіка

Враховуючи, що залізнична мережа України характеризується змішаним рухом поїздів з переважаючим вантажним рухом, то зазвичай наявна пропускна спроможність вимірюється у вантажних поїздах. Якщо колії в основному спеціалізовано для пасажирського (приміського) руху, то наявна пропускна спроможність вимірюється в пасажирських поїздах. Визначається така пропускна спроможність для паралельного графіка руху поїздів.

Результативну наявну пропускну спроможність дільниці розраховують на основі наявної пропускної спроможності таких елементів:

- за перегонами;
- станціями;
- пристроями електропостачання електрифікованих ліній;
- деповськими та екіпірувальними пристроями локомотивного господарства;
- іншими пристроями залізничного господарства, для яких перевіряється ступінь забезпечення цими пристроями розрахункової результативної пропускної спроможності.

Згідно з діючою Інструкцією з розрахунку пропускної спроможності залізниць України (ЦД-0036) [5] в основі існуючого підходу розрахунку наявної пропускної спроможності залізничної інфраструктури закладено принцип розрахунку на основі обмежуючого перегону, тобто в розрізі дільниці. У подальшому викладено методика розрахунку пропускної спроможності дільниць за перегонами. Порядок розрахунку пропускної спроможності за іншими елементами вивчається в інших дисциплінах.

Перегони дільниці можуть мати різну пропускну спроможність, тому для визначення наявної пропускної спроможності дільниці за перегонами необхідно попередньо встановити перегін з найменшою пропускною спроможністю, який називають обмежуючим, розрахувати його пропускну спроможність і визначити тим самим пропускну спроможність дільниці в цілому.

Пропускна спроможність перегону залежить від кількості головних колій, типу графіка, перегінних часів ходу, засобів сигналізації та зв'язку з руху поїздів, станційних інтервалів, міжпоїзних інтервалів, а також колійного розвитку роздільних пунктів та особливих умов організації руху поїздів (підштовхування або подвійна тяга поїздів, обслуговування примикань на перегоні, порядок проходження по сплетінню колій, перегонах з одноколійними мостами на двоколійних дільницях та ін.). Пропускна спроможність перегону в загальному вигляді визначається за виразом

$$N = \frac{T_{\text{доб}}}{T}, \quad (4.1)$$

де $T_{\text{доб}}$ – час протягом доби, використовуваний для руху поїздів на перегоні, хв. З урахуванням технологічного вікна $t_{\text{техн}}$ і коефіцієнта надійності технічних засобів $\alpha_{\text{над}}$ бюджет часу для руху поїздів визначається за виразом $T_{\text{доб}} = (1440 - t_{\text{техн}}) \cdot \alpha_{\text{над}}$, а без урахування цих чинників – 1440 хв;

T – тривалість зайняття перегону (період графіка), що віднесений на рух однієї пари поїздів або поїзда одного напрямку руху, хв.

Розрахунковим елементом для визначення наявної пропускної спроможності перегонів є період графіка T . **Періодом графіка** називається час зайняття перегону характерною для даного типу графіка групою поїздів, розташування яких на графіку повторюється.

Порядок розрахунку наявної пропускної спроможності для одноколійних і двоколійних перегонів відрізняється.

4.2.1. Розрахунок пропускної спроможності одноколійних перегонів при парному непакетному паралельному графіку

Наявну пропускну спроможність для одноколійної дільниці з напівавтоматичним блокуванням розраховують за формулою

$$N_n = \frac{(1440 - t_{\text{техн}}) \cdot \alpha_{\text{над}}}{T_{\text{пер}}}, \quad (4.2)$$

де $t_{техн}$ – тривалість технологічного «вікна», хв. **Технологічне «вікно»** – це вільний від пропускання поїздів проміжок часу, який надається в графіка руху та необхідний для виконання робіт з поточного утримання та ремонту пристроїв колії, контактної мережі, сигналізації, централізації і блокування. Тривалість технологічного «вікна» залежить від типу застосовуваних машин і механізмів, а також від прийнятої технології робіт. Тривалість технологічного «вікна» в розрахунках наявної пропускнуої спроможності приймається для одноколійних дільниць 60 хв, а для одноколійно-двоколійних дільниць зі вставками для беззупинкового схрещення поїздів 120 хв;

$\alpha_{над}$ – коефіцієнт надійності технічних засобів (табл. 4.1);

$T_{пер}$ – період графіка, хв.

Таблиця 4.1

Коефіцієнти надійності технічних засобів

Період на графіку, хв	Значення $\alpha_{над}$ для одноколійної дільниці	Розрахунковий інтервал	Значення $\alpha_{над}$ для одноколійно-двоколійної/двоколійної дільниці
30	0,94	6	0,90/0,91
40	0,95	8	0,92/0,93
50	0,96	10	0,93/0,94

Примітка. У чисельнику – для тепловозної тяги, у знаменнику – для електровозної тяги.

Для одноколійної дільниці наявна пропускна спроможність розраховується на кожному перегоні при звичайному (парному непакетному) графіка для обох напрямків руху одразу і **вимірюється в парах поїздів з округленням одержаного результату до найближчого цілого значення в менший бік.**

Послідовність розрахунку така.

1. Визначається найважчий або максимальний перегін. **Максимальним називається перегін, сумарний час ходу по якому парних і непарних поїздів максимальний.**

2. Обирається оптимальна схема пропускання поїздів по максимальному перегону. Для цього необхідно порівняти схеми пропускання поїздів через максимальний перегін за величиною періоду графіка $T_{пер}$. Для порівняння величин періоду графіка використовуються чотири можливі схеми пропускання поїздів:

- а) поїзди прямують з ходу на обмежуючий перегін (рис. 4.4, а);
- б) поїзди прямують з ходу з обмежуючого перегону (рис. 4.4, б);
- в) парні поїзди прямують з ходу через обмежуючий перегін (рис. 4.4, в);
- г) непарні поїзди прямують з ходу через обмежуючий перегін (рис. 4.4, г).

Деталізацію схем на максимальному перегоні наведено на рис. 4.4.

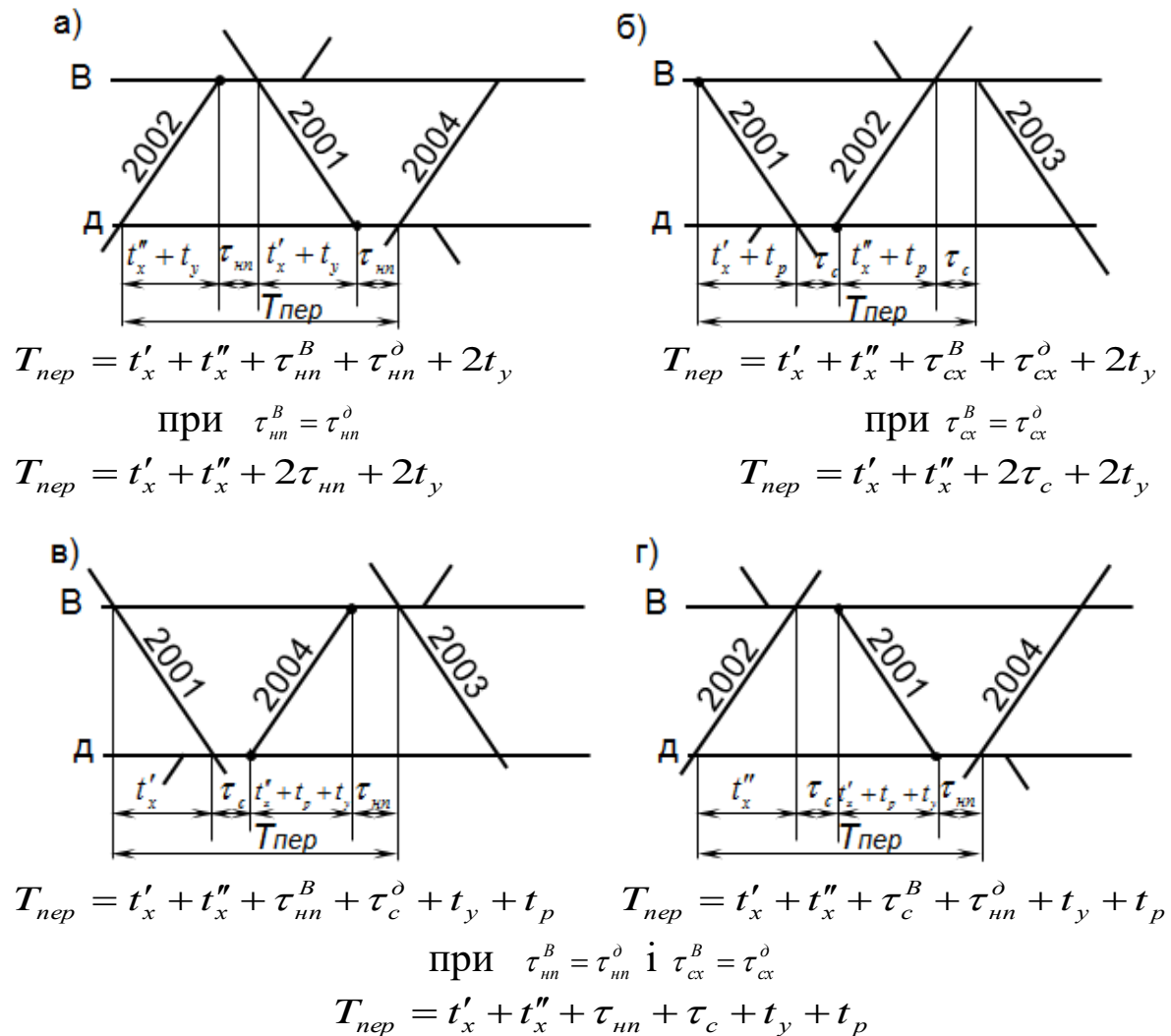


Рис. 4.4. Варіанти пропускання поїздів через роздільні пункти обмежуючого перегону

На рисунку прийнято такі позначення:

t'_x – час ходу в непарному напрямку;

t''_x – час ходу в парному напрямку;

τ_{nn} – інтервал неодночасного прибуття;

τ_{nn}^B – інтервал неодночасного прибуття по станції В;

τ_{nn}^D – інтервал неодночасного прибуття по станції Д;

τ_c – інтервал схрещення;

τ_c^B – інтервал схрещення по станції В;

τ_c^D – інтервал схрещення по станції Д;

t_p – час на розгін;

t_y – час на уповільнення.

За всіма схемами розраховується період графіка, мінімальне значення якого визначає оптимальну схему прокладання на графіку руху.

3. Складаються схеми пропускання поїздів за всіма перегонами, починаючи з найважчого за оптимальною схемою. Спочатку оптимальна схема викреслюється на найважчому перегоні, а від неї викреслюють пропускання поїздів по решті перегонів до технічних станцій, що обмежують дільницю (рис. 4.5).

Час ходу		Найменування РП		$T_{пер}$	N_n	$N_{ван}$
непарний	парний					
15	16	К		40	33	28
17	17	Л		40	33	28
16	17	М		43	30	25
20	21	Н		47	28	23
16	18	О		44	30	25
17	16	П		39	33	28
17	16	Р		42	31	26
		В				

Рис. 4.5. Схема пропускання поїздів за всіма перегонами та розрахунок наявної пропускнуєї спроможності кожного перегону дільниці

4. Для кожного перегону виділяється $T_{пер}$ і складові його елементи. Проводиться розрахунок пропускної спроможності відповідно до виразу (4.2), після чого на основі співставлення величин пропускних спроможностей перегонів визначається *обмежуючий перегін* – залізничний перегін, що має найменшу пропускну спроможність. Пропускна спроможність обмежуючого перегону визначає пропускну спроможність залізничної дільниці. Слід зазначити, що зазвичай обмежуючий перегін – це найважчий перегін напрямку.

Розрахунок пропускної спроможності на одноколіїному перегоні доцільно проводити за схемою, наведеною на рис. 4.6.



Рис. 4.6. Структура розрахунку наявної пропускної спроможності одноколіїного перегону

4.2.2. Розрахунок пропускної спроможності двоколіїних і багатокліїних перегонів при парному непакетному паралельному графіку

Періодом графіка на двоколіїному перегоні на дільниці з автоблокуванням є розрахунковий інтервал між поїздами в пакеті, а на дільниці, не обладнаній автоблокуванням (з

напівавтоматичним блокуванням), – сума часу руху через перегін одного поїзда і станційного інтервалу попутного прямування (рис. 4.7). Слід зазначити, що на двоколійних дільницях період графіка визначається для кожної колії окремо.

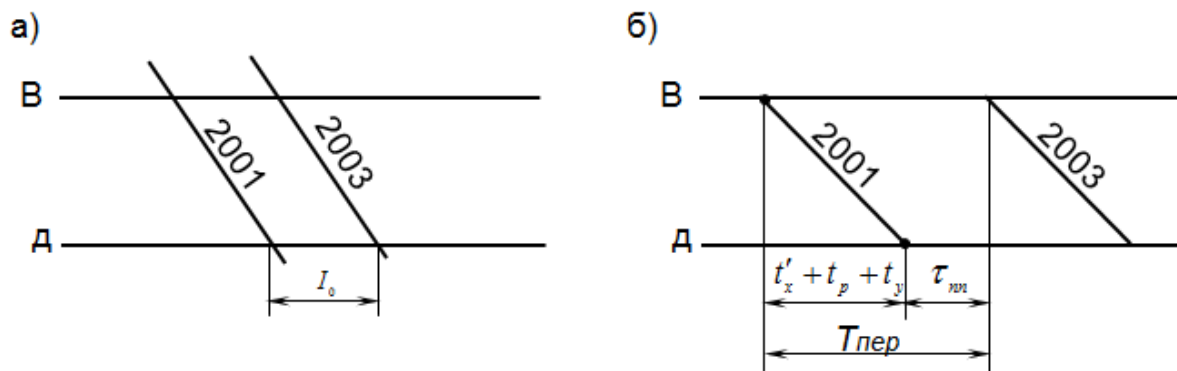


Рис. 4.7. Період графіка на двоколійному перегоні:
 а – на дільниці з автоблокуванням; б – на дільниці з
 напівавтоматичним блокуванням

Для двоколійної дільниці наявну пропускну спроможність визначають для кожного напрямку прямування окремо і вимірюють у кількості поїздів окремо непарного та парного напрямку. При цьому необхідним є визначення значення міжпоїздного інтервалу I , що розмежовує поїзди на перегоні залежно від діючої системи блокування. Розрахунок здійснюється за формулою

$$N_n^{дв} = \frac{(1440 - t_{техн}) \cdot \alpha_{над}}{I_0}, \quad (4.3)$$

де I_0 – міжпоїздний інтервал, хв (при автоблокуванні I_0 – розрахунковий інтервал між поїздами в пакеті, при НАБ – $I = T_{пер} = t_x + t_{mn}$, де t_{mn} – інтервал попутного прямування);

$t_{техн}$ – тривалість технологічного вікна, $t_{техн} = 60$ хв.

Пропускна спроможність багатоколійних дільниць визначається залежно від прийнятої системи організації руху поїздів по головних коліях. Існує кілька варіантів системи експлуатації триколійних дільниць, що розрізняються характером використання третьої головної колії.

При односторонньому русі поїздів по третій колії, коли дві колії використовуються для пропускання поїздів одного напрямку, а по третій прямують поїзди зворотного напрямку (рис. 4.8, а), наявна пропускна спроможність розраховується окремо для кожної головної колії у вантажних поїздах за формулою (4.3) для двоколійних перегонів. У цьому випадку підсумкова наявна пропускна спроможність напрямку з двома головними коліями визначається як сума пропускних спроможностей кожної з головних колій.

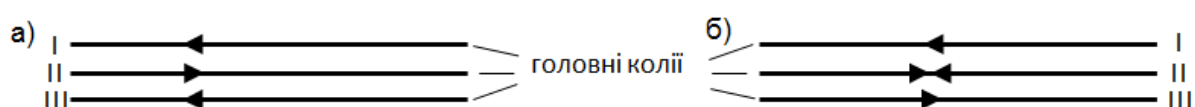


Рис. 4.8. Схеми системи експлуатації триколійних ділянок:
 а – дві колії використовуються для пропускання поїздів одного напрямку (I та III головні), а по третій (II головна) прямують поїзди зворотного напрямку; б – використання третьої колії (II головна) для двостороннього пропускання поїздів

При використанні третьої колії для двостороннього пропускання поїздів (рис. 4.8, б) його наявна пропускна спроможність визначається за формулою (4.2) для одноколійних перегонів залежно від прийнятого типу графіка (непакетного, частково-пакетного, пакетного) і співвідношення розмірів руху в парному і непарному напрямках. У цьому випадку підсумкова пропускна спроможність кожного з напрямків розраховується як сума пропускної спроможності головної колії, спеціалізованої для розглянутого напрямку, і пропускної спроможності третьої колії в цьому напрямку.

Спеціалізація колій чотириколійних перегонів передбачає правосторонній рух по двох парах двоколійних колій (рис. 4.9). При такій спеціалізації I та III колії використовуються для руху в непарному напрямку, а II та IV колії – для руху в парному напрямку.

Наявна пропускна спроможність чотириколійного перегону дорівнює сумі пропускної спроможності двоколійних перегонів.

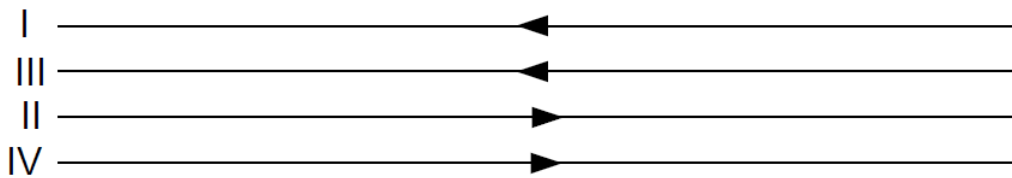


Рис. 4.9. Схема системи експлуатації чотириколіїних перегонів

4.2.3. Розрахунок пропускної спроможності перегонів для різних типів графіків

Окрім стандартних підходів до розрахунку наявної пропускної спроможності перегонів, розрізняють для одноколіїних перегонів розрахунки залежно від прийнятого типу графіка (непакетного, частково-пакетного, пакетного) і співвідношення розмірів руху в парному і непарному напрямках (непарні). З деталями порядку розрахунків можна ознайомитись в Інструкції з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України, що затверджена наказом АТ «Укрзалізниця» від 14 березня 2001 р. № 143/Ц (ЦД-0036) [5].

4.2.4. Розрахунок наявної пропускної спроможності дільниць для непаралельного графіка руху поїздів

Практично на всіх залізничних дільницях обертаються поїзди різних категорій, а саме пасажирські з різними швидкостями прямування, приміські, прискорені вантажні та вантажні. Тому необхідно проводити розподіл пропускної спроможності за видами руху. При цьому розміри пасажирського руху приймаються як задані.

Приведення до єдиного виміру при використанні пропускної спроможності перегонів поїздами різних категорій здійснюється за допомогою коефіцієнта знімання пропускної спроможності, який оцінює вплив пропускання поїздів зі швидкостями проходження, відмінними від швидкості руху поїздів основної категорії (як правило, звичайні вантажні поїзди), за якою визначається наявна пропускна спроможність.

Отже, розрахунок пропускної спроможності дільниці при непаралельному графіка руху зводиться до визначення кількості

вантажних поїздів, які можуть бути пропущені при заданій кількості пасажирських, приміських та інших категорій поїздів, що за швидкістю відрізняються від розрахункових.

Методика розрахунку пропускної спроможності непаралельного графіка передбачає таку послідовність:

1. Визначається наявна пропускна спроможність ділянки для паралельного графіка руху $N_n^{парал}$ (п. 4.2.1, 4.2.2).

2. Розраховуються коефіцієнти знімання ε_i , де i – категорії поїздів, що за швидкістю відрізняються від розрахункових (пасажирські поїзди різних категорій, приміські, прискорені вантажні, збірні поїзди).

3. Розраховується пропускна спроможність ділянки при непаралельному графіку руху за виразом

$$N_n^{непарал} = N_n^{парал} - \sum_i \varepsilon_i N_i, \quad (4.4)$$

де N_i – кількість поїздів категорії i , поїзд.

4.2.5. Розрахунок потрібної пропускної спроможності діляниць

На етапі побудови графіка руху поїздів важливо перевіряти умову відповідності існуючої наявної пропускної спроможності ділянки кількості поїздів (пар поїздів), що необхідно реалізувати на заданій ділянці – потрібній пропускній спроможності ділянки, яку можна визначити за виразом [7]

$$N_{потр} = \frac{1}{\gamma \alpha_{над} (1 - t_{техн} / 1440)} \left[N_{ван} + \sum_i \varepsilon_i N_i \right], \quad (4.5)$$

де γ – припустимий коефіцієнт використання пропускної спроможності для компенсації внутрішньодобових коливань розмірів руху;

$\alpha_{над} (1 - t_{техн} / 1440)$ – час на виконання технологічних операцій з утримання і планового ремонту споруд і пристроїв;

ε_i – коефіцієнти знімання категорії поїздів i ;

$N_{ван}$ – кількість вантажних поїздів, що потрібно прокласти у ГРП згідно з ПФП, пар поїздів або поїздів розрахункового напрямку;

N_i – кількість поїздів категорії i , що за швидкістю відрізняються від розрахункових, пар поїздів або поїздів розрахункового напрямку.

При розрахунках пропускної спроможності дільниць з метою побудови або оптимізації графіка руху поїздів (ГРП) визначають наявну і потрібну пропускну спроможність кожної дільниці і порівнюють їхні значення. Якщо наявна пропускну спроможність виявиться більше потрібної $N_n > N_{потр}$, то розраховані розміри руху можна прокласти на графіку. Якщо ж $N_n \leq N_{потр}$ – необхідно передбачити заходи щодо підсилення пропускної спроможності даної дільниці або розглянути заходи для перенаправлення частини поїздопотоків іншими паралельними напрямками.

4.3. Розрахунок провізної спроможності дільниць для непаралельного графіка руху поїздів

Провізною спроможністю залізничних дільниць, ліній і напрямків називається найбільша величина вантажопотоку (у мільйонах тонн), що може бути освоєна протягом року. Провізна спроможність ліній залежить від її пропускної спроможності, норм маси вантажних поїздів, структури поїздопотоків за категоріями поїздів і вантажопотоку за родами вантажів і виражає потужність ліній, використовувану для виконання вантажних перевезень при забезпеченні пропускання заданої кількості пасажирських та інших категорій поїздів.

Розрізняють наявну та потрібну провізні спроможності дільниці (лінії та напрямку).

Наявна провізна спроможність дільниці у вантажному або зворотному напрямку (в обох), млн т нетто/р., визначається за формулою

$$\Gamma = \frac{365(N_{ван} \cdot Q_{бр}^{сер} \cdot \psi_{ван} + N_{прис} \cdot Q_{бр}^{прис} \cdot \psi_{прис} + N_{зб} \cdot Q_{бр}^{зб} \cdot \psi_{зб})}{10^6 \cdot k_n}, \quad (4.6)$$

де $N_{ван}$, $N_{прис}$, $N_{зб}$ – кількість вантажних поїздів відповідно звичайних, прискорених, збірних;

$Q_{бр}^{сер}$, $Q_{бр}^{прис}$, $Q_{бр}^{зб}$ – середня маса вантажного поїзда відповідно звичайного, прискореного, збірного;

$\psi_{ван}$, $\psi_{прис}$, $\psi_{зб}$ – відношення маси поїзда нетто до маси поїзда брутто відповідних груп поїздів;

k_n – коефіцієнт місячної нерівномірності перевезень ($k_n = 1,05 \dots 1,15$).

Середня маса поїзда $Q_{бр}^{сер}$ залежить від структури поїздопотоків і норми маси $Q_{нетто}$ поїзда.

$$\psi_{ван} = \frac{Q_{нетто}}{Q_{нетто} + Q_m} = \frac{\lambda}{\mu + \lambda}, \quad (4.7)$$

де $Q_{нетто}$ – маса вагона нетто, т;

Q_m – маса тари вагона, т;

λ – коефіцієнт використання вантажопідйомної сили вагона,

$$\lambda = \frac{Q_{нетто}}{P};$$

μ – коефіцієнт тари вагона,

$$\mu = \frac{Q_m}{P},$$

де P – підйомна сила, т.

Приклад. Установити, яким має бути графік руху поїздів на одноколінному перегоні, обладнаному автоблокуванням, щоб можна було досягти провізної спроможності 18 млн т нетто/р., у тому числі в збірних поїздах 1,5 млн т нетто/р. На дільниці проходить 5 пар пасажирських поїздів. Додаткові дані: коефіцієнти знімання відповідно пасажирськими та збірними $\varepsilon_{пас} = 1,4$, $\varepsilon_{зб} = 2,6$; маса вантажного поїзда $Q_{бр}^{сер} = 3600$ т, збірного – $Q_{бр}^{зб} = 3000$ т; $\psi_{ван} = 0,7$; період графіка $T_{пер} = 45$ хв; інтервал між поїздами в пакеті $I_0 = 10$ хв.

Розв'язання. Провізну спроможність визначимо за формулою

$$\Gamma = \frac{365(N_{ван} \cdot Q_{бр}^{сер} \cdot \psi_{ван})}{10^6 k_n},$$

звідки кількість вантажних поїздів для досягнення заданої провізної спроможності має бути

$$\Gamma = \frac{365(N_{ван} \cdot Q_{бр}^{сер} \cdot \psi_{ван})}{10^6 k_n} \Rightarrow N_{ван} = \frac{(18 - 1,5) \cdot 10^6}{365 \cdot 3000 \cdot 0,7} = 24 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{зб} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{365 \cdot 3000 \cdot 0,7} = 2 \text{ пари поїздів.}$$

Потрібна пропускна спроможність складе

$$N_{потр} = N_{ван} + N_{нас} \varepsilon_{нас} + N_{зб} \varepsilon_{зб} = 24 + 1,4 \cdot 5 + 2 \cdot 1,5 = 34 \text{ пари поїздів.}$$

При непакетному графіку може бути засвоєно

$$N_n = \frac{(1440 - 60) \cdot 0,95}{45} = 29 \text{ пар поїздів.}$$

Отже, необхідно запроваджувати частково-пакетний графік (кількість поїздів у пакеті $k = 2$).

$$N_{чи} = \frac{(1440 - t_{мехн}) \cdot \alpha_{над}}{(2 - \alpha_{нак}) \cdot T_{пер} + 2 \cdot I \cdot \alpha_{нак}} = 2 \text{ пари поїздів.}$$

З виразу визначаємо значення коефіцієнта пакетності $\alpha_{нак}$.

$$34 = \frac{(1440 - 60) \cdot 0,95 \cdot 2}{(2 - \alpha_{нак}) \cdot 45 + 2 \cdot 10 \cdot \alpha_{нак}}; \alpha_{нак} = \frac{90 \cdot 34 - 1380 \cdot 1,9}{34 \cdot 35 + 20 \cdot 34} = 0,5.$$

Саме з таким коефіцієнтом пакетності має бути реалізований графік руху поїздів.

При розрахунках потрібної провізної спроможності враховують, що кількість поїздів деяких категорій (приміських, місцевих) може бути різною на окремих перегонах.

Провізна спроможність дільниці визначається максимальною інтенсивністю потоку поїздів, їхньою середньою масою і певною мірою конструкцією рухомого складу. Ці величини також залежать від профілю колії, довжини станційних приймально-відправних колій, потужності локомотивів, ходової

швидкості вантажних поїздів, структури поїздопотоків. Профіль колії, довжина станційних колій і структура поїздопотоків за масою визначають при даному типі локомотива максимально можливу масу поїзда. Однак потужність локомотива може бути використана як на збільшення маси поїзда, так і збільшення ходової швидкості. Відповідно до правил тягових розрахунків масу состава і швидкість руху поїздів визначають виходячи з умов повного використання потужності і тягових якостей локомотива. Отже, зі збільшенням маси при інших рівних умовах знижується ходова швидкість і зменшується пов'язана з нею пропускна спроможність лінії і навпаки. Очевидно, що максимум провізної спроможності забезпечується при оптимальному співвідношенні маси і швидкості вантажних поїздів, тобто повсюдне прагнення до максимально великих вагових норм вантажних поїздів може призвести до зниження провізної спроможності.

Контрольні питання до розділу 4

1. Які види пропускної спроможності виділяють відповідно до директиви 2001/14/ЄС?
2. Які види пропускної спроможності виділяють згідно з Інструкцією з розрахунку пропускної спроможності на залізницях України?
3. Дайте визначення наявної пропускної спроможності дільниці.
4. Дайте визначення потрібної пропускної спроможності.
5. Дайте визначення результативної наявної пропускної спроможності дільниці.
6. Від яких чинників залежить пропускна спроможність при непаралельному прокладанні поїздів?
7. Дайте визначення транспортного потоку. Які його характеристики ви знаєте?
8. Що розуміють під періодом ГРП?
9. Дайте визначення провізної спроможності залізничної лінії.
10. Які чинники впливають на збільшення провізної спроможності лінії?

Розділ 5

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ТА ПОРЯДОК ПОБУДОВИ ГРП

5.1. Терміни та визначення понять

Облік – система реєстрації процесів будь-якої діяльності в її кількісному і якісному виявах з метою спрямування, контролю тощо.

Звіт – це письмове повідомлення про виконання певної роботи. Статистичний звіт пишеться на спеціальному бланку, виготовленому друкарським способом.

ДУ – літерне позначення на формах бланків станційного обліку, яке означає приналежність їх до господарства перевезень.

ДО – літерне позначення на формах бланків звітності, яке означає приналежність їх до господарства перевезень.

Форма – діловий, офіційний бланк, що заповнюється за певними правилами. За формою – як встановлено, як того вимагають певні правила.

Міждержавний стиковий пункт – один із двох суміжних прикордонних пунктів, за яким урахується перехід (приймання і здача) поїздів, вантажних вагонів та контейнерів між залізницями суміжних держав, є єдиним для двох сусідніх залізниць незалежно від його територіального місцезнаходження. Перелік міждержавних стикових пунктів затверджується Радою з залізничного транспорту за узгодженням із залізничними адміністраціями.

Диспетчерський розклад – це розклад, розроблений поїзним диспетчером дільниці з урахуванням допустимих швидкостей і дотриманням режиму роботи локомотивних бригад, оформлений наказом і зареєстрований у журналі 7 диспетчерських розпоряджень (ф. ДУ-58). Наказ передається черговим по станціях диспетчерської дільниці, машиністу поїзда, диспетчеру поїзному сусідньої дільниці не пізніше, ніж за 30 хв до відправлення поїзда.

Несанкціоноване втручання – навмисні чи ненавмисні дії осіб, не пов'язаних із діяльністю залізничного транспорту, які спричиняють (можуть спричинити) перешкоди для його нормального функціонування.

«Вікно» – час, протягом якого зупиняється рух поїздів на перегоні, окремих коліях перегону або станції для проведення ремонтно-будівельних робіт.

«Кинутий» поїзд – це состав вантажного поїзда, затриманий на станції маршруту прямування через неприймання станцією призначення з причин, які залежать від вантажоодержувача.

«Піднятий» поїзд – це відправлений состав вантажного поїзда, який був затриманий на станції маршруту прямування через неприймання станцією призначення з причин, які залежать від вантажоодержувача.

Наскрізна «жорстка нитка» поїзда – це передбачений нормативним графіком руху розклад прямування маршрутного поїзда (завантаженого рудою, металом, вугіллям, добривами, наливними вантажами тощо, із порожніх вагонів), контейнерного і контрейлерного (які за родом вантажів, що ними перевозяться, або за характером операцій, що з ними виконуються на станціях, потребують безумовного дотримання графіка руху). Присвоєний поїзду номер та індекс зберігаються від станції формування до станції призначення.

Форс-мажорна обставина – це надзвичайна подія непереборної сили, яку неможливо було передбачити або неможливо уникнути.

5.2. Порядок побудови ГРП згідно з ПФП напрямку

Деякі чинники (сезонність перевезень деяких, головним чином сільськогосподарських вантажів, відкриття і закриття навігації, введення в дію нових підприємств тощо) впливають на розміри руху вантажних поїздів протягом року, а на деяких дільницях значно змінюються; розміри пасажирських перевезень досягають максимальних величин у літні місяці – липень і серпень. У зв'язку з цим основний варіант графіка передбачає забезпечення найбільших обсягів перевезень вантажів і пасажирів за планом перевезень у III кварталі з деяким резервом.

Послідовність нанесення поїздів на графік руху така.

1. Пасажирські поїзди, починаючи з Інтерсіті+ та пасажирських поїздів, що прямують у межах двох і більше залізниць.

2. Вантажні прискорені, у тому числі контейнерні та контрейлерні.
3. Місцеві вантажні поїзди: збірні, вивізні тощо.
4. Поїзди, забезпечені постійними вантажопотоками.
5. Інші вантажні з ув'язкою наскрізних поїздів по технічних станціях.

5.3. Складання графіка руху пасажирських поїздів

Перед складанням графіка Департамент пасажирських перевезень далекого сполучення окремо по кожній нитці пасажирського поїзда визначає, який час відправлення (прибуття) зберегти (змінити) у новому графіку.

Розроблення нових і коригування діючих розкладів здійснюється у три етапи:

- аналіз діючих розкладів пасажирських поїздів на напрямку і визначення точок прибуття і відправлення поїздів по головній (визначальній) станції напрямку, таких як Київ, Харків, прикордонні станції тощо;

- розроблення принципової схеми (ескізу) графіка руху поїздів для основних напрямків мережі з додаванням схематичних графіків обороту пасажирських составів, узгодження точок переходу з залізниці на залізницю (на технічних нарадах технологів залізниць в АТ «Укрзалізниця»);

- докладне прокладання пасажирських поїздів по дільницях (на нарадах технологів АТ «Укрзалізниця» і на залізницях).

Визначення точок прибуття і відправлення поїздів по головній станції напрямку має задовольняти умови:

- максимальної зручності для пасажирів по прибуттю і відправленню, а також здійсненню пересадки на інші поїзди;

- забезпечення достатнього часу для виконання комплексу технологічних операцій з підготовки состава в рейс;

- ефективного використання колій відстою пасажирських составів, особливо в пунктах їх обороту;

- безперешкодного пропускання приміських поїздів у «години пік» (6.00-8.30, 17.00-20.30).

Розроблення принципової схеми (ескізу) графіка руху пасажирських поїздів для основних напрямків мережі здійснюють ЦЛ, ЦД, ГІОЦ АТ «Укрзалізниця». Принципова схема являє собою скорочене прокладання пасажирських поїздів усіх категорій (крім приміських) по спеціально виділених на напрямку станціях.

До переліку станцій, для яких здійснюється прокладання, мають включатися:

- великі пасажирські станції;
- станції, на яких здійснюється технічне обслуговування пасажирських поїздів;
- вузлові станції, по яких здійснюється відхилення далеких пасажирських поїздів;
- пункти міждержавних переходів.

5.3.1. Скорочене прокладання пасажирських поїздів на графіку руху

Скорочене прокладання має встановлювати [1]:

- час проходження поїздами міжзалізничних стикових і великих пасажирських станцій;
- організацію обороту составів і визначення їхньої кількості;
- послідовність займання колій на технічних і великих пасажирських станціях;
- технічно обґрунтований резерв у тривалості стоянок і часу руху по кожній залізниці.

Для вирішення конфліктних ситуацій, що виникають при детальному прокладанні пасажирських і вантажних поїздів, у часі для руху пасажирського поїзда в скороченому графіку необхідно передбачити резерв, який визначається за формулою

$$d = \frac{\frac{L}{V_3} - t_{\min}}{t_{\min}} t_{\min}^3, \quad (5.1)$$

де L – довжина маршруту прямування поїзда, км;

V_3 – задана маршрутна швидкість, км/год;

t_{\min} , t_{\min}^3 – мінімальний час ходу відповідно по всьому маршруту прямування і регіональній філії, що розглядається, год.

Розрахунок часу прямування поїзда по залізниці (дільниці) у скороченому графіку здійснюється за формулою

$$t_{np} = t_{\min}^3 + d \quad (5.2)$$

Скорочене прокладання пасажирських поїздів на виділеному напрямку має виконуватися в такій послідовності:

- швидкісні;
- швидкі;
- приміські в «години пік»;
- дальні пасажирські постійного обертання;
- літні пасажирські;
- інші приміські;
- пасажирські разового призначення.

При скороченому прокладанні поїздів по маршруту прямування на дільницях можуть виникати конфліктні ситуації. Вирішення конфліктних ситуацій здійснюється залежно від категорії конфліктуючих поїздів і встановлених вимог щодо їх прокладання зі зміною часу руху одного із поїздів на величину, що забезпечує затягування або виконання операцій з обгону або схрещення.

Виходячи зі встановленого часу повного обороту состава будується схема його обороту, що визначає час відправлення і прибуття поїздів обох напрямків за початковою і кінцевою станцією маршруту прямування, проходження визначених технічних станцій, міжзалізничних стиків, пунктів переходу на залізниці інших держав і станцій з інтенсивним рухом приміських поїздів і час перепричеплення вагонів (у разі їх наявності) до інших поїздів.

З метою скорочення впливу пасажирського руху на використання наявної пропускної спроможності доцільно:

- застосовувати пакетне прокладання пасажирських поїздів, тоді першим поїздом у пакеті має прямувати поїзд більш високої або тієї самої категорії, що й другий;

- на двоколіїних дільницях планувати організацію обгонів переважно на дільничних станціях;
- на одноколіїно-двоколіїних дільницях планувати організацію схрещень поїздів зустрічних напрямків переважно на двоколіїних перегонах;
- на одноколіїних дільницях схрещення пасажирських і вантажних поїздів з поїздами, що мають зупинки, здійснювати на станціях з масовим пасажиропотоком.

При скороченому прокладанні пасажирських поїздів на напрямку можуть бути встановлені зони небажаного пропускання поїздів по дільницях і станціях, що пов'язані:

- з виділенням «вікон» для виконання ремонтно-будівельних робіт;
- інтенсивним приміським рухом.

5.3.2. Детальне прокладання на дільницях пасажирських поїздів

Після розроблення, погодження і затвердження скороченої схеми пропускання пасажирського поїзда здійснюється детальне постанційне прокладання поїздів на дільницях. Прокладання пасажирських поїздів на графіку можна здійснювати різними способами.

Як правило, складання графіка руху пасажирських поїздів на напрямку здійснюється послідовно, починаючи з головної станції, прокладанням ниток обох напрямків із здаванням на сусідню дирекцію перевезень і залізницю точок проходження пасажирських, приміських та інших поїздів по стиковому пункту.

На двоколіїній лінії має використовуватися технологія одночасного прокладання поїздів одного напрямку до пункту їх призначення та зустрічне прокладання поїздів іншого напрямку.

На одноколіїних лініях з метою збереження швидкостей руху пасажирських поїздів прокладання ведеться на кожній залізниці послідовно одразу в обох напрямках.

На вузлових станціях, де перетинається рух пасажирських поїздів, що прямують у різних напрямках, час їх проходження має бути взаємно узгоджений для того, щоб забезпечити існуючі

перепричеплення прямих безпересадочних вагонів і створити нормальні умови для пасажирів, які мають пересадку.

На дільницях з особливо інтенсивним рухом у приміських зонах великих міст прокладання пасажирських поїздів ув'язується з рухом приміських поїздів у «години пік». У найближчих зонах допускається паралельне прокладання пасажирських і приміських поїздів з дозволу АТ «Укрзалізниця».

Також враховуються приміські поїзди, що забезпечують підвезення працівників робочих змін на залізничні вузли та промислові підприємства.

Розташування ниток пасажирських поїздів на графіку має здійснюватися з урахуванням наступного раціонального прокладання вантажних поїздів, створення умов для ритмічної роботи станцій і перегонів, а також покращення використання локомотивів і локомотивних бригад.

Після постанційного прокладання поїздів усіх категорій на дільниці та узгодження їх проходження по стикових міжзалізничних пунктах складається протокол узгодження поїздів. Протокол містить:

- найменування стикової станції, її належність до регіональної філії;
- найменування регіональних філій, між якими складається протокол;
- довжину та затверджену уніфіковану вагову норму вантажних поїздів обох напрямків;
- номери поїздів, час проходження;
- примітку, в якій зазначаються додаткові особливості поїздів, тобто підвищена вага, довжина, серія тягового та рухомого складу, призначення наскрізних вантажних поїздів тощо;
- підпис і посаду фахівців з розроблення графіка руху поїздів служби перевезень, дирекції, ДЦУ.

Протокол узгодження поїздів складається у двох примірниках, зберігається у пояснювальних записках про розроблення графіка руху поїздів залізниць належності станції переходу.

5.4. Загальні вимоги до прокладання на графіку вантажних поїздів

Прокладання вантажних поїздів як на одноколіній, так і двоколіній дільниці має відповідати таким загальним правилам і вимогам:

- забезпечення встановлених розмірів руху за кількістю і категорією поїздів згідно з планом формування;
- виконання усіх нормативів на технічні операції;
- рівномірний розподіл поїздопотоків за періодами доби як за загальним потоком, так спеціалізацією ниток графіка: рівномірне підведення до вузлів транзитних і розбірних поїздів, поїздів підвищеної ваги і довжини, рівномірне та своєчасне вивезення поїздів тощо;
- згущення ниток вантажних поїздів у нічний час з метою скорочення витрат на енергоносії (за рахунок меншої вартості) на електрифікованих напрямках;
- розроблення розкладів поїздів без порушень вже прокладених ниток поїздів більш високої категорії;
- прокладання ниток для наскрізних поїздів без серйозних змін обраної схеми місцевої роботи;
- узгодження ниток для транзитних поїздів (відправницькі, наливні, порожні, контейнерні та контрейлерні маршрути, поїзди зі швидкопсувними вантажами) на цілих напрямках зі збереженням нумерації, узгоджене пропускання через вузли з визначенням достатніх стоянок для технічного обслуговування;
- пропускання поїзда по дільниці має виконуватися з мінімальною кількістю зупинок на схрещення та обгін;
- розклади поїздів мають прокладатися диференційованими часами руху (час руху має відповідати категорії поїзда – великовагові, підвищеної довжини тощо);
- в особливих випадках, у разі значного заповнення наявної пропускної спроможності, з дозволу АТ «Укрзалізниця» допускається прокладання поїздів з паралельною зменшеною швидкістю;
- під час підведення поїздів до технічних станцій обороту локомотивів потрібно контролювати можливість скорочення простою локомотива до технічного нормативу;

– для виконання робіт з поточного утримання колії, штучних споруд, контактної мережі, пристроїв СЦБ, приладів механізованих та автоматизованих сортувальних гірок у графіку руху поїздів мають передбачатися технологічні «вікна», як правило, у світлий час доби та тривалістю 1-2 год кожне при збереженні заданих розмірів руху за рахунок форсованого використання, у разі необхідності, пропускної спроможності;

– прокладання має здійснюватися з безумовним дотриманням правил безпеки руху поїздів, категорично забороняється скорочувати перегінний час руху до величини нижче розрахункової, зменшувати станційні та міжпоїзні інтервали.

5.4.1. Прокладання на графіку вантажних поїздів на одноколійній дільниці

Перед тим як безпосередньо розпочати нанесення ліній руху вантажних поїздів, необхідно оцінити розташування на графіку пасажирських та інших фіксованих поїздів відносно можливості прокладання між ними вантажних поїздів на обмежуючому перегоні та інших перегонах, що близькі до нього за заповненням пропускної спроможності.

Для забезпечення рівномірного прямування вантажних поїздів на дільницях з особливо інтенсивним рухом при прокладанні пасажирських поїздів потрібно передбачати ефективне використання пропускної спроможності, тобто вільні проміжки часу, які при цьому виникають, мають давати можливість прокладання вантажних поїздів у попутному або зустрічному напрямках.

На одноколійних дільницях з максимальним заповненням пропускної спроможності накладка вантажних поїздів на графік, як правило, починається з обмежуючого перегону (рис. 4.4). Величина пропускної спроможності обмежуючого перегону, а отже, і дільниці за усіх інших рівних умов залежить від схеми пропускання поїздів на обмежуючому перегоні.

Після визначення найвигіднішої схеми прокладання вантажних поїздів на цих перегонах подальше складання графіка ведеться шляхом одночасного прокладання поїздів обох напрямків по порядку розташування перегонів до кінцевих

станцій дільниці з ув'язкою поїздів на цих станціях за оборотом локомотивів.

У разі невисокого заповнення наявної пропускної спроможності (розміри руху $0,85$ і нижче N_n) для скорочення кількості схрещень і обгонів, покращення обороту локомотива прокладання прямих вантажних поїздів доцільно починати від технічних станцій обороту локомотива. При цьому необхідно вибрати раціональні розміри інтервалу між поїздами, що попутно відправляються. Цей інтервал має бути більше величини періоду графіка на обмежуючому перегоні [1].

Виходячи з умов рівномірного прокладання поїздів по періодах доби інтервал між поїздами можна орієнтовно визначити таким чином: визначається загальний час, який може бути використаний для прокладання прямих вантажних поїздів, як сума вільних смуг на обмежуючому перегоні після прокладання пасажирських, збірних та інших фіксованих поїздів. Одержаний резерв часу ділиться на кількість прямих (ще не прокладених) поїздів і отримується найбільший інтервал, з яким можна випускати на дільницю попутні поїзди з технічної станції.

Використовуючи ці інтервали, у вільних смугах між фіксованими поїздами намічають відправлення і приймання з дільниці на технічну станцію прямих вантажних поїздів.

При подальшому прокладанні або встановленні порядку схрещення поїздів треба обов'язково враховувати профіль підходу до станції з тим, щоб поїзд, який прямує на підйом, пропускався беззупинково.

На *одноколійно-двоколійних (змішаних)* дільницях графік складається таким чином, щоб схрещення поїздів здійснювалось по можливості на двоколійних перегонах. Якщо на дільниці існує один одноколійний перегін, то складання графіка слід починати з прокладання лінії руху з цього перегону. Якщо на дільниці існує декілька одноколійних і двоколійних перегонів, і вони чергуються, то прокладання поїздів треба починати з обмежуючого одноколійного перегону.

З метою скорочення кількості схрещень й отримання більш високої дільничної швидкості на одноколійних лініях, обладнаних автоблокуванням, необхідно застосовувати, незалежно від ступеня заповнення пропускної спроможності,

пакетне прокладання вантажних поїздів, яке дозволяє реалізувати у графіку підвищені розміри руху при існуючому технічному оснащенні дільниці [5].

5.4.2. Прокладання на графіку вантажних поїздів на двоколіїній дільниці

На двоколіїній дільниці прокладання вантажних поїздів має забезпечувати:

– пропускання поїздів на дільниці, як правило, без обгону. У разі необхідності обгін вантажних поїздів пасажирськими здійснюється на технічних станціях або станціях, що мають колії, довжина яких перевищує встановлену на цій дільниці довжину поїзда і розташованих між двома перегонами з легким профілем підходів;

– рівномірне, впродовж доби, пропускання вантажних поїздів на залізничних напрямках і рівномірне завантаження технічних станцій операціями з обслуговування цих поїздів. Ця умова виконується, якщо інтервал відправлення вантажних поїздів з технічних станцій буде дорівнювати

$$I_{від}^{ван} = \frac{1440 - T_{тех}}{n_{ван}}. \quad (5.3)$$

Графік руху поїздів на двоколіїній дільниці складається з кожного напрямку окремо, виходячи з визначення раціональної схеми прокладання поїздів на обмежуючому перегоні. Складання графіка, як правило, ведеться від станції основного депо до пункту обороту локомотивів. Після того як протягом 6-7 год будуть прокладені поїзди одного напрямку, прокладаються поїзди зворотного напрямку з урахуванням встановленої норми знаходження локомотивів у пункті обороту і можливої ворожості зустрічному напрямку.

Прокладання поїздів у графіку руху на багатоколіїйних дільницях здійснюється по кожній головній колії окремо згідно з технічним оснащенням і прийнятою спеціалізацією. Сітка графіка розробляється одна на кожні дві головні колії перегону, за якими здійснюється рух поїздів у протилежних напрямках.

Підходи до вузлів, які мають розгалужену систему колій, обвідні колії мають відображатися на графіку руху поїздів по кожній колії окремо, де рух поїздів одного напрямку здійснюється паралельно.

Пасажи́рські поїзди прокладають на сітці графіка з урахуванням їх подальшої ув'язки з рухом вантажних поїздів для найкращого використання пропускної спроможності. У зв'язку з цим велике значення мають пакетне і пачкове прокладання пасажирських поїздів на графіку.

На одноколійних і двоколійних лініях при прокладанні розрізнених пасажирських поїздів слід прагнути, щоб інтервали між ними були кратні визначеному проміжку часу і між пасажирськими поїздами на обмежуючому перегоні без додаткових втрат можна було пропустити один або кілька вантажних поїздів.

Бажано, щоб на обмежуючому перегоні одноколійної ділянки інтервал по станції В між зустрічними пасажирськими поїздами був кратним величині (рис. 5.1, а)

$$I_{nc} = T_{nep} + \tau \quad (5.4)$$

або дорівнював (рис. 5.1, б)

$$I_{nc} = t_{nc} + t_{ван} + 2\tau. \quad (5.5)$$

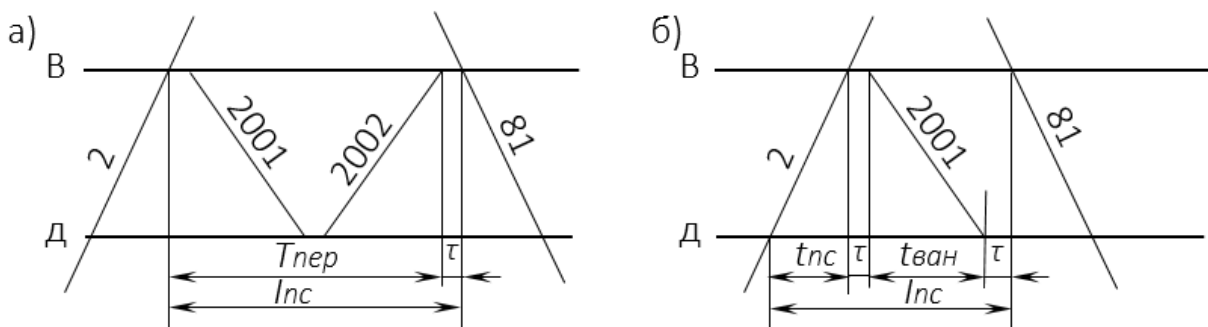


Рис. 5.1. Інтервали між розрізненими пасажирськими поїздами, що забезпечують найкраще використання пропускної спроможності на одноколійній ділянці

На обмежуючому перегоні двоколіїної дільниці з напівавтоблокуванням (рис. 5.2, а)

$$I_{nc} = t_{nc} + t_{ван} + 2\tau, \quad (5.6)$$

та з автоблокуванням (рис. 5.2, б)

$$I_{nc} = t_{ван} - t_{nc} + I_{пр} + I_{від}. \quad (5.7)$$

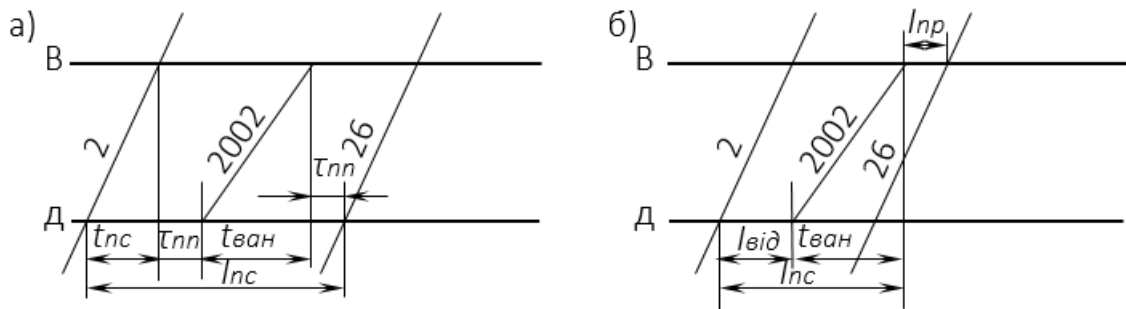


Рис. 5.2. Інтервали між розрізненими пасажирськими поїздами, що забезпечують найкраще використання пропускної спроможності на двоколіїній дільниці

При прокладанні пасажирських поїздів особливу увагу необхідно приділяти виконанню всіх вимог безпеки руху поїздів і особистої безпеки пасажирів при посадці, висадці і переходах від вокзалу до поїздів і назад. На одноколіїних дільницях, коли при перетинанні один з поїздів проходить станцію беззупинно, пасажирський поїзд, що має зупинку, необхідно приймати на колію, яка прилягає до пасажирської будівлі.

5.4.3. Порядок заповнення сітки графіка руху на дільниці

Узагальнений порядок прокладання вантажних поїздів на дільницях різних типів наведено на рис. 5.3.

При неповному заповненні пропускної спроможності (менше 80–85 %) найбільш раціональним є побудова одноколіїного графіка методом об'єднання перегонів. Цей метод полягає в тому, що при виборі станцій схрещення вантажних

поїздів два і більше суміжних перегонів розглядаються як один. Перегінні часи ходу об'єднаних перегонів підсумовуються.

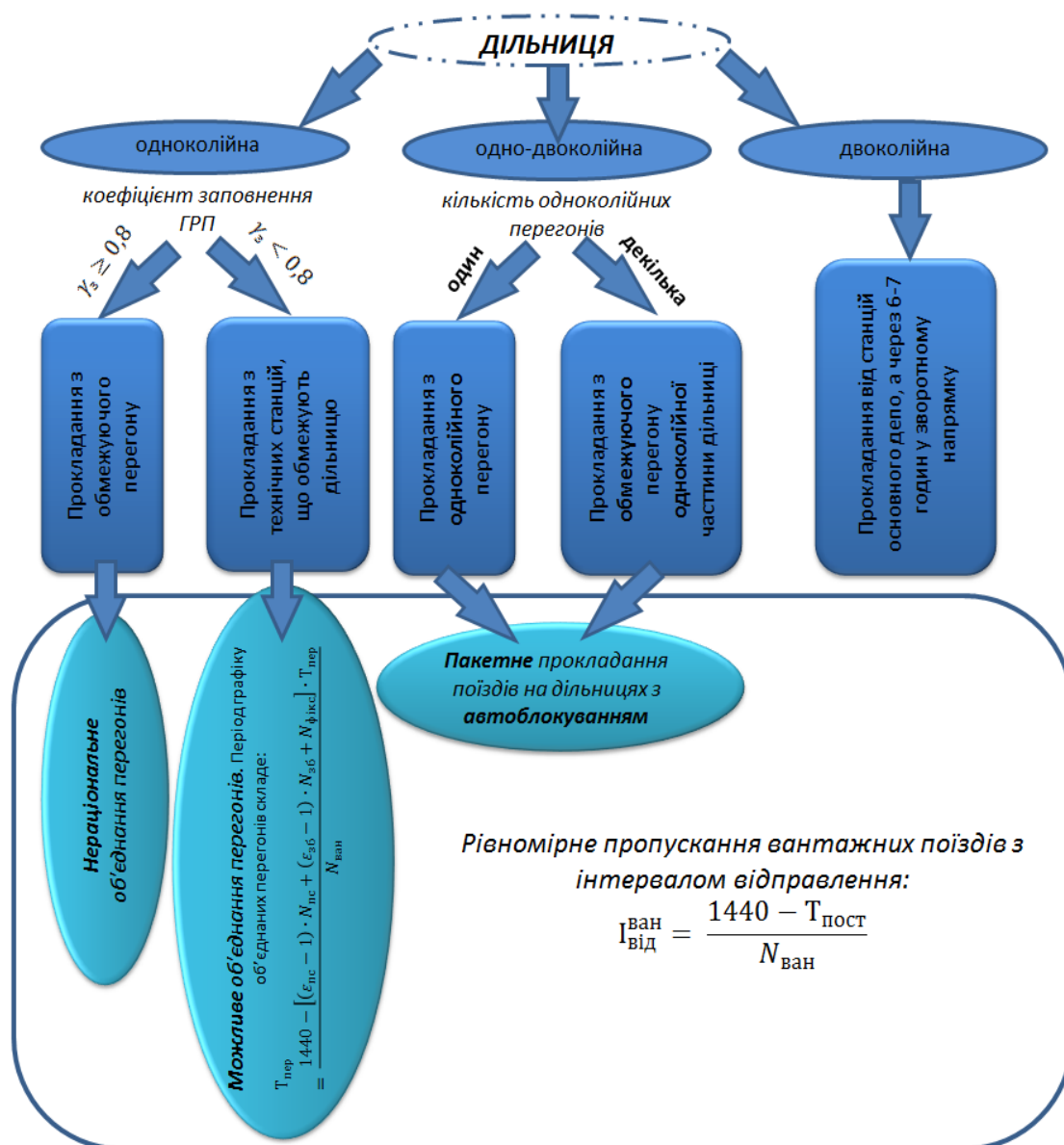


Рис. 5.3. Узагальнений порядок прокладання вантажних поїздів на дільницях різних типів

Загальний період графіка об'єднаних перегонів $T_{пер}^{об}$ має відповідати умові

$$T_{пер}^{об} = \frac{1440 - [(\epsilon_{нас} - 1)N_{нас} + (\epsilon_{зб} - 1)N_{зб}]T_{пер}}{N_{ван}}, \quad (5.8)$$

де $T_{пер}$ – період графіка без об'єднання перегонів.

На рис. 5.4 наведені приклади побудови одноколійного графіка методом об'єднання перегонів, коли прокладання вантажних поїздів максимального перегону починається з об'єднаного перегону, тобто $T_{пер}^{об} = \max T_{пер}$.

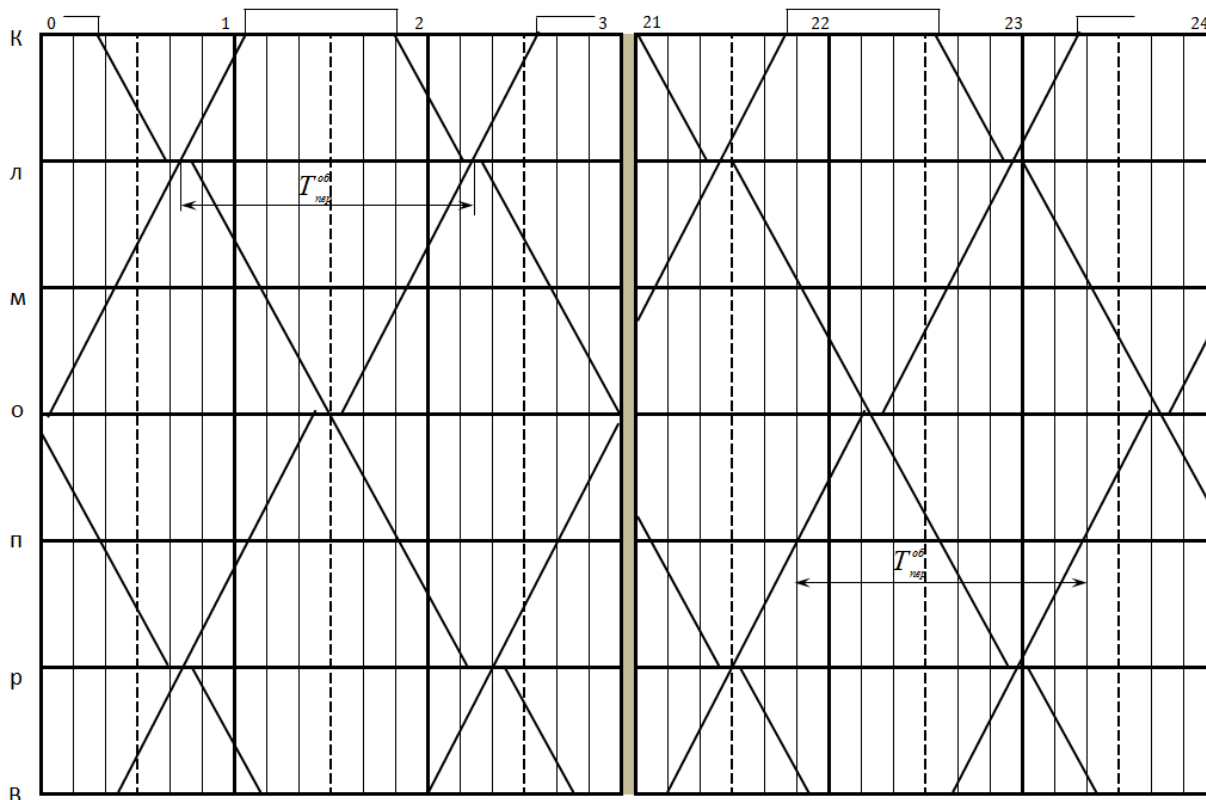


Рис. 5.4. Варіанти прокладання вантажних поїздів на одноколійній дільниці методом об'єднання перегонів

Середній інтервал між попутними вантажними поїздами поза зоною проходження пасажирських поїздів дорівнює найбільшому періоду графіка об'єднаних перегонів $I_{сер}^{ван} = T_{пер}^{об}$.

У результаті такого прийому (об'єднання перегонів) за рахунок скорочення кількості схрещень на одноколійних лініях підвищується дільнична швидкість руху вантажних поїздів.

Рекомендації з нанесення конкретних ниток вантажних поїздів на графіку полягають у такому.

На одноколійній дільниці при парному графіку парні і непарні поїзди прокладаються по черзі. При непарному графіку в окремі періоди часу пропускаються один за одним два поїзди в одному напрямку.

До нанесення ниток графіка намічаються станції схрещення вантажних поїздів між собою відповідно до прийнятої схеми об'єднання перегонів. Прокладання на графіку заданих розмірів руху вантажних поїздів забезпечується при строгому дотриманні намічених станцій схрещення поїздів. Приклад нанесення ниток на графік руху наведено на рис. 5.5.

Нанесення ниток вантажних поїздів на графіку починається від пасажирського поїзда, прокладеного за заданим розкладом. При цьому прокладання вантажного поїзда перед пасажирським (поїзд № 2005) і після пасажирського (поїзд № 2007) проводиться з урахуванням пропускання зустрічних вантажних поїздів, що мають схрещення з цим же пасажирським поїздом (поїзд № 2006 і № 2008) (рис. 5.5).

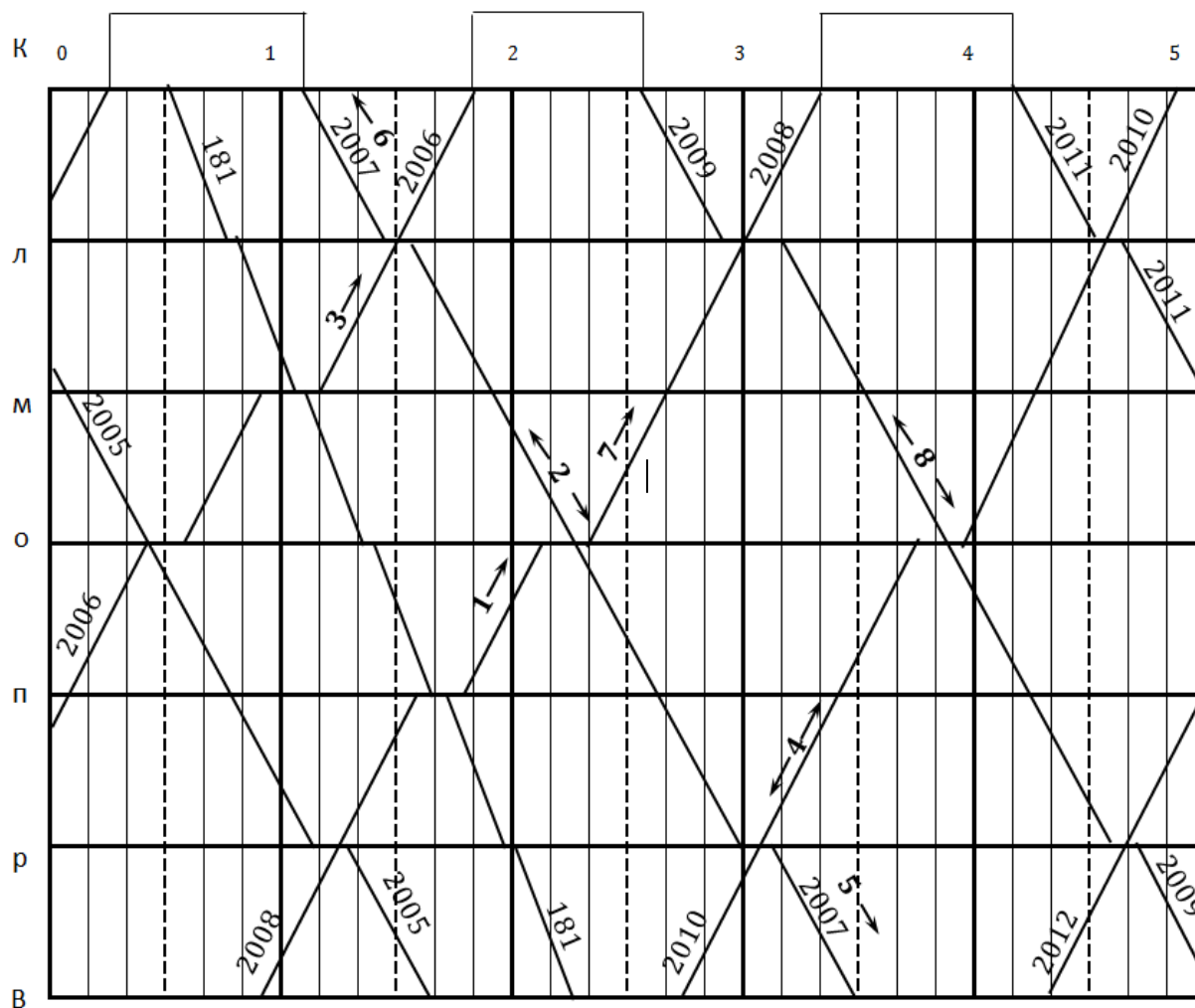


Рис. 5.5 Послідовність прокладання вантажних поїздів на графіку руху

На рис. 5.5 цифрами зі стрілками показана черговість і напрямок нанесення вантажних поїздів на графіку. Зі станції «п» намічається відправлення поїзда № 2008, витримуючи станційний інтервал схрещення τ_c з поїздом № 181 і додаючи до перегінного часу ходу час на розгін по станції «р» і уповільнення на станції «о». Далі, витримуючи інтервал неодночасного прибуття τ_{nn} по станції «о», наноситься поїзд № 2007 прямим ходом до станції «р» і зворотним – до станції «л». Після прокладання поїзда № 2006 по станції «л» перевіряється дотримання інтервалу схрещення між цим поїздом і поїздом № 2007. Якщо інтервал τ_c не дотримується, то прокладання поїзда № 2007 починають зі станції «л», збільшуючи інтервал τ_{nn} по станції «о». Після поїзда № 2008 з дотриманням інтервалу τ_{nn} по станції «р» наноситься поїзд № 2010 прямим ходом до станції «о» і зворотним – до станції В і т. д.

Загальний принцип: вантажні поїзди наносяться починаючи з тієї станції, де не дотримується відповідний станційний інтервал. Витримування станційного інтервалу по цій станції призводить до необхідності збільшення станційних інтервалів проти мінімального їхнього значення по інших станціях.

Збільшення стоянок вантажних поїздів при перетинанні викликає неідентичність перегонів, некрatними часу доби періоду графіка і зніманням пропускної спроможності пасажирськими поїздами.

При прокладанні вантажних поїздів можливе переміщення попередньо нанесених на графік ниток збірних поїздів.

На двоколійній дільниці прокладання спочатку непарних, а потім і парних вантажних поїздів слід починати з перегону, що примикає до технічної станції з основним локомотивним депо. Вантажні поїзди прокладаються рівномірно з ув'язкою стоянок наскрізних поїздів на станції за заданими нормами транзитного простою на зміну локомотивів або локомотивних бригад. При нанесенні ниток графіка вантажних поїздів по перегонах від станції з основним локомотивним депо до станції з оборотним локомотивним депо необхідно дотримуватися станційних

інтервалів попутного прибуття I_{mn} і попутного відправлення I_{nv} , пов'язаних з обгонами їх пасажирськими поїздами.

При побудові графіка на двоколінійній ділянці виділяються технологічні «вікна» для поточного утримання пристроїв колії, контактної мережі і СЦБ тривалістю 120 хвилин. Прокладання технологічного «вікна» починається від станції з основним локомотивним депо о 7–8 годині ранку спочатку в непарному, а потім послідовно від станції з оборотним локомотивним депо в парному напрямку. Технологічне «вікно» – ковзне, оскільки починається на кожному перегоні в різний час.

Рекомендується така техніка нанесення ниток графіка по станціях і перегонах. Відлік часу ведеться тільки невід'ємними одиницями часу, десятки приймаються по 10-хвилинних вертикальних лініях сітки графіка руху (рис. 5.6).

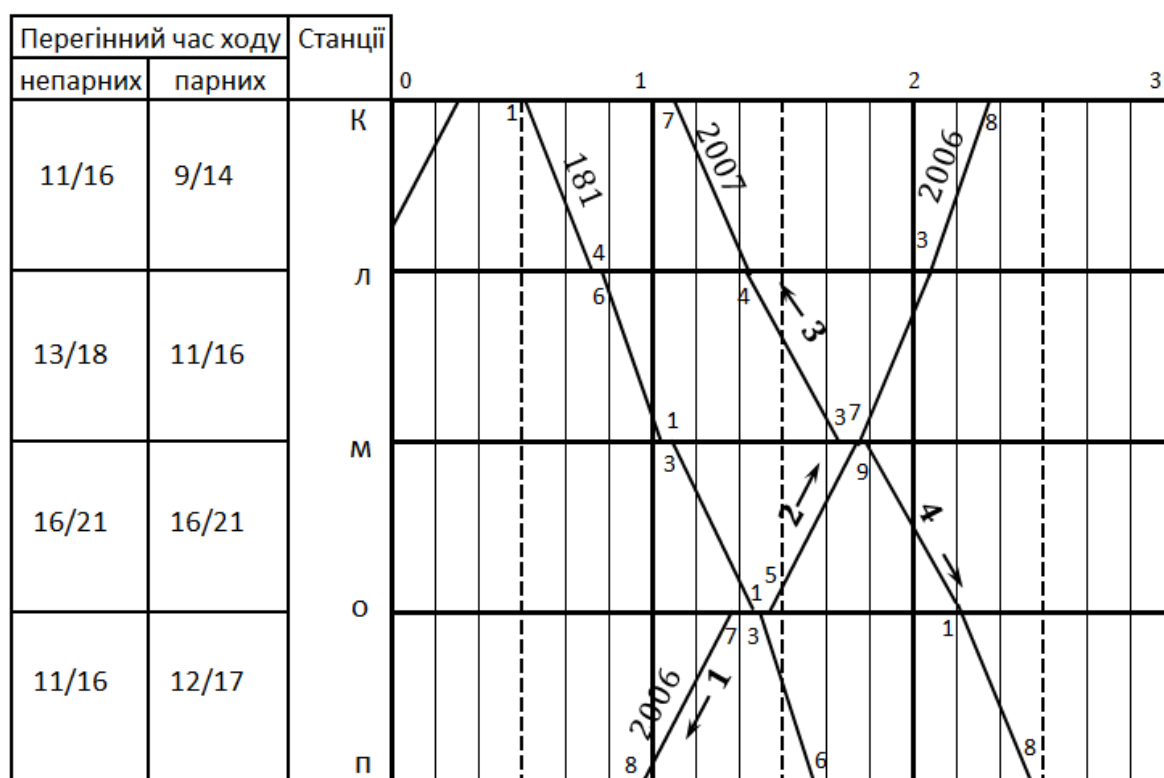


Рис. 5.6. Фрагмент нанесення ниток поїздів на графіку руху

На рис. 5.6 нанесення парного поїзда № 2006 починається зі станції «О» прямим ходом, тобто за ходом часу. Після прибуття на станцію «О» пасажирського поїзда № 181 відкладається

величина інтервалу $\tau_c = 2$ хв. Поїзд № 2006 має розгін $t_p = 1$ хв, додаючи його до часу ходу $t_x = 21$ хв, отримуємо 22 хв. Додавши 1 хв (відправлення поїзда № 2006 зі станції «р» о 1 год 25 хв), отримуємо 22 хв. Пропустивши дві 10-хвилинні лінії (у числі 22 є два десятка), відзначимо час проходження станції «м» – 47 хв. На перегоні «л – м» враховується чистий час ходу $t_x = 16$ хв, склавши $47 + 16 = 63$ хв, тобто 2 год 03 хв, після 2-годинної лінії відзначаємо 3.

На станції «К» поїзд № 2006 має зупинку, на час ходу 14 хв додаємо $t_z = 1$ хв, отримуємо 15 хв; склавши $3 + 15 = 18$ хв (один десяток), пропускаємо одну 10-хвилинну лінію і відзначаємо час прибуття на станцію «К» – 8 хв. Від станції «м» непарний поїзд № 2007 наносимо зворотним ходом, тобто назустріч ходу часу на сітці графіка. Відклавши на станції «м» $\tau_{ин} = 4$ хв, отримуємо час прибуття поїзда № 2007 на цю станцію – 2 год 22 хв. На перегоні «л – м» поїзд № 2007 має уповільнення $t_z = 1$ хв, склавши 1 хв з чистим часом ходу непарного поїзда з цього перегону 18 хв, отримуємо 19 хв. Віднімаючи від 43 хв 19 хв, маємо 24 хв.

На перегоні «К-л» поїзд № 2007 має розгін, загальний час ходу $16 + 1 = 17$ хв; при відніманні з 24 хв 17 хв отримуємо у відповіді 7.

Рекомендована техніка нанесення ниток поїздів на графіку не вимагає підрахунку абсолютного часу ходу як при прямому, так і зворотному ході, значно прискорює побудову графіка руху поїздів. На закінчення проводиться ув'язка обороту локомотивів по станції «В» для поїздів з переробкою і по пунктах обороту на станції «К».

Після закінчення складання графіка перевіряється:

- відповідність кількості прокладених вантажних поїздів заданим розмірам руху;
- відповідність кількості поїздів, що одночасно знаходяться на кожній станції, і наявної на них кількості приймально-відправних колій;
- відповідність перегінних часів ходу встановленим за розрахунком;

- відповідність тривалості стоянок поїздів на станціях встановленим нормам;
- дотримання станційних інтервалів;
- дотримання встановленої тривалості роботи локомотивних бригад;
- дотримання норм часу обороту локомотивів і часу на перепричеплення їх від одного поїзда до іншого. Порядок заповнення сітки графіка руху поїздів наведено на рис. 5.7.

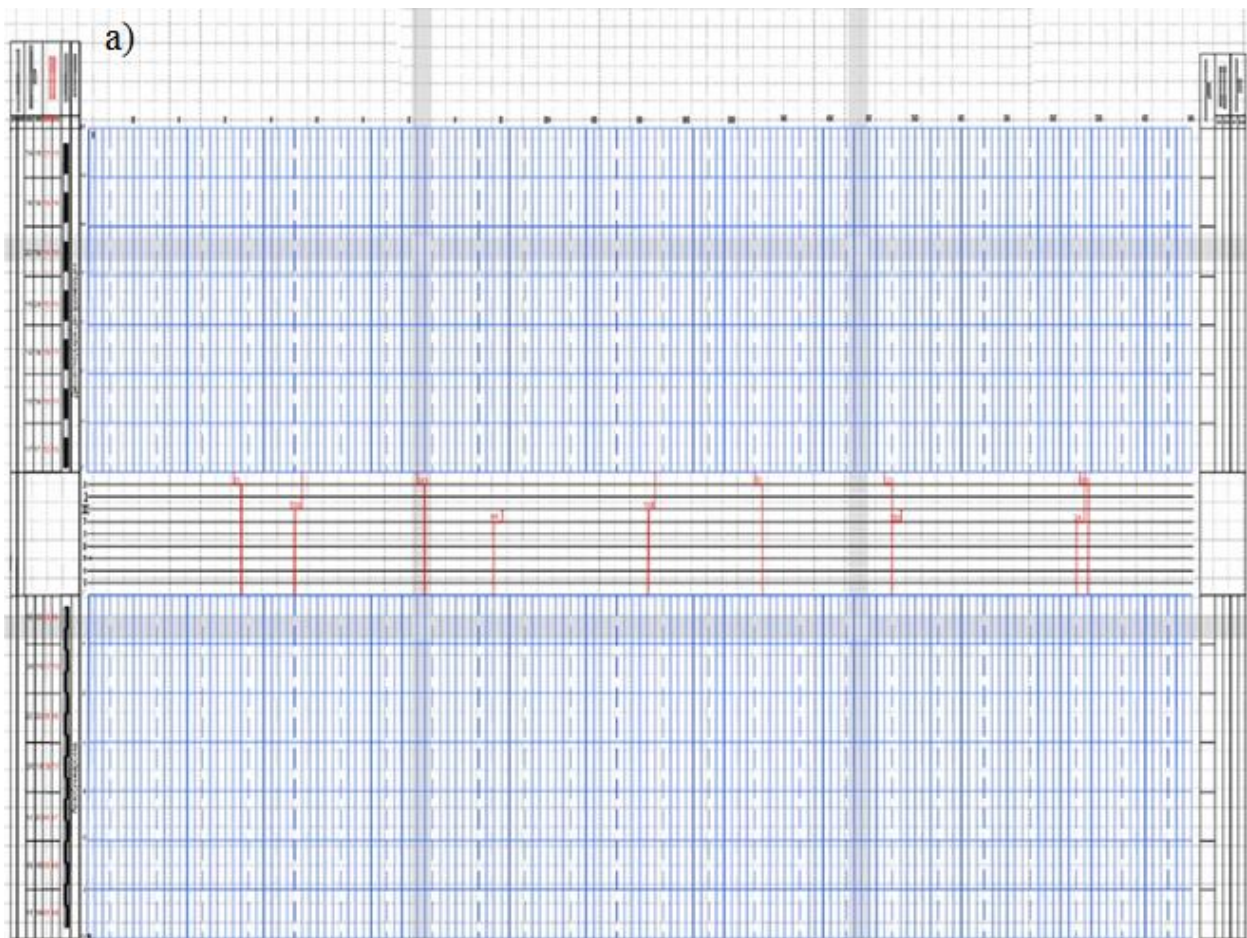


Рис. 5.7. Порядок заповнення сітки графіка руху поїздів (початок):

а – узгодження відправлення пасажирських поїздів зі станції на дільниці; б – прокладання пасажирських поїздів по дільницях; в – виділення вікон на двоколійній дільниці з прокладанням приміських поїздів по зонах; г – прокладання вантажних поїздів по одноколійній дільниці з ув'язкою по станції обороту; д – надання вікон на одноколійній дільниці та ув'язка по станції обороту двоколійної дільниці

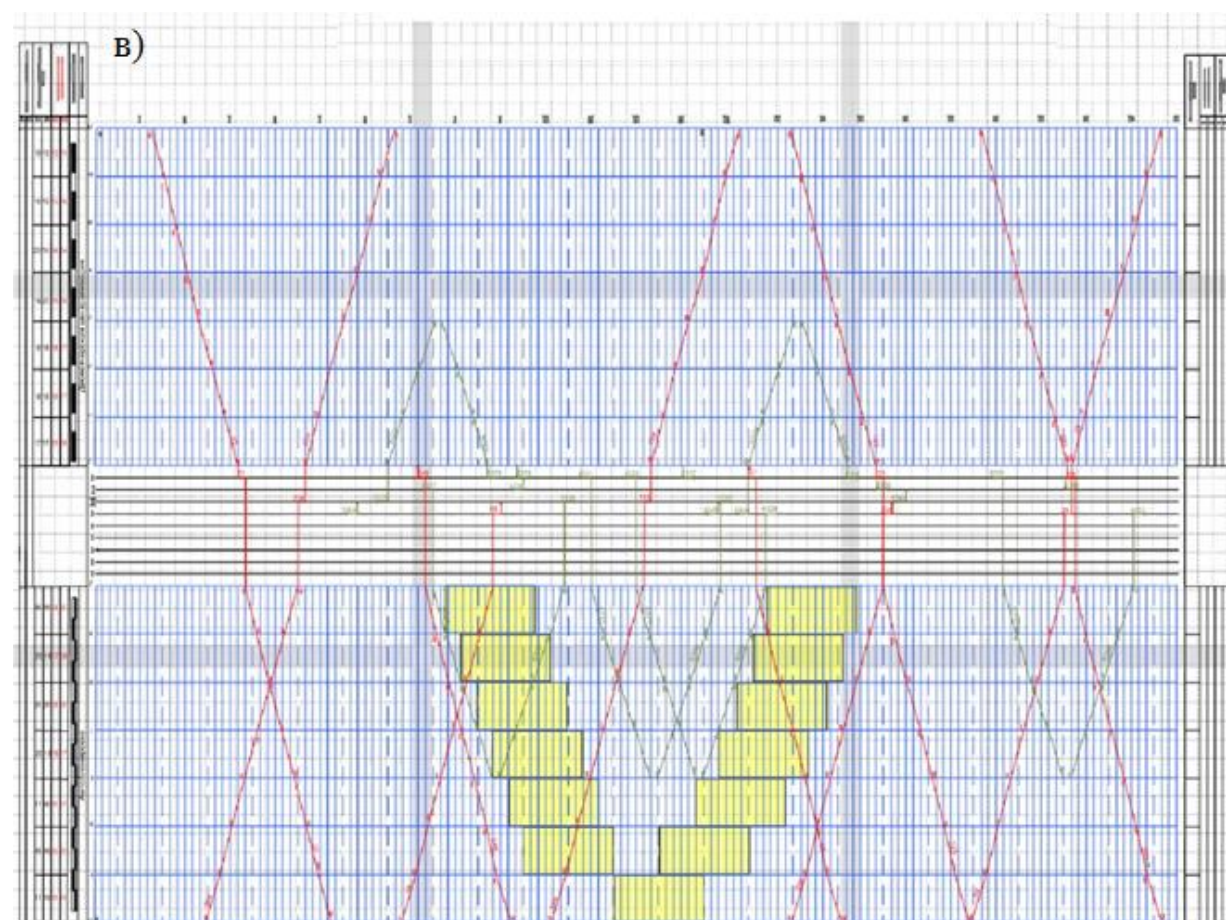
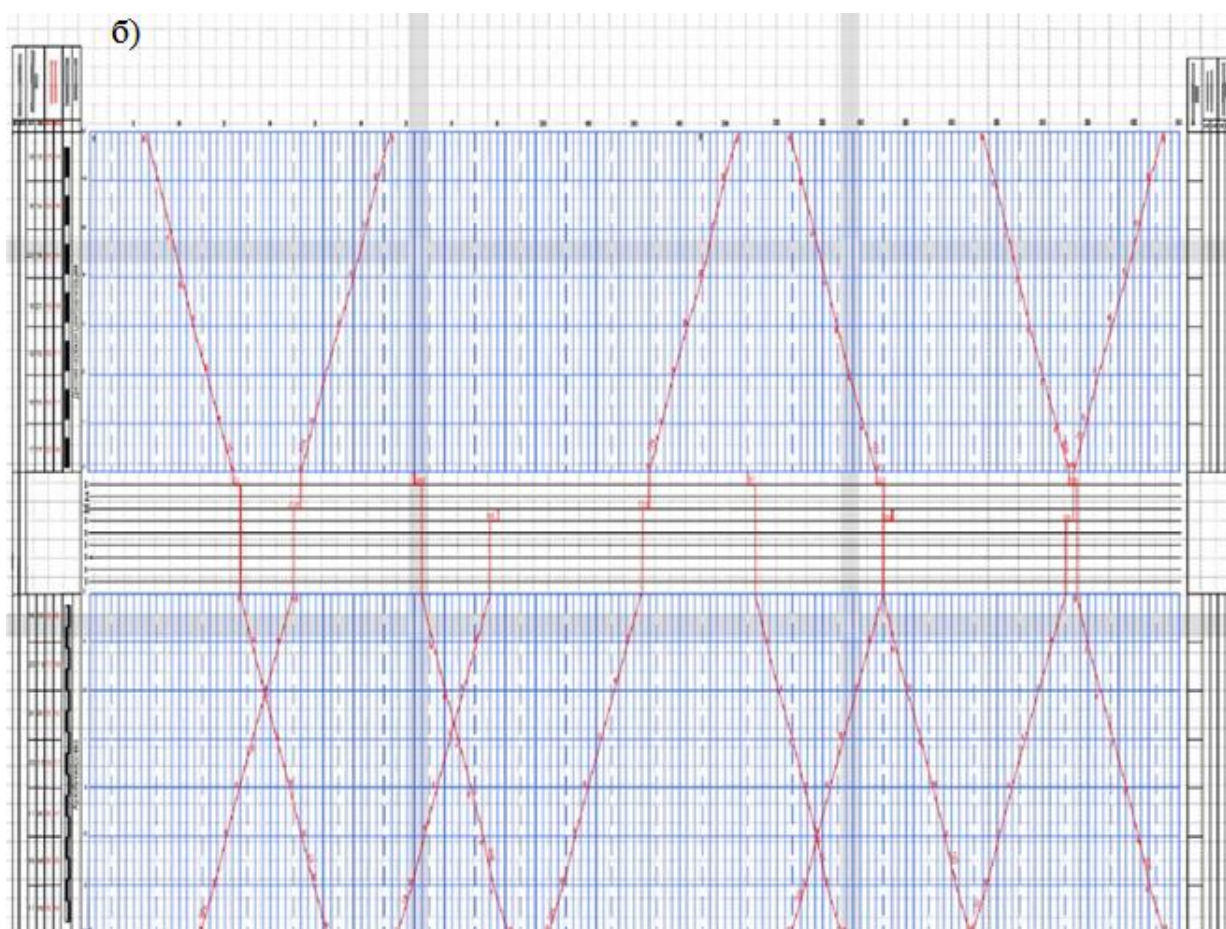


Рис. 5.7 (продовження)

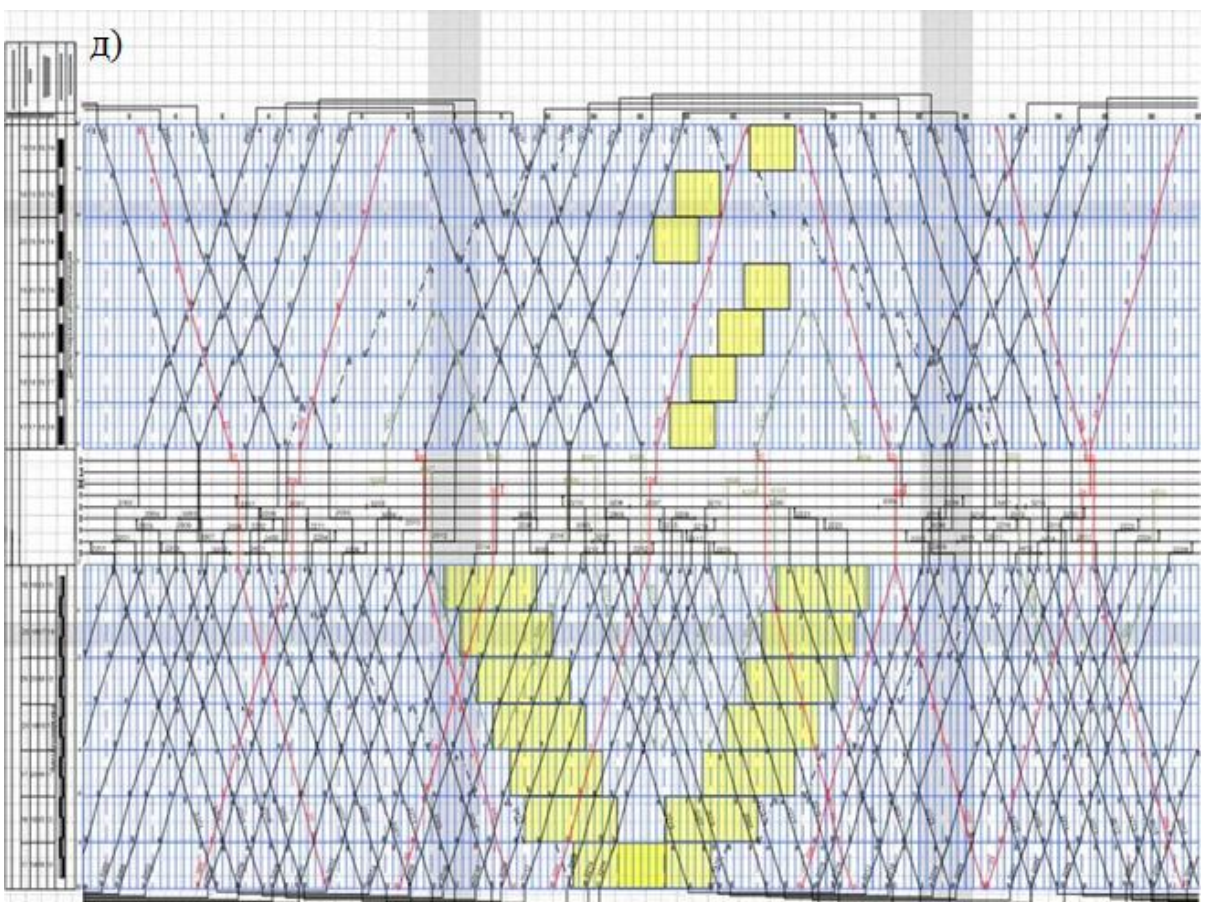
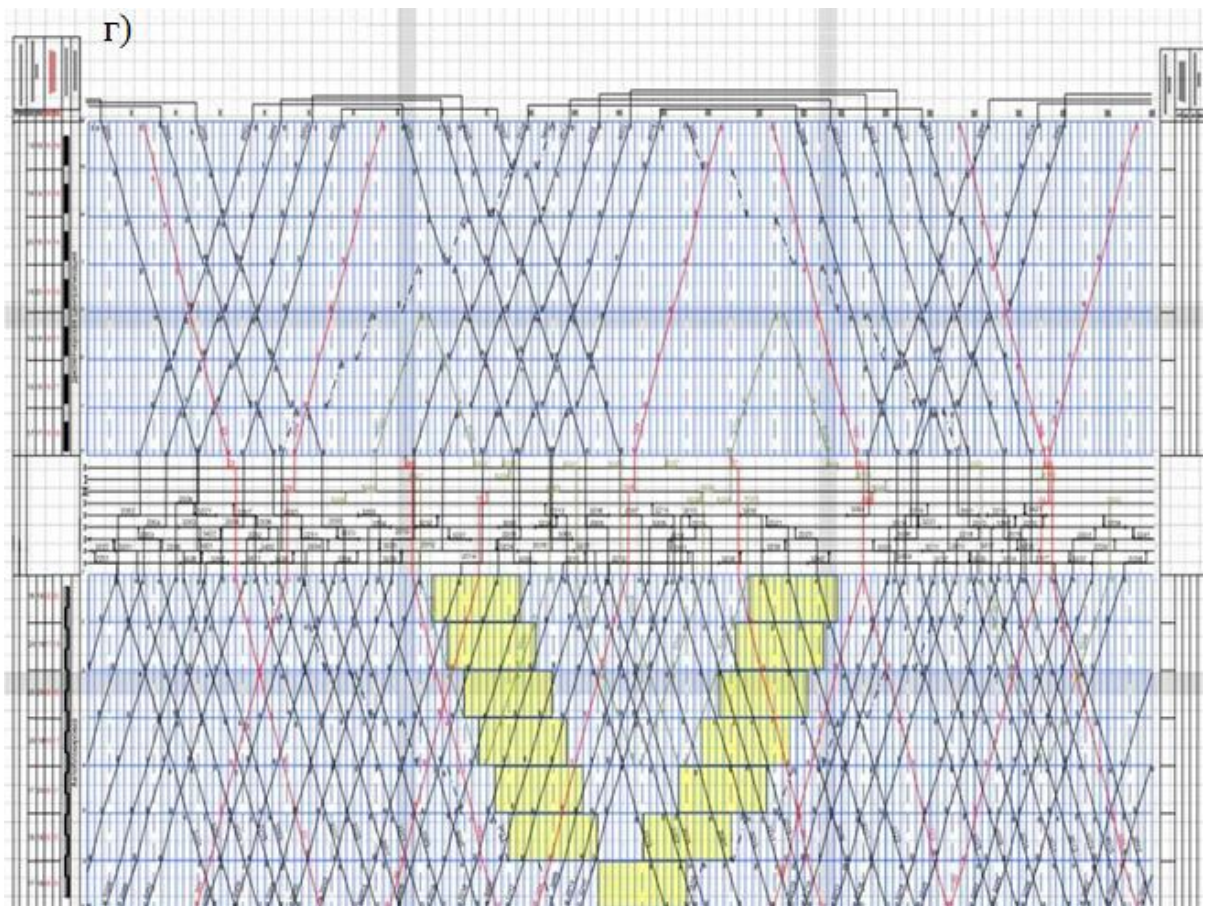


Рис. 5.7 (продовження)

5.5. Порядок підведення поїздів до технічних станцій і вузлів

Під час розроблення графіка руху слід узгоджувати розклади пропускання поїздів через вузол. Розклади у вузлі мають бути безпосереднім продовженням прокладання поїздів на прилеглих дільницях. Частка розкладів, що мають узгодження у вузлі, має відповідати частці транзитного вагонопотоку без переробки, але становити не менше 30 %. Однією з умов своєчасного пропускання вагонопотоків є дотримання умов роботи сортувальних, дільничних і вузлових станцій. Головним завданням у розв'язці розкладів по станціях має бути забезпечення правильної взаємодії в роботі основних парків станцій і сортувальних пристроїв як між собою, так і з прилеглими дільницями. Це досягається у випадку рівномірного підведення до станцій поїздів різних категорій.

Розрахунковий інтервал прибуття поїздів у розформування має бути не менше інтервалу обробки їх працівниками пункту технічного обслуговування вагонів, станційного технологічного центру та працівниками пункту комерційного огляду (ПКО)

$$t_2 \leq (I_{np}^{poz}) \geq \frac{t_n}{B}, \quad (5.9)$$

де I_{np}^{poz} – розрахунковий інтервал прибуття поїздів у розформування, хв;

t_n – середня тривалість обробки одного состава, хв;

B – кількість одночасно працюючих бригад, які виконують обмежуючу операцію;

t_2 – гірковий інтервал, мінімальний час між початками двох послідовних розпусків составів з гірки, хв.

Нитки поїздів різних категорій у графіку необхідно розміщувати таким чином, щоб не було непродуктивних втрат у пропускній спроможності окремих станційних пристроїв. Так, перед пачкою пасажирських поїздів і одразу за нею не слід прокладати розклади для транзитних вантажних поїздів, а треба прокладати розклади лише для поїздів, що прибувають у розформування.

У разі підведення такої кількості поїздів, що прибувають у розформування, не буде перерви в роботі гірки через пропускання пачки пасажирських або транзитних поїздів.

У періоди згущеного прокладання пасажирських і приміських поїздів у графіках руху необхідно по можливості передбачати розроблення розкладів для внутрішньовузлових передач, а також інших місцевих поїздів. Це дозволить забезпечити впродовж доби більш рівномірне завантаження сортувальних пристроїв.

Розроблення розкладів з відправлення вантажних поїздів свого формування має здійснюватися таким чином, щоб не порушувалася технологія обробки составів працівниками пунктів технічного обслуговування вагонів.

У випадку примикання до вузлової станції кількох напрямків прокладання поїздів доцільно починати з одноколійних дільниць з максимальним заповненням пропускнуої спроможності, а потім двоколійних дільниць.

Кількість поїздів, що підводяться до вузла з різних напрямків, має відповідати кількості поїздів, що відправляються як у цілому за добу, так і з 6-годинними періодами.

Якщо до вузла прибувають поїзди зі зміною ваги та довжини, різниця у прибутті та відправленні, що виникає по станції, має регулюватися за рахунок розмірів руху.

У тих випадках, коли у вузлі поїздопотік має відхилення з одного напрямку на інший, розклади вантажних поїздів з відправлення мають бути узгоджені за обома напрямками.

Під час розроблення розкладів не можна допускати, щоб періоди інтенсивного підведення поїздів до вузла з різних напрямків співпадали між собою.

При розробленні графіка та узгодженні розкладів на цілих напрямках слід забезпечити поєднання інтенсивного підведення поїздів з однієї дільниці зі зменшенням підведення поїздів з інших, тобто забезпечити порівняно рівномірне підведення поїздів до вузла впродовж доби.

З метою забезпечення рівномірного завантаження колій транзитного парку у графіку не можна допускати одночасного підведення до вузла з різних напрямків транзитних вантажних поїздів.

5.6. Організація пропускання поїздів при наданні «вікон» для поточного утримання технічних засобів, капітального ремонту пристроїв і будівельних робіт

Для виконання робіт з поточного утримання колії, штучних споруд, контактної мережі та пристроїв СЦБ згідно з п. 8.3 ПТЕ [6] мають надаватися технологічні вікна тривалістю 60–120 (90–180) хв залежно від вантажонапруженості.

На напрямках, де передбачається виконання ремонтно-будівельних робіт, розроблення графіка руху поїздів має здійснюватися таким чином, щоб «вікна», що надаються в певні дні тижня, викликали мінімальні відхилення від графіка пасажирських поїздів. З цією метою на двоколійних лініях мають бути виділені дві зони в парному і непарному напрямках. Тривалість зон має складати 4,5–5 год, а інтервал між ними – 7–7,5 год.

У виділених зонах пасажирські поїзди слід прокладати лише пакетами – по два поїзди в пакеті при мінімальному інтервалі між поїздами. Інтервал між пакетами поїздів необхідно передбачати не менше 40-50 хв. У виділених зонах найбільш доцільно прокладати пасажирські поїзди непостійного обертання і такі, що мають найбільш короткі маршрути прямування. У інтервалах між виділеними зонами пасажирські поїзди можуть прокладатися без особливих вимог. Таке прокладання пасажирських поїздів забезпечує узгодження «вікон» на напрямках великої протяжності і надання їх на будь-якій дільниці у світлий час доби при найефективнішому використанні пропускнуої спроможності тимчасово одноколійного перегону.

Для створення можливості коригування розкладів прямування пасажирських поїздів по двоколійній дільниці, що ремонтується, без зміни часу входу і виходу поїзда з дільниці потрібно передбачати резерв, що дорівнює розрахунковому часу руху по максимальному перегону. Цей резерв повинні мати тільки пасажирські поїзди обох напрямків, прокладених у виділених зонах.

Якщо виділення «вікон» у графіку руху для ремонту колії і контактної мережі вимагає повного припинення руху поїздів на одноколійних лініях і перерв у русі по одній з колій двоколійних

ліній, то істотно знижується пропускна спроможність ліній. Тому при виділенні «вікон» у графіку руху слід передбачити форсоване пропускання поїздів у періоди, що передують перервам у русі і наступні за ними, а для двоколієвих ліній, крім того, найбільш ефективно використання пропускної спроможності тимчасового одноколієного перегону.

При організації руху поїздів з наданням «вікон» у сучасних умовах найчастіше застосовується пропускання здвоєних поїздів і пакетів поїздів (рис. 5.8). Як видно з рис. 5.8, а, пропускання здвоєних поїздів після «вікна» на одноколієній лінії дозволяє заповнити втрати пропускної спроможності.

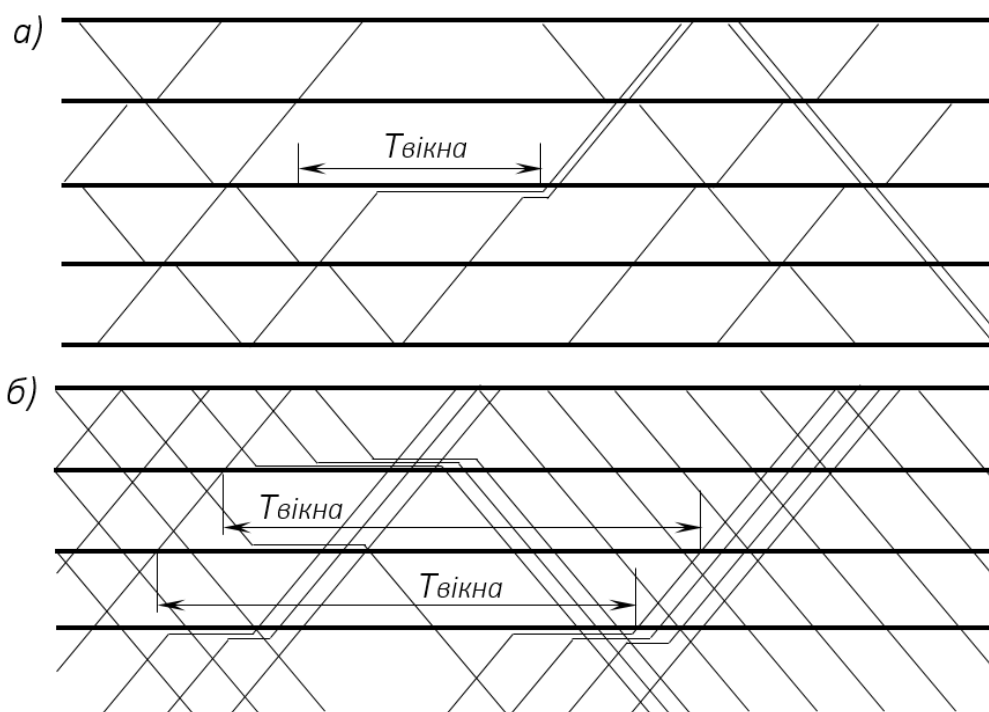


Рис. 5.8. Схеми розташування поїздів при виділенні на графіку «вікон» для ремонтних робіт

Залежно від тривалості «вікна» кількість здвоєних поїздів на дільниці, що в порядку чергування пропускаються в непарному і парному напрямках, визначається за формулою

$$N_{\text{здв}} = \frac{2T_{\text{вік}}}{T_{\text{пер}}}, \quad (5.10)$$

де $N_{здов}$ – кількість здвоєних поїздів на дільниці;

$T_{вік}$ – тривалість «вікна», хв;

$T_{пер}$ – період звичайного графіка руху, хв.

При організації руху пакетів поїздів по тимчасово одноколійних перегонах двоколійної лінії (рис. 5.8, б) пропускна спроможність визначається за формулами частково-пакетного графіка. Для збільшення пропускної спроможності тимчасово одноколійних перегонів двоколійних ліній також широко застосовується здвоювання і поєднання (більше двох) поїздів.

У тих випадках, коли при заданій тривалості «вікна» пропускна спроможність у напрямку колії, на якому виконуються колійні роботи, виявляється недостатньою, слід знайти способи підвищення пропускної спроможності перегону, тимчасово використовуюваного як одноколійний. Це може бути досягнуто зменшенням періоду графіка за рахунок скорочення довжини одноколійного перегону. Частини перегону, де здійснюють роботи, захищають тимчасовими колійними постами, і двосторонній рух організують тільки на цій частині перегону. На решті частини перегону зберігається нормальний двоколійний рух.

На період надання «вікна» для ремонтно-будівельних робіт може розроблятися варіантний графік руху поїздів, який охоплює проміжок часу 1,5–2 години – від початку «вікна», тривалість «вікна» та час після «вікна», впродовж якого відновлюється рух поїздів за графіком і здійснюється виведення з дільниці господарчих поїздів.

Варіантні графіки для дільниць (напрямок) з інтенсивною технологією перевізного процесу і ліній швидкісного пасажирського руху поїздів підлягають затвердженню в АТ «Укрзалізниця».

З метою уникнення значних відхилень від розкладу руху поїздів дальнього сполучення у варіантному графіку дозволяється зміна та скорочення маршруту прямування, відміна та зміна розкладу місцевих і приміських поїздів. Перевага у пропусканні надається поїздам, які прямують за межі України.

«Вікна», надання яких викликає зміну розкладу руху пасажирських поїздів, маршруту прямування, станції

відправлення або призначення в межах двох і більше залізниць та значну відміну вантажних поїздів, надаються за дозволом Департаменту руху, а також Департаменту пасажирських перевезень далекого сполучення.

Дозвіл на скорочення, зміну маршруту прямування, що не викликає зміни розкладу, відміну пасажирських і приміських поїздів у межах двох і більше залізниць, надає Департамент пасажирських перевезень далекого сполучення.

5.7. Спеціалізація ниток графіка, узгодження ниток по стикових пунктах

Спеціалізація ниток графіка має здійснюватися для порожніх, прискорених, великовагових, довгосоставних, контейнерних, контрейлерних і з'єднаних поїздів, а також для всіх технологічних маршрутів, що забезпечують стійкий зв'язок між постачальниками та споживачами.

Перегінний час ходу, розгону й уповільнення навантажених і порожніх маршрутів встановлюється тяговими розрахунками згідно з діючими «Правилами производства тяговых расчетов для поездной работы» (ППТР) [12] виходячи з норми ваги (уніфікованої або паралельної) і з урахуванням усієї сукупності постійних і тривалодіючих попереджень про обмеження швидкості на перегонах і станціях.

Під час прискореного пропускання поїздів по спеціалізованих нитках допускається об'єднання двох суміжних плеч роботи локомотивних бригад за умови гарантованого дотримання режиму праці та відпочинку.

Станції технічного та комерційного огляду составів поїздів, що прямують по спеціалізованих нитках, встановлюються виходячи з максимального поєднання технологічних операцій за умови дотримання подовжених гарантійних плеч для даного типу рухомого складу.

Точки відправлення з початкової станції та прибуття на кінцеву станцію маршруту поїздів, що прямують по спеціалізованих нитках, мають бути узгоджені з технологічним процесом роботи підприємств-вантажовідправників і вантажоодержувачів.

Розміри руху поїздів по спеціалізованих нитках мають визначатися виходячи з забезпечення найбільш потужних струменів вантажних і порожніх вагонопотоків з кожного напрямку.

Графік руху поїздів по спеціалізованих нитках за умови їх обертання на одній залізниці розробляється інженерами-технологами зі складання графіка і погоджується з причетними службами на нараді залізниці та затверджується керівництвом залізниці.

Графік руху поїздів по спеціалізованих нитках, що обертаються на полігоні двох і більше залізниць, розробляється на нараді інженерів-технологів зі складання графіка з узгодженням точок проходження міжзалізничних стиків одночасно з пасажирськими поїздами.

Відповідальність за своєчасну передачу поїздів, що прямують за спеціалізованими розкладами і по міжзалізничних стикових пунктах оформляється протоколами.

5.8. Особливості складання графіка руху вантажних поїздів при виділенні в ньому стабільної частини (ядра) поїздопоток

Організація пропускання поїздопоток за графіком з виділенням стабільної частини (ядра) є діючим заходом покращення організації перевізного процесу, який дозволяє скоротити оборот вагона, підвищити ефективність використання тягових засобів, докорінно покращити умови праці та відпочинку локомотивних бригад.

На підставі аналізу сезонної нерівномірності вантажних перевезень увесь поїздопотік поділяється на три частини:

- ядро – основна частина за кількістю ниток, що становить близько 70 % добового встановленого потоку вантажних поїздів за графіком і характеризується високою сталістю (70 % і вище) відправлення та прибуття за розкладом;
- факультативні поїзди, що мають ступінь сталості від 40 до 70 % з такою самою частотою обертання, тобто відправляються не більше 20 разів на місяць і становлять 15-20 % заданого потоку;
- додаткові поїзди – решта поїздів зі сталістю використання розкладу не більше 40 %.

5.9. Особливості прокладання поїздів на електрифікованих дільницях

Деякі особливості прокладання поїздів на графіку при електричній тязі пов'язані з залежністю реалізованої потужності локомотива від кількості і взаємного розташування поїздів на графіку, ступеня рівномірності їх прокладання і чергування за масою та швидкістю.

Ці чинники впливають на загальне навантаження тягової мережі, рівень напруги на струмоприймачі локомотива і, як наслідок, швидкість руху поїздів.

Тому для електрифікованих ліній рівномірне розташування поїздів на графіку має особливо важливе значення. Доцільно чергувати на графіку лінії ходу вантажних поїздів з пасажирськими і прискореними, особливо в періоди згущеного руху. При великому згущенні поїздів в окремі години або періоди доби необхідно перевіряти час ходу поїздів по перегону залежно від втрат напруги в контактній мережі.

Основою для встановлення залежності, що дозволяє коригувати час ходу і міжпоїздні інтервали з урахуванням реального падіння напруги на дільниці, мають бути тягові розрахунки.

Час ходу поїзда при фактичній нарузі на струмоприймачі електровоза, хв, визначається як

$$t_{\phi} = t_p + t_i \left(\frac{U_p}{U_n - \Delta U_{cp}} - 1 \right), \quad (5.11)$$

де t_p , t_i – час ходу поїзда в межах розглянутої дільниці при розрахунковій нарузі відповідно загальний і при русі під струмом за автоматичною характеристикою;

U_n – номінальна напруга на вивідних шинах тягової підстанції, В;

U_p – розрахункова напруга на струмоприймачі електровоза, В;

ΔU_{cp} – середні втрати напруги в контактній мережі, В.

Складений на задані розміри руху поїздів графік має забезпечувати рівномірне навантаження на тягові підстанції та

найменше падіння напруги на струмоприймачі кожного поїзда, що пропускається по дільниці.

При обертанні однотипних поїздів дана вимога зводиться до забезпечення рівномірного їх прокладання з рівними інтервалами. Крім того, під час прокладання ліній ходу поїздів на графіку слід враховувати також профіль колії, прагнучи мати у своєму розпорядженні ці лінії такими, щоб при прямуванні одного поїзда на підйом одночасно інший поїзд прямував під ухил. Таке розташування поїздів особливо ефективно на дільницях, де застосовується рекуперативне гальмування. У цьому випадку підвищене споживання енергії поїздом, що прямує на підйом, певною мірою компенсується енергією, яку повертатиме поїзд, що прямує під ухил з гальмуванням.

При одночасному обертанні поїздів різних вагових категорій (великовагові і з'єднані, порожні) слід уникати концентрації на графіку ниток для великовагових і з'єднаних.

Перед складанням графіка для електрифікованих ліній на перегонах і блок-ділянках з найбільшими витратами електроенергії слід проаналізувати поздовжній профіль і залежно від цього з урахуванням схеми живлення дільниці здійснити прокладання поїздів. Найбільш характерні типи профілів наведені на рис. 5.9. При профілях першого типу розташування на графіку поїздів одного напрямку, що прямують на підйом, як правило, не залежить від розташування поїздів зворотного напрямку, що прямують по спуску в більшості випадків без струму.

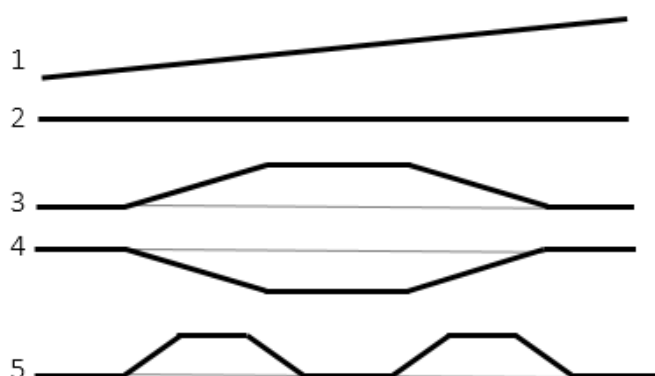


Рис. 5.9. Характерні типи профілю колії на фідерних зонах:
1 – в одному напрямку суцільний підйом, у зворотному – спуск;
2 – рівнинний; 3 – з горбом; 4 – з ямою; 5 – пилкоподібний

При другому типі профілю поїздом, як правило, споживається значна кількість енергії і при прокладанні їх на графіку слід прагнути, щоб поїзди протилежних напрямків розташовувалися відносно один одного за схемою, наведеною на рис. 5.10. Найбільше споживання струму відбувається в порівняно нетривалі інтервали часу t_1 і t_2 , а поїзди при цьому розташовуються поблизу тягових підстанцій, що створює умови для менших втрат напруги в тяговій мережі.

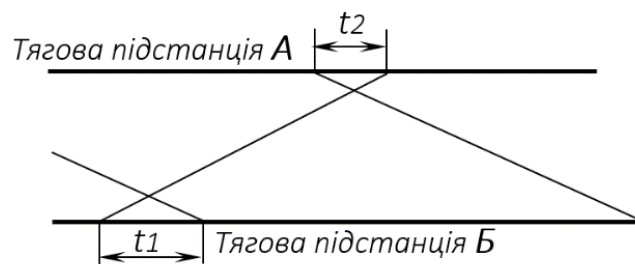


Рис. 5.10. Розташування поїздів у фідерній зоні при рівнинному профілі

При профілях третього і четвертого типів поїзди одну частину дільниці проходять без струму, другу – під струмом. Складаючи графік, слід прагнути такого розташування поїздів, при якому максимально б скорочувалося одночасне проходження їх під струмом. На цих типах профілю велике значення для підтримки нормального рівня напруги в контактній мережі має рекуперація електроенергії електровозами поїздів, що прямують під ухил.

При профілях п'ятого типу найбільш вигідне розташування поїздів на графіку (особливо при значних розмірах руху) встановити важко. Доцільно розташування поїздів на графіку порівнювати з іншими варіантами за значенням середнього падіння напруги й обирати найкращий. У ряді випадків у період згущеного прямуювання поїздів одного напрямку доцільно послаблювати зустрічний потік.

З використанням моделі, що імітує рух поїзда по дільниці, можна оцінити вплив профілю дільниці і рекуперації електроенергії на питомі витрати електроенергії при веденні поїздів з одним локомотивом і за системою «кратної тяги» або

підштовхування. За основу моделювання доцільно обирати модель, що розроблена В. І. Александровим і А. Є. Бароновим.

Як відомо, на питомі витрати електроенергії впливають такі чинники: маса поїзда, профіль дільниці, обмеження швидкості, швидкість руху поїзда, метеоумови та ін.

Дільниці можна класифікувати за типом профілю, де виділено чотири типи:

- рівнинний;
- горбистий;
- горбисто-гірський;
- гірський.

За результатами розрахунків для кожної дільниці побудовано залежності питомих витрат електроенергії від маси поїзда. Аналіз побудованих графіків показав, що питомі витрати електроенергії істотно залежать від профілю дільниці. Різниця між питомими витратами на рівнинному профілі і горбисто-гірському може становити при веденні поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування до 12 кВт·год на 1 поїзд.км, що становить у середньому 37 % від питомих витрат на рівнинному профілі. Це вимагає обов'язкового обліку профілю дільниці при визначенні питомих витрат електроенергії на тягу поїздів.

Встановлено також, що питома величина рекуперації електроенергії при русі поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування може досягати на дільницях з горбисто-гірським профілем 6 кВт·год на 1 поїзд.км, що становить 16 % величини питомих витрат без урахування рекуперації електроенергії. Це вимагає обліку рекуперованої електроенергії при визначенні питомих витрат електроенергії на тягу поїздів.

За результатами розрахунків розроблено залежності для визначення питомих витрат електроенергії в кіловат-годинах на 1 поїзд.км ($E_{кВт.год}^{п.км}$) від маси поїзда (Q) для кожної з розглянутих дільниць. Отримані залежності при проходженні з одним локомотивом і за системою «кратної тяги» або підштовхуванням однотипні і мають вигляд [12]

$$E_{кВт.год}^{п.км} = (A \cdot d + B) \cdot 10^{-3} \cdot Q + C \cdot d + D, \quad (5.12)$$

де A, B, C, D – усереднені коефіцієнти, що залежать від профілю дільниці;

d – частка елементів профілю з ухилами від -3 до $+3$ %.

У табл. 5.1 наведено вид залежностей з усередненням коефіцієнтів для кожного типу профілю.

Таблиця 5.1

Залежності для визначення питомих витрат електроенергії на тягу поїздів

Кількість поїзних локомотивів	Тип профілю	Розрахункова формула
Один локомотив	рівнинний	$E_{\text{кВт.год}}^{\text{н.км}} = (-20,3 \cdot d + 16,18) \cdot 10^{-3} \cdot Q + 16,92 \cdot d + 27,79$
	горбистий	$E_{\text{кВт.год}}^{\text{н.км}} = (-18,06 \cdot d + 12,17) \cdot 10^{-3} \cdot Q + 11,18 \cdot d + 20,62$
	горбисто-гірський	$E_{\text{кВт.год}}^{\text{н.км}} = (-38,15 \cdot d + 17,61) \cdot 10^{-3} \cdot Q + 40,5 \cdot d - 0,22$
За системою «кратної тяги» або підштовхування	рівнинний	$E_{\text{кВт.год}}^{\text{н.км}} = (-24,6 \cdot d + 18,2) \cdot 10^{-3} \cdot Q + 6,09 \cdot d + 23,7$
	горбистий	$E_{\text{кВт.год}}^{\text{н.км}} = (-23,6 \cdot d + 14,3) \cdot 10^{-3} \cdot Q + 34,5 \cdot d + 7,1$
	горбисто-гірський	$E_{\text{кВт.год}}^{\text{н.км}} = (-37,8 \cdot d + 17,5) \cdot 10^{-3} \cdot Q + 43,3 \cdot d + 4,4$

На рис. 5.11 показано вплив маси поїзда, профілю дільниці і рекуперації електроенергії на питомі витрати електроенергії при проходженні поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування. Графіки побудовані відповідно до залежностей, поданих у табл. 5.1, при усередненні величини d .

На лініях з беззупинковим схрещенням довжину двоколієних вставок встановлюють з урахуванням деякого резерву для компенсації можливої неодноразовості прибуття поїздів протилежних напрямків на вставку. Крім того, за умовами профілю і плану колії, а також розташування існуючих роздільних пунктів фактична довжина вставок у ряді випадків виявляється довше розрахункової. У зв'язку з цим вісь беззупинкового схрещення на вставці може змінювати своє положення (рис. 5.12). Крайні положення I і III осі беззупинкового схрещення визначаються мінімальними

інтервалами $\tau_{\text{бс}}^{\text{min}}$ за відповідними розрахунковими осями, при яких ще можливе безупинкове схрещення.

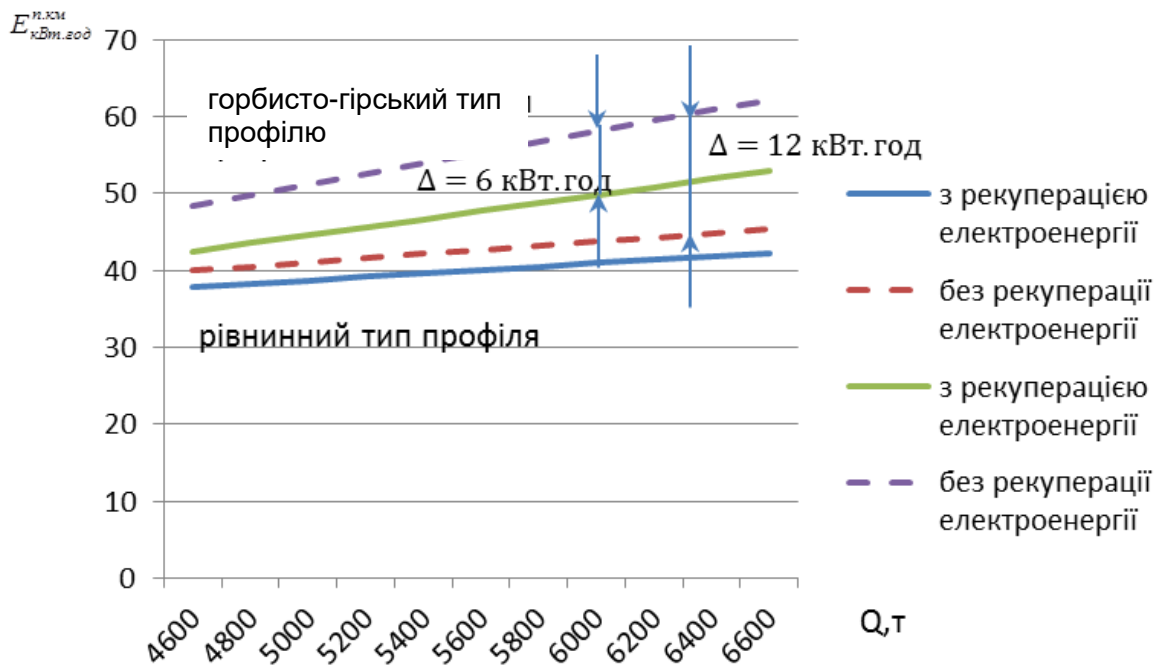


Рис. 5.11. Вплив маси поїзда, профілю дільниці та рекуперації електроенергії при прямуванні поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування на питомі витрати електроенергії

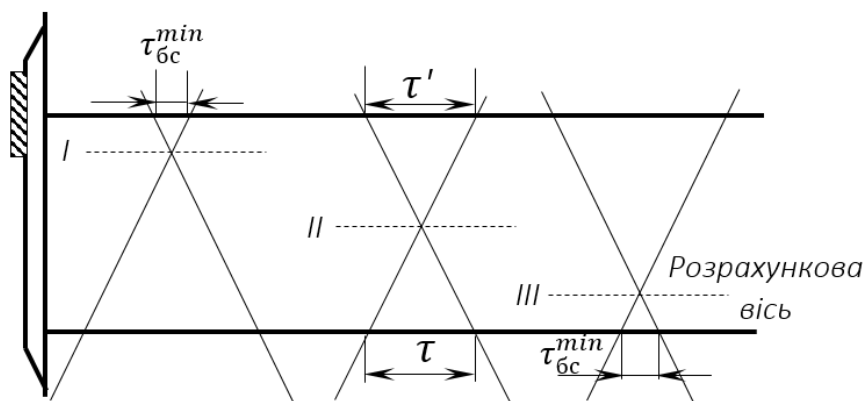


Рис. 5.12. Схема зміни положення осей безупинкового схрещення на двоколінійній вставці

Якщо час підходу поїздів протилежних напрямків до вставки такий, що інтервал $\tau_{\text{бс}}^{\text{min}}$ порушується (у менший бік), то

беззупинкове схрещення не відбудеться. Положення II - проміжне, при цьому $\tau > \tau_{\delta c}^{\min}$, тобто у фактичних інтервалах схрещення є певний запас проти мінімально допустимих. Чим довше двоколійна вставка, тим більше можливостей змінювати положення осі беззупинкового схрещення. Використовуючи цю обставину при побудові графіка, слід прагнути передбачати визначений запас часу понад мінімальний інтервал $\tau_{\delta c}^{\min}$ з тим, щоб забезпечити більш стійке здійснення беззупинкових схрещень при можливих відхиленнях поїздів від графіка.

5.10. Пропускання з'єднаних поїздів

Рух з'єднаних поїздів при постановці локомотива в голові та середині состава може застосовуватися для підвищення провізної спроможності окремих ділянок, а також покращення техніко-економічних показників їхньої роботи і розглядатися як тимчасові і постійні заходи, що забезпечує збільшення провізної спроможності одноколіїних і двоколіїних ділянок. Тимчасове збільшення провізної спроможності досягається організацією пропускання з'єднаних поїздів у періоди різкого зростання обсягу перевезень. У цьому випадку великовантажні поїзди пропускаються при існуючому технічному оснащенні ділянки. Просування з'єднаних поїздів з постановкою локомотивів у голові та середині состава без зміни технічного оснащення ліній вносить ряд особливостей до системи їх експлуатації. Зокрема з'єднані поїзди слід пропускати в межах ділянки без зупинок, що погіршує, особливо на одноколіїних лініях, умови для просування інших вантажних поїздів.

Організація руху з'єднаних поїздів може розглядатися як постійна система експлуатації ділянок для покращення їхніх експлуатаційних показників. При цьому необхідне подовження приймально-відправних колій до подвійної норми хоча б на частині проміжних роздільних пунктів, а також будівництво спеціальних вставок додаткової головної колії на перегонах, що примикають до діляничних або сортувальних станцій. Наявність таких вставок дозволить здійснювати з'єднання і роз'єднання составів без затримок інших поїздів.

При існуючому технічному оснащенні здійснювати схрещення з'єднаних поїздів між собою на дільниці неможливо. Тому одночасно на дільниці можуть знаходитися з'єднані поїзди тільки одного напрямку, як це показано на рис. 5.13.

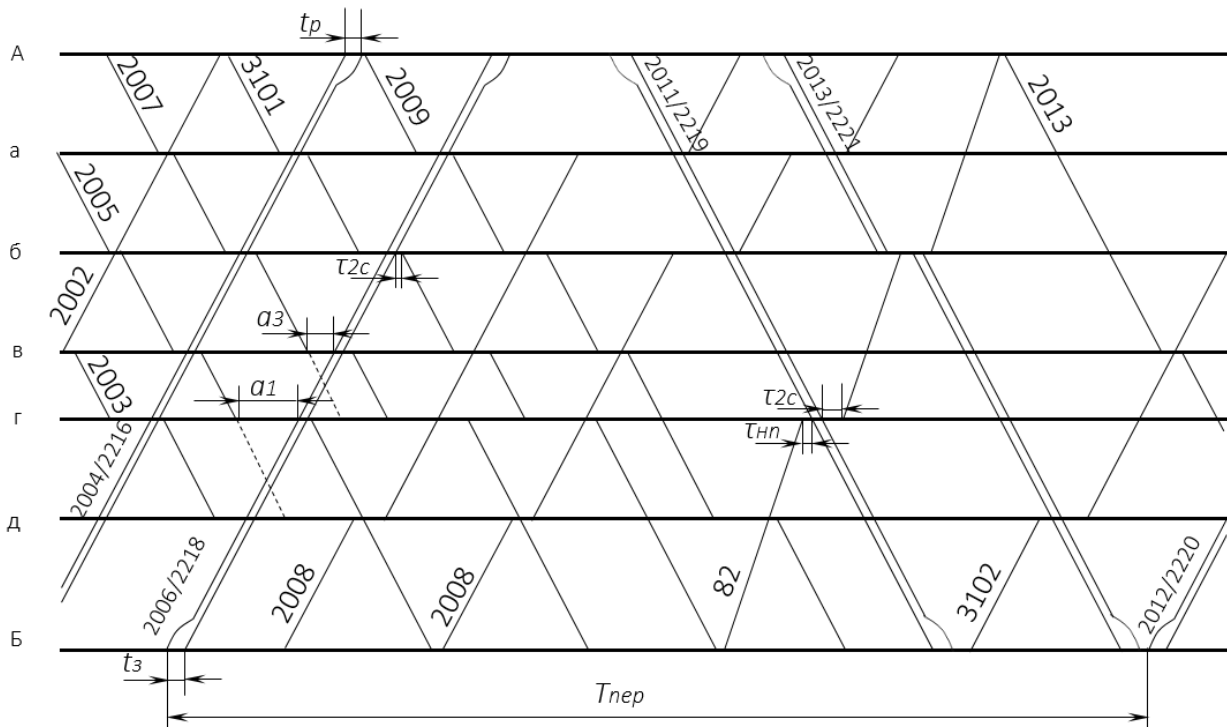


Рис 5.13. Графік пропускання з'єднаних поїздів для збільшення розмірів руху

Після звільнення дільниці з'єднаним поїздом 2006/2218 можна відправляти такий поїзд у зустрічному напрямку, наприклад поїзд 2011/2219. Здвоєний поїзд по одноколійній дільниці, як правило, має прямувати без зупинок. Найбільш доцільно зупиняти для схрещення зустрічні поодинокі вантажні поїзди. У ряді випадків виникає необхідність здійснювати схрещення з'єднаних поїздів з пасажирськими. При цьому можливі дві схеми схрещення поїздів. Перша схема передбачає зупинку пасажирського поїзда 82 і беззупинкове проходження великовагового поїзда 2011/2219 (станція г на рис. 5.13.). Здійснити схрещення здвоєного поїзда з пасажирським можна і за другою схемою (станція б). З'єднаний і пасажирський поїзди приймаються на проміжну станцію з зупинкою. Спочатку відправляється з'єднаний поїзд і після звільнення ним непарної

горловини станції – пасажирський. Кращою з точки зору організації пропускання поїздів є перша схема.

Рух з'єднаних поїздів за відсутності на проміжних роздільних пунктах колій, що містять такі поїзди, викликає збільшення станційних інтервалів. Зокрема, станційний інтервал схрещення зростає на час, необхідний для проходження половини великовагового поїзда по станції. Якщо замість здвоєних пропускаються строєні поїзди, приріст станційного інтервалу схрещення у два рази більше, ніж при проходженні здвоєних.

При схрещенні з'єданого поїзда з пасажирським за першою схемою (рис. 5.13, станція г) станційні інтервали залишаються такими самими, як і при пропусканні вантажних поїздів. Якщо схрещення здійснюється за другою схемою (рис. 5.13, станція б), інтервал схрещення для з'єданого поїзда τ_c не змінюється, а для пасажирського τ_{2c} збільшується.

При зупинці частина з'єданого поїзда розміщується на перегоні. Тому розпочинати готування маршруту відправлення для пасажирського поїзда можна після звільнення перегону і стрілочної горловини з'єднаним поїздом. Інтервал схрещення збільшується на час, необхідний для проходження з'єднаним поїздом відстані, що дорівнює довжині одинарного поїзда. Інтервал неодночасного підходу поїздів протилежного напрямку при другій схемі схрещення не лімітує пропускання поїздів і може змінитися до величини інтервалу неодночасного прибуття.

В умовах обертання з'єднаних поїздів мають місце схрещення одинарних поїздів між собою і одинарних зі з'єднаними. У зв'язку з цим мінімальна тривалість стоянки змінюється. У середньому вона становить

$$t_m = \tau_n + \tau_c (1 - \varphi) + \varphi \tau_{2c}, \quad (5.13)$$

де τ_n , τ_c – середні станційні інтервали відповідно неодночасного прибуття і схрещення одинарних поїздів, хв;

τ_{2c} – інтервал схрещення одинарного поїзда зі з'єднаним, хв;

φ – частка ниток у графіку для пропускання з'єднаних поїздів

$\varphi = n_{ван}^{зд} / n_{ван}$, де $n_{ван}^{зд}$ – кількість з'єднаних ниток у графіку руху;

$n_{ван}$ – загальна кількість ниток у графіку руху.

Розрахунками за формулою (5.13) встановлено, що використання 10-30 % ниток для пропускання з'єднання поїздів збільшує станційні інтервали тільки на 2-6 %. Отже, через збільшення станційних інтервалів середня тривалість стоянки при перетинанні в умовах обертання з'єднаних поїздів збільшується незначно.

При існуючому технічному оснащенні одноколіїної дільниці схрещення між собою з'єднаних поїздів неможливе. Це призводить до обмеженої кількості з'єднаних поїздів, що можуть бути пропущені по дільниці. З'єднані поїзди одного напрямку можна пропускати одинарними або в пачці.

Пачку з більше двох з'єднаних поїздів відправити практично неможливо через умови роботи технічних станцій. Тому в розрахунках слід приймати два з'єднаних поїзди, які одночасно йдуть в одному напрямку. Наступного разу з'єднані поїзди цього напрямку можуть бути виправлені через період $T_{пер}$ (рис. 5.13), що дорівнює сумі чистого часу ходу пари вантажних поїздів і двох періодів одноколіїного непакетного графіка, який обмежує перегін. При протяжності дільниці 120 км, ходовій швидкості 55–60 км/год цей період становить 5-6 год. Тоді за рахунок об'єднання додатково на добу може бути пропущено 8–10 поодиноких поїздів. При цьому приріст пропускної спроможності на дільницях, не обладнаних автоблокуванням, становить 10–15 %, на лініях з автоблокуванням – 8–12 %. В окремих випадках при різко вираженому непарному русі і просуванні з'єднаних поїздів переважно в одному напрямку приріст пропускної спроможності може досягати 20–25 %. Таким чином, приріст пропускної спроможності одноколіїних ліній, що досягається за рахунок обертання з'єднаних поїздів, становить у найбільш типових умовах експлуатації 10–15 %.

Обертання з'єднаних поїздів може застосовуватися для тимчасового збільшення провізної спроможності двоколіїних дільниць, які не обладнані автоблокуванням. Як і на одноколіїних дільницях, з'єднання і роз'єднання поїздів здійснюється з зайняттям перегону. Відправлення вантажних поїздів для з'єднання може здійснюватися або після звільнення перегону попереднім поїздом, або через деякий час після відправлення цього поїзда з розпорядчої станції.

З'єднаний поїзд може бути відправлений слідом за пасажирським (рис. 5.14). У цьому випадку, як правило, не відбувається збільшення розрахункового інтервалу між вантажним поїздом, який обганявся на дільниці пасажирським, і з'єднаним.

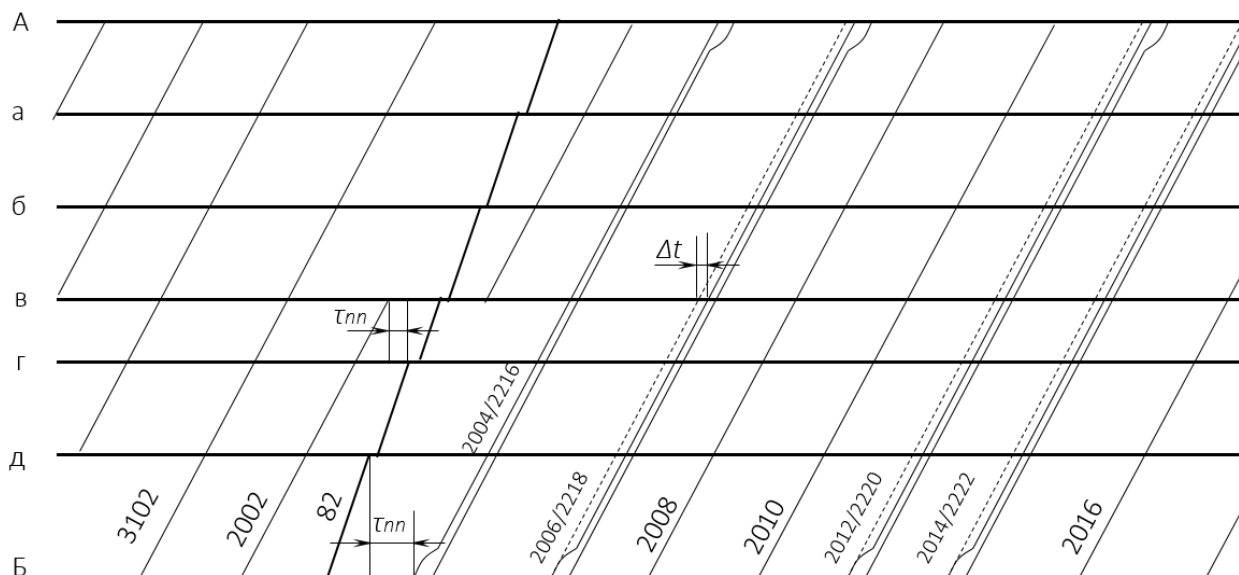


Рис. 5.14. Фрагмент графіка руху при пропусканні з'єднаних поїздів на двоколінійній дільниці

Пояснюється це тим, що для виконання операцій зі з'єднання використовується час знімання пасажирського поїзда. Якщо поїзди відправляються на з'єднання після звільнення першого перегону вантажним поїздом, то через збільшення часу на виконання операцій зі з'єднання може бути збільшений розрахунковий інтервал. Одинарний поїзд міг проїхати за розкладом, вказаним на рис. 5.14 пунктирною лінією. Здвоєний поїзд може пройти пізніше цього розкладу на величину Δt , тобто мінімальний інтервал між суміжними і з'єднаним поїздами зростає на Δt . Збільшення розрахункового інтервалу призводить до скорочення кількості ниток, що можуть бути прокладені в умовах обертання з'єднаних поїздів, порівняно з пропусканням всіх поїздів одинарними. Зміна інтервалу залежить від різниці між часом ходу вантажного поїзда по першому і максимальному перегонах. У зв'язку з тим, що збільшується розрахунковий інтервал, кожна «нитка» графіка, по якій пропускається здвоєний

поїзд, не дає приросту пропускної спроможності у два рази. При роз'єднанні поїздів також займається перегін. Тому може виявитися, що і для виконання операцій з роз'єднання поїздів необхідне збільшення розрахункового інтервалу. Крім того, при існуючому технічному оснащенні дільниці неможливо здійснювати обгони з'єднаних поїздів пасажирськими. Тому частину розкладів не можна використовувати для руху з'єднаних поїздів. Таким чином, приріст пропускної спроможності в одинарних поїздах, який може бути досягнутий за рахунок обертання з'єднаних поїздів, при існуючому технічному оснащенні дільниці залежить від неідентичності розташування перегонів, розмірів пасажирського руху і характеру поїздопотоків.

Контрольні питання до розділу 5

1. У якій послідовності наносять поїзди на ГРП?
2. Основні принципи складання графіка руху пасажирських поїздів.
3. У чому полягають основні відмінності при складанні скороченого та детального графіка руху пасажирських поїздів?
4. Які основні принципи прокладання вантажних поїздів?
5. У чому полягають основні відмінності при прокладанні вантажних поїздів на одноколійних і двоколійних дільницях?
6. Які основні вимоги щодо підведення вантажних поїздів до технічних станцій вузла?
7. Як організують виконання робіт з поточного утримання колії, штучних споруд, контактної мережі та пристроїв СЦБ?
8. Які особливості у пропусканні поїздів виникають у зв'язку з «вікнами» на ГРП?
9. Для чого потрібна спеціалізація ниток ГРП?
10. У чому полягають особливості складання ГРП для електрифікованих ліній?

Розділ 6

УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ РОБОТОЮ НА ДІЛЬНИЦІ

6.1. Організація місцевої роботи на проміжних станціях

Під організацією місцевої роботи на дільницях і напрямках розуміється система переміщення вагонів, з якими на проміжних станціях виконуються навантажувально-розвантажувальні операції. Найважливішими елементами місцевої роботи є операції з навантаження, розвантаження, передачі і розвезення місцевого вантажу, розподіл порожніх вагонів і т. д. На багатьох залізницях вона становить основну частину загального обсягу перевезень, наприклад, на навантажувальних залізницях досягає 80 %. Для здійснення місцевої роботи використовується понад 20 % загального парку локомотивів, щодня на мережі обертаються понад 4500 збірних і вивізних поїздів, диспетчерських локомотивів, перевозиться понад 200 тис. вагонів. Велика частка місцевої роботи припадає на проміжні станції, на яких виконується більше 50 % всіх вантажних операцій.

За характером роботи й обліку місцеві вагони поділяються на такі:

- що підлягають передачі на сусідні дирекції і навантажені на них під вивантаження на інших дирекціях своєї залізниці;
- підлягають розвезенню і вивантаженню на дирекції.

У свою чергу перераховані вагони поділяються на такі, що перебувають на станціях вивантаження, і місцеві, що підлягають розвезенню по станціях вивантаження.

Робота проміжних станцій здійснюється за планом-графіком місцевої роботи.

Вагони з місцевим вантажем і порожні на дільничні і вантажні станції доставляють маршрутами, наскрізними і дільничними поїздами. Для обслуговування проміжних станцій (доставка, прибирання вагонів і маневрова робота) призначають в обіг збірні і вивізні поїзди, диспетчерські та дільничні маневрові локомотиви, здійснюють причеплення груп місцевих вагонів до транзитних поїздів і резервних локомотивів.

Різновидом збірних поїздів є:

– *зонні* – з роботою на частині проміжних станцій однієї дільниці (рис. 6.1, схема 1);

– *подовжені* – з роботою на проміжних станціях двох суміжних дільниць (рис. 6.1, схема 2);

– *збірно-дільничні* – прямують по декількох дільницях з роботою на проміжних станціях однієї дільниці і проходженням транзитом інших дільниць;

– *прискорені* – мають зупинки лише на опорних проміжних станціях для відчеплення-причеплення вагонів, що виконується не поїзним, а маневровим (або диспетчерським) локомотивом (рис. 6.1, схема 3);

– *комбіновані* – при поєднанні подовжених і прискорених (рис. 6.1, схема 4);

– *вивізні* – прямують із сортувальної або дільничної станції до окремих проміжних станцій прилеглої дільниці і назад. Використовують переважно у випадках, коли кількість відчеплених/причеплених вагонів забезпечує високий ступінь використання сили тяги вивізного локомотива в обох напрямках (наприклад при організації маршрутних відправлень);

– *передавальні* – організуються між станціями, що входять до одного вузла, і обслуговуються парком спеціальних передавальних локомотивів. На лініях з тепловозною тягою доцільне застосування збірно-дільничних і зонних поїздів, при яких маневрова робота на проміжних станціях виконується як поїзним, так і маневровим локомотивом;

– *диспетчерські локомотиви* – використовуються для прискорення просування збірних поїздів по дільниці. Кожен диспетчерський локомотив обслуговує кілька станцій. На одну з них він збирає вагони для причеплення до збірної поїзда і з неї розвозить вагони, відчеплені від збірної поїзда, по станціях обслуговування. Крім того, диспетчерським локомотивом виконується вся маневрова робота на обслуговуваних станціях з подачі до місць навантаження і вивантаження, розставлення і складання на вантажних пунктах вагонів і прибирання їх після закінчення вантажних операцій.

Станції з великою вантажною і маневровою роботою обслуговуються спеціальними маневровими локомотивами, які у вільний від роботи на даній станції час можуть використовуватися для обслуговування сусідніх станцій дільниці.

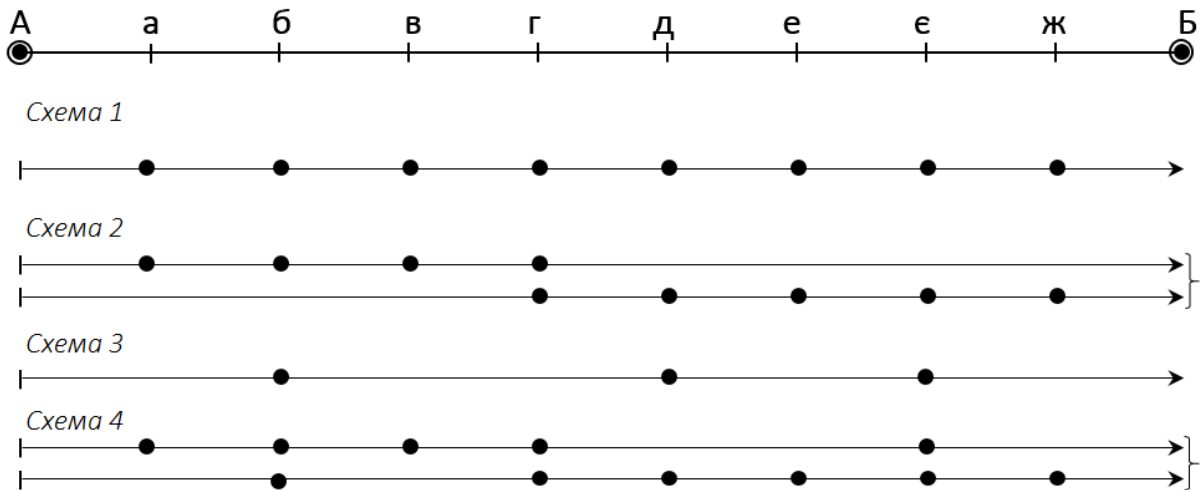


Рис. 6.1. Схеми обслуговування проміжних станцій місцевими поїздами

Час проходження збірного поїзда по дільниці з урахуванням часу на приймання та здавання поїзда і локомотива не повинен перевищувати встановленої норми безперервної роботи локомотивних бригад

$$\frac{L_{зб}}{v_x} + \sum t_{cm} + \kappa_{зб} t_{py} + t_{np} + t_{зд} \leq T_{роб}, \quad (6.1)$$

де $L_{зб}$ – довжина дільниці, що обслуговується збірним поїздом, км;
 v_x – ходова швидкість збірного поїзда, км/год;
 $\sum t_{cm}$ – час знаходження поїзда на проміжних станціях, год;
 $\kappa_{зб}$ – кількість роздільних пунктів на дільниці, де поїзд має зупинки;
 t_{py} – час на розгін та уповільнення при одній зупинці, год;
 t_{np} , $t_{зд}$ – час на приймання та здавання локомотива на кінцевих станціях дільниці, год.

Вибір найбільш доцільної в даних умовах системи організації місцевої роботи залежить від загального обсягу роботи дільниці й окремих станцій, кількості станцій, які здійснюють навантаження і вивантаження вагонів, норм часу на виконання цієї роботи, довжини дільниці, вагових норм і швидкості ходу поїздів, які обслуговують місцеву роботу. У сучасних умовах роботи дільниць і напрямків вибір способів

обслуговування місцевої роботи на станціях і дільницях вирішується в комплексі з питаннями системи забезпечення місцевої роботи напрямків у цілому. Такими системами можуть бути:

- відправлення дільничного і збірних вагонопотоків окремо в дільничних і збірних поїздах;

- відправлення дільничного вагонопотоку причіпними групами до транзитних поїздів і збірних вагонів в окремих збірних поїздах;

- відправлення дільничного і збірних вагонопотоків спільно.

Ефективність різних систем і способи організації місцевої роботи визначаються техніко-економічними показниками:

- витратами вагоно-годин на станціях і шляху прямування при просуванні вагонів зі збірними, вивізним, дільничними поїздами і диспетчерськими локомотивами;

- витратами локомотиво-годин у русі з поїздами і в резервному пробігу, а також поїзних і маневрових локомотивів (у тому числі диспетчерських) на проміжних станціях;

- потрібним парком поїзних, вивізних, диспетчерських і маневрових локомотивів;

- тривалістю безперервної роботи локомотивних бригад;

- експлуатаційними витратами, що складаються з витрат на пересування і простій вагонів і локомотивів і вартості маневрової роботи на проміжних станціях і станціях формування збірних, вивізних і дільничних поїздів.

У результаті приймається варіант організації місцевої роботи, що відповідає оптимальному поєднанню перерахованих вище техніко-економічних показників.

6.2. Побудова діаграми місцевих вагонопотоків

План навантаження по залізницях призначення і типу рухомого складу є (разом з розгорнутим планом перевезень) основою для розроблення навантажених і порожніх вагонопотоків, розмірів вивантаження і регулювальних завдань щодо здавання порожніх вагонів з-під вивантаження.

Розмір вивантаження в цілому за типом рухомого складу визначається з «шахматок» плану перевезень, тобто плану

навантаження по залізницях призначення. Розміри вивантаження залежать від обсягу запланованого навантаження в місцевому сполученні і навантаження мережі на адресу цього підрозділу, тобто надходження (ввезення) з інших залізниць навантажених вагонів під вивантаження, а також від наявності місцевого вантажу на залізниці і навантажених вагонів на мережі на адресу даної залізниці.

На основі даних календарного плану навантаження і вивантаження проміжних станцій визначаються завантажені та порожні вагонопотоки по всіх перегонах дільниці, а також надлишок і нестача порожніх вагонів кожного типу, утворених на станціях. Для визначення надлишку та нестачі порожніх вагонів по станціях складають баланс порожніх вагонів. На підставі даних балансу порожніх вагонів і напрямку їх прямування визначають потоки порожніх вагонів і встановлюють з урахуванням взаємозамінності різного типу вагонів загальний надлишок або нестачу окремого типу вагонів по дільницях або дирекції в цілому. Напрямок прямування порожніх вагонів необхідно встановлювати виходячи з досягнення найменшого пробігу вагонів, недопущення зустрічного пробігу взаємозамінних вагонів.

Навантаження, вивантаження і баланс порожніх вагонів на проміжних станціях визначає роботу цих станцій з причеплення і відчеплення вагонів і загальні розміри вагонопотоків по перегонах для кожного напрямку руху.

Аналітичний розрахунок обсягів роботи станцій з відчеплення і причеплення вагонів і вагонопотоків по перегонах виконується так.

Вихідними даними для розрахунку є:

n_{ij}^{nn}, n_{ij}^{nn} – кількість вагонів навантаження в непарному (н) і парному (п) напрямках на станції і в рухомий складу j -го типу;

n_{ij}^{sn}, n_{ij}^{sn} – кількість вагонів вивантаження, які прибувають на станцію i з непарного (н) і парного (п) напрямків в рухомому складі j -го типу;

i – номер станцій на дільниці, що виконують завантаження і вивантаження вагонів, $i = 1, 2, \dots, k$;

j – номери, що відповідають типу вагонів (криті, платформи, цистерни тощо), $j = 1, 2, \dots, m$.

Напрямок курсування по дільниці порожніх вагонів кожного типу задається умовами регулювання рухомого складу на напрямках.

Надлишок або нестача порожніх вагонів кожного типу складе:

- по окремих станціях

$$\pm n_{ij} = (n_{ij}^{hh} + n_{ij}^{hn}) - (n_{ij}^{eh} + n_{ij}^{en}); \quad (6.2)$$

- по дільниці в цілому

$$\pm n_j = \sum_{i=1}^k n_{ij}, \quad (6.3)$$

Число відчеплених $n_{ij}^{ei\delta}$ і причеплених n_{ij}^{np} вагонів по кожній станції дорівнює:

$$\begin{aligned} n_{ij}^{ei\delta} &= n_{ij}^{eh} + n_{ij}^{en} + |-n_{ij}|; \\ n_{ij}^{np} &= n_{ij}^{hh} + n_{ij}^{hn} + |+n_{ij}|, \end{aligned}$$

де $|-n_{ij}|$ – нестача вагонів j -го типу на станції i ;

$|+n_{ij}|$ – надлишок вагонів j -го типу на станції i .

Число вагонів у збірному поїзді буде визначати місцевий вагонопотік по перегонах. Вагонопотік на довільному перегоні, що дорівнює составу збірного поїзда на цьому перегоні визначають за формулою:

- у непарному напрямку

$$n_{i(i+1)}^{zn} = \sum_{i+1}^k \sum_{j=1}^m n_{ij}^{eh} + \sum_{i+1}^k \sum_{j=1}^m n_{ij}^{hh} + \sum_{i+1}^k \sum_{j=1}^m |-n_{ij}|;$$

- у парному напрямку

$$n_{i(i+1)}^{zn} = \sum_{i+1}^k \sum_{j=1}^m n_{ij}^{en} + \sum_{i+1}^k \sum_{j=1}^m n_{ij}^{hn} + \sum_{i+1}^k \sum_{j=1}^m |+n_{ij}|,$$

де $n_{i(i+1)}^{zn}$, $n_{i(i+1)}^{zn}$ – кількість вагонів у непарному (н) і парному (п) збірному поїздах на перегоні $i(i+1)$.

Приклад таблиці визначення обсягів навантаження та вивантаження на дільниці наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Визначення добових обсягів навантаження та вивантаження
на станціях дільниці В-Д

Станція дільниці	Навантаження								Вивантаження								Порожні	
	Тип вагона	в непарн. напрямку			в парн. напрямку			Підсумок	Тип вагона	в парн. напрямку			в непарн. напрямку			Підсумок	Надлишок	Нестача
		станція		Всього	станція		Всього			станція		станція		Всього				
		Ж	І		А	К				Ж	І	А	К					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
с	кр		5	5	3	2	5	10	кр	2	2	4		5	5	9		1
т	пв		31	31				31	пв									31
	кр	3		3	2	1	3	6	кр	4	2	6		2	2	8	(2)	
у	пв	5	7	12	5	1	6	18	пв	3	1	4	1	3	4	8		10
ф	кр	2	1	3	3	2	5	8	кр	3	2	5	2	1	3	8		
ш	цс	4	2	6	2		2	8										8
ю	пв	3	2	5	2	3		10	пв	2	2	4	1	4	5	9		1
Всього		17	48	65	17	9	26	91		14	9	23	4	15	19	42	2	51
у тому числі																		
критих		5	6		8	5		24		9	6		2	8		25		1
піввагонів		8	40		7	4		59		5	3		2	7		17		42
цистерн		4	2		2			8										8

Для визначення густоти вагонопотоків по перегонах доцільно побудувати діаграму місцевих вагонопотоків дільниці парного та непарного напрямків. На діаграмі відображуються місцеві вагони по станціях дільниці, що відчіпляються (зі знаком «мінус») і причіпляються (зі знаком «плюс») по станції. Напрямок порожніх вагонів, що прямує на станції дільниці, визначається за планом або оперативним завданням, а їхня кількість – з таблиці обсягів навантаження та вивантаження.

Розглянемо послідовність побудови діаграми для даних, наведених у табл. 6.1, більш детально.

Підведення порожніх вагонів до дільниці В-Д проводиться так, як показано на рис. 6.2.

Вагонопотік у кількості 31 піввагон зі станції «т» на станцію «І» доцільно відправляти або відправницьким маршрутом, або окремою групою вивізним поїздом, як показано вище. Тому з за-

гального обсягу місцевої роботи дільниці В-Д 31 піввагон даного сполучення вилучається. Аналогічно і 31 порожній піввагон у парному напрямку на дільницю В-Д доцільно підводити окремою групою. Надлишок двох критих вагонів по станції «т» буде відправлено таким чином: один вагон – на станцію «с», а один – на технічну станцію «В», а далі – за призначенням.



Рис. 6.2. План підведення порожніх вагонів

Загальний обсяг місцевих вагонів, що мають бути відправлені в непарному напрямку (загальне вивантаження в непарному напрямку) відповідно до табл. 6.1, складе 19 вагонів. Таким чином, відчійна частина на перегоні В-с складе 19/7 вагонів. По станції «с» проводиться маневрова робота з відчеплення 5 та причеплення 5 навантажених вагонів. Після відправлення збірного поїзда зі станції «с» відчійна частина складе 14/7 вагонів, причійна – 5/0 вагонів, а загальна густота – 19/7 вагонів. Аналогічна робота проводиться по всіх станціях дільниці.

Приклад діаграми місцевих вагонопотоків наведено на рис. 6.3.

6.3. Визначення кількості збірних поїздів

У плані-графіка місцевої роботи дільниці слід враховувати сезонну і добову нерівномірність прибуття вагонів. Наприклад, сільськогосподарські вантажі перевозяться в три етапи: 1-й – доставка насіння, палива, машин, добрив тощо; 2-й – перевезення збиральної техніки з одного району в інший в стислі терміни, що створює певне напруження в роботі залізниць і вимагає ретельної підготовки; 3-й – перевезення врожаю.

Таблиця 6.2

Календарний план навантаження

Станції		Навантаження, ваг				Состав		Кількість маршрутів			
Навантаження	Вивантажен.	за добу		за місяць		марш., ваг		замісяць		за декаду	
г	І	31		930		55		17		6	
дні декади		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
г	І	55		55	55		55		55	55	
Всього		55	0	55	55	0	55	0	55	55	0

Для виконання плану навантаження розробляють порядок забезпечення станцій порожніми вагонами і вивезення завантажених маршрутів з дільниці так, щоб забезпечити рівномірну роботу протягом доби і зайняти мінімальну кількість розкладів поїздів.

Відповідно до плану перевезень і єдиних технологічних процесів роботи станцій і під'їзних колій розробляють план-графік курсування кільцевих (замкнених) маршрутів між станціями навантаження і вивантаження, узгоджений з підприємствами. Цей план закладають у графік руху поїздів, щоб узгодити роботу дільниць, станцій, підприємств і найбільш раціонально використовувати рухомий склад. Роботу поїзних локомотивів організують таким чином, щоб не допустити одиночного пробігу і використовувати їх (якщо це доцільно) для маневрової роботи на станціях навантаження або вивантаження. Обернення замкнених маршрутів слід організувати за твердим графіком, що впорядковує роботу станцій і знижує простій вагонів.

У зв'язку з тим що розміри вагонопотоків по перегонах дільниці змінюються, кількість збірних поїздів встановлюється з урахуванням можливих диференційованих вагових норм поїздів і їх довжини. Кількість збірних поїздів на кожному окремому перегоні за напрямками руху визначається як

$$N_{i(i+1)}^{zn} = \frac{n_{i(i+1)}^{zn}}{m_{i(i+1)}^g}; \quad (6.4)$$

$$N_{i(i+1)}^{zn} = \frac{n_{i(i+1)}^{zn}}{m_{i(i+1)}^e}; i = 0, 1, 2, \dots, k, \quad (6.5)$$

де $N_{i(i+1)}^{zn}, N_{i(i+1)}^{zn}$ – кількість збірних поїздів непарного (н) і парного (п) напрямків, потрібних для освоєння вагонопотоків перегону $i - (i + 1)$;

$n_{i(i+1)}^{zn}, n_{i(i+1)}^{zn}$ – сумарний вагонопотік непарного (н) і парного (п) напрямків по перегону $i - (i + 1)$, що визначається за формулами (6.2) і (6.3);

$m_{i(i+1)}^e$ – можлива за довжиною приймально-відправних колій найбільша кількість вагонів у поїзді.

Оскільки в сучасних умовах всі поїзди найчастіше обмежуються довжиною станційних приймально-відправних колій, то одержувані за формулами (6.4) і (6.5) кількості збірних поїздів по кожному перегону визначають мінімально необхідну кількість цих поїздів по дільниці. У тому випадку, коли отримана кількість збірних поїздів більше одиниці, необхідно розглянути питання використання вивізних поїздів для подачі-прибирання місцевих вагонів на найближчі проміжні станції замість призначення в оборот додаткового збірного поїзда.

Збільшення кількості збірних поїздів проти мінімальної, розрахованої за цими формулами, зменшує простой вагонів як під накопиченням на станціях формування збірних поїздів, так і на проміжних станціях. Час перебування збірного поїзда на дільниці також скорочується.

Однак зі збільшенням кількості збірних поїздів підвищуються перевізні витрати, зростає обсяг маневрової роботи на проміжних станціях і станціях формування, зростає і заповнення пропускнуої спроможності дільниці; середня дільнична швидкість вантажних поїздів знижується. Тому оптимальна кількість збірних поїздів має визначатися на основі порівняння техніко-економічних показників варіантів обслуговування місцевої роботи при різній кількості збірних поїздів. В умовах обмеження вагових норм поїздів на дільниці силою тяги локомотивів мінімально можлива кількість збірних поїздів по перегонах і на дільниці визначається як

$$N_{i(i+1)}^{zn} = \frac{n_{i(i+1)}^{zn} q_{i(i+1)}^{bp}}{Q_{i(i+1)}^n}; \quad (6.6)$$

$$N_{i(i+1)}^{zn} = \frac{n_{i(i+1)}^{zn} q_{i(i+1)}^{bp}}{Q_{i(i+10)}^n}; i = 0, 1, 2, \dots, k, \quad (6.7)$$

де $q_{i(i+1)}^{bp}$ – середня маса бруто вагонів на перегоні $i=i+1$ в прямому і зворотному напрямках, т;

$Q_{i(i+1)}^n$, $Q_{i(i+1)}^p$ – норми маси вантажних поїздів, можливі за силою тяги локомотива на даному перегоні в непарному (н) і парному (п) напрямках, т.

При порівнянні варіантів з різною кількістю збірних поїздів слід розглядати можливості зменшення їх кількості проти визначених за формулами (6.4)-(6.7) за рахунок пропускання по перегонах частини вагонопотоків з диспетчерськими і маневровими локомотивами.

При нестачі місцевих вагонів збірні поїзди можуть поповнюватися дільничними вагонами. При пропусканні неповновагових збірних поїздів використовуються диференційовані перегінні часи ходу.

6.4. Вибір схеми прокладання на графіку поїздів, що виконують місцеву роботу

Розробленню графіка руху поїздів, що виконують місцеву роботу дільниць і напрямків, передуює вибір схеми прокладання цих поїздів. Схема прокладання поїздів і план-графік місцевої роботи мають забезпечувати:

- мінімальний простій вагонів на проміжних і технічних станціях, що обмежують дільницю;
- дотримання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад;
- найменше в даних умовах зайняття пропускнуої спроможності місцевими поїздами.

З метою пошуку варіанта, що якнайкраще відповідає всім цим вимогам, план-графік місцевої роботи складається для кожної дільниці обороту збірних поїздів (рис. 6.4).

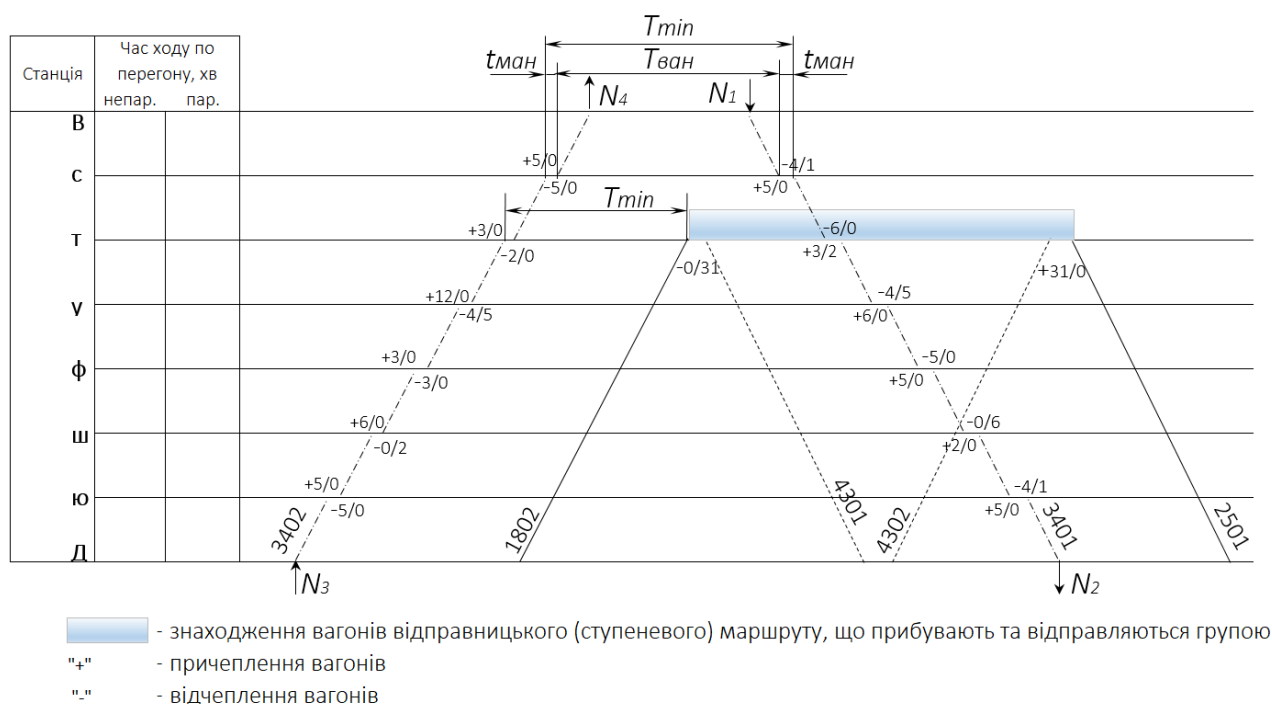


Рис. 6.4. Графік місцевої роботи дільниці В-Д

Крім збірних поїздів, на цьому графіку відображують роботу вивізних і диспетчерських локомотивів і наносять лінії ходу поїздів, що підводять до станцій порожні вагони, і локомотивів, які прибирають маршрути або маршрутні групи.

Найменший простій вагонів на дільничних станціях досягається встановленням мінімального інтервалу між прибуттям на станцію дільничного поїзда з однієї ділянки і відправленням збірного поїзда на іншу. Цей інтервал має відповідати часу на розформування дільничного поїзда і подальше формування збірного. Так само мають бути взаємно погоджені моменти прибуття на дільничну станцію збірного поїзда і відправлення з цієї станції дільничного поїзда, до якого включено вагони від збірного поїзда. Інтервал між збірними і дільничними поїздами має відповідати необхідному часу на розформування одного поїзда і формування наступного.

Простій вагонів на проміжних станціях залежить від взаємного розташування на графіку збірних поїздів протилежних

напрямоків, а за наявності двох або більше збірних поїздів в одному напрямку – також від інтервалу між цими поїздами.

При одній парі збірних поїздів оптимальний варіант їх взаємного розташування на графіку встановлюється за мінімумом вагоно-годин простою місцевих вагонів на проміжних станціях дільниці. Мінімізація вагоно-годин простою виконується таким розрахунком.

Вагоно-години простою на кожній окремій станції залежно від інтервалу часу між прибуттям на неї парного і відправленням непарного збірного поїзда T_{\min} (рис. 6.4) визначають як

$$B_i = n_i^{n/n} t_i + n_i^{n/n} (24 - t_i - t_{cm}^{зб}), \quad (6.8)$$

де $n_i^{n/n}$, $n_i^{n/n}$ – кількість вагонів, що знаходяться на станції в період відповідно від прибуття непарного поїзда до парного і від парного до непарного.

Сумарні вагоно-години на дільниці складають

$$\sum B = \sum_{i=1}^k [n_i^{n/n} t_i + n_i^{n/n} (24 - t_i - t_{cm}^{зб})]. \quad (6.9)$$

Завдання полягає в знаходженні мінімуму сумарних вагонопотоків на дільниці, що визначаються за формулою (6.9).

Простій вагонів на проміжних станціях залежить від взаємного розташування на дільниці збірних поїздів протилежних напрямків, а за наявності двох або більше збірних поїздів в одному напрямку – від інтервалу між цими поїздами.

Час стоянки збірного поїзда розраховують з умови

$$t_{зб} = t_{oc} + t_{одд} + t_{авт}, \quad (6.10)$$

де t_{oc} – основна частина операцій, пов'язаних з виконанням маневрової роботи, хв;

$t_{одд}$ – час на виконання додаткових операцій, хв;

$t_{авт}$ – час на опробування автогальм після причеплення вагонів, хв.

Тривалість виконання маневрових операцій із збірним (вивізним) поїздом залежить від локомотива, яким виконуються

маневри, місця виконання відчеплення вагонів від состава, а також виду виконання операцій.

Час на такі операції визнається виходячи з раціональної організації виконання маневрової роботи за Інструкцією [9].

Маневри виконують поїзним локомотивом.

У головній частині:

– відчеплення вагонів

$$t_{ман} = 4,67 + 0,19n_{від}, \quad (6.11)$$

де $n_{від}$ – середня кількість вагонів, що відчіпляються від збірною (вивізною) поїзда;

– причеплення вагонів

$$t_{ман} = 3,97 + 0,22 \cdot n_{прич}, \quad (6.12)$$

де $n_{прич}$ – середня кількість вагонів, що причіпляються до збірною (вивізною) поїзда;

– відчеплення та причеплення вагонів

$$t_{ман} = 8,15 + 0,29 \cdot n_{від} + 0,23 \cdot n_{прич}. \quad (6.13)$$

У хвостовій частині:

– відчеплення вагонів

$$t_{ман} = 11,76 + 0,61 \cdot n_{від}, \quad (6.14)$$

– причеплення вагонів

$$t_{ман} = 11,53 + 0,37 \cdot n_{прич}, \quad (6.15)$$

– відчеплення та причеплення вагонів

$$t_{ман} = 15,53 + 0,46 \cdot n_{від} + 0,49 \cdot n_{прич}. \quad (6.16)$$

У середині состава:

– відчеплення вагонів

$$t_{ман} = 5,59 + 0,24 \cdot n_{пер} + 0,2 \cdot n_{від}, \quad (6.17)$$

де $n_{пер}$ – середня кількість вагонів, що переставляються;

– причеплення вагонів

$$t_{ман} = 5,05 + 0,24 \cdot n_{пер} + 0,21 \cdot n_{прич}; \quad (6.18)$$

– відчеплення та причеплення вагонів

$$t_{ман} = 10,15 + 0,33 \cdot n_{пер} + 0,29 \cdot n_{від} + 0,21 \cdot n_{прич}; \quad (6.19)$$

Маневри виконують маневровим локомотивом.

У хвостовій частині:

– відчеплення вагонів

$$t_{ман} = 3,75 + 0,46 \cdot n_{від}; \quad (6.20)$$

– причеплення вагонів

$$t_{ман} = 2,05 + 0,06 \cdot n_{прич}; \quad (6.21)$$

– відчеплення та причеплення вагонів

$$t_{ман} = 5,95 + 0,18 \cdot n_{від} + 0,46 \cdot n_{прич}. \quad (6.22)$$

Час на додаткові операції складається з часу:

- на перекриття кінцевого крана – 0,12 хв;

- роз'єднання гальмівних рукавів і їх підвішування – 0,12 хв;

- розчеплення вагонів – 0,06 хв;

- огляд вагонів $t_{ог}$

$$t_{ог} = 0,16 \cdot m_{пр}, \quad (6.23)$$

де 0,16 – час на огляд одного вагона, хв;

$m_{пр}$ – кількість вагонів, що причіпляється.

Час на опробування автогальм розраховують за формуою

$$t_{авт} = 3 + 0,14 \cdot m_{пр}. \quad (6.24)$$

Принципові схеми взаємного розташування пари збірних поїздів на дільниці наведені на рис. 6.5.

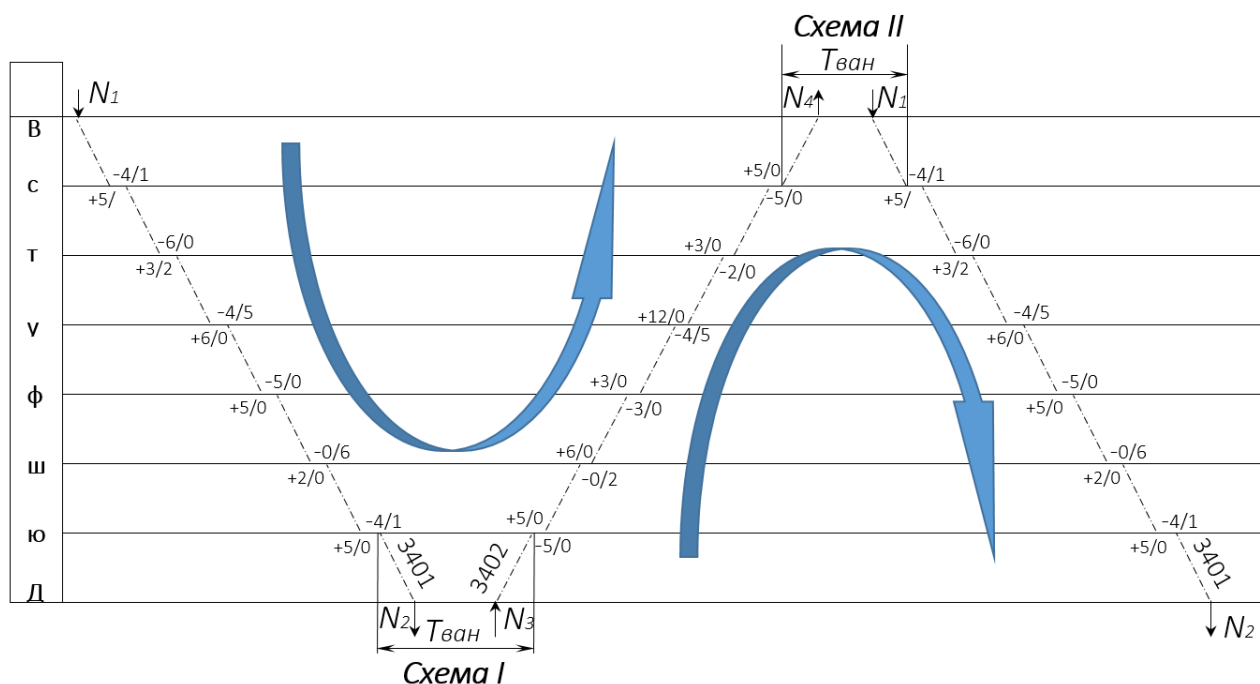


Рис. 6.5. Принципова схема прокладання взаємного розташування збірних поїздів на дільниці

Схема I характеризується тим, що вагони, які відчеплені від непарного поїзда і відправляються після виконання вантажних операцій з парним поїздом, мають менший простій, ніж вагони, що відчеплені від парного поїзда та причіпляються до непарного. При схемі II наявна зворотна залежність простоїв вагонів.

Простій вагонів, що прямують з кожної станції після вантажних операцій у тому самому напрямку, з якого вони прибули, не залежить від взаємного розташування поїздів протилежних напрямків і при одній парі збірних поїздів дорівнює 24 год. Тому вибір схеми взаємного розташування пари збірних поїздів визначається виключно співвідношенням простоїв вагонів, що повертаються з дільниці після вантажних операцій на ту саму технічну станцію, з якої вони відправлялися на дільницю. Таким чином, можна зіставити величини $N_1 + N_4$ та $N_2 + N_3$. При співвідношенні $N_1 + N_4 > N_2 + N_3$ доцільно застосовувати схему II (рис. 6.5), а при співвідношенні $N_1 + N_4 < N_2 + N_3$ – схему I.

Наведені загальні правила справедливі лише в тих випадках, коли навантаження та вивантаження вагонів на дільниці рівномірно розподіляються між проміжними станціями. В іншому випадку може з'ясуватися, що вигідним є інший варіант розташування збірних поїздів на дільниці, при якому мінімальний інтервал T_{min} , що забезпечує виконання вантажних операцій, буде виконуватися на будь-якій іншій станції дільниці (рис. 6.6).

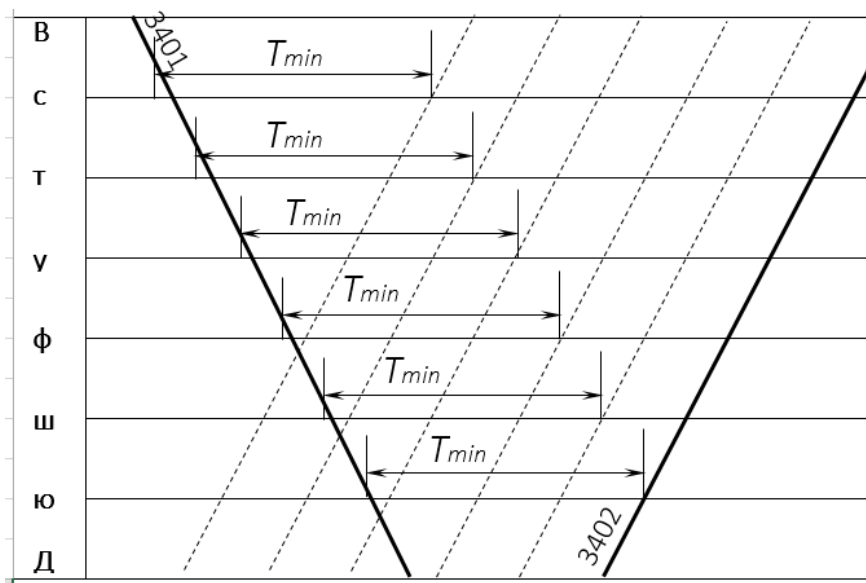


Рис. 6.6. Варіанти розташування парного збірної поїзда на графіку

За наявності двох і більше збірних поїздів в одному напрямку вони прокладаються на графіку рівномірно. Відповідно до місцевих умов можлива й інша схема прокладання двох попутних збірних поїздів, при якій перший збірний поїзд розвозить порожняк під навантаження, а другий збирає завантажені вагони або, навпаки, перший поїзд подає вагони під вивантаження, а другий збирає порожні вагони. У останньому випадку можливе формування порожнього маршруту безпосередньо на дільниці. При такій схемі інтервал між першим і другим збірними поїздами встановлюється рівним часу на розстановку і складання груп вагонів по вантажних фронтах і виконання вантажних операцій (одиначні або подвійні), тобто час між поїздами має бути не менше T_{min} . Таке розташування пари збірних поїздів, що забезпечує найменший простій вагонів, які прямують у попутних поїздах (рис. 6.7, а), може викликати

додатковий простій вагонів, включених до збірної поїзда на станціях формування. Таке можливо при рівномірному або близькому до нього підході вагонів.

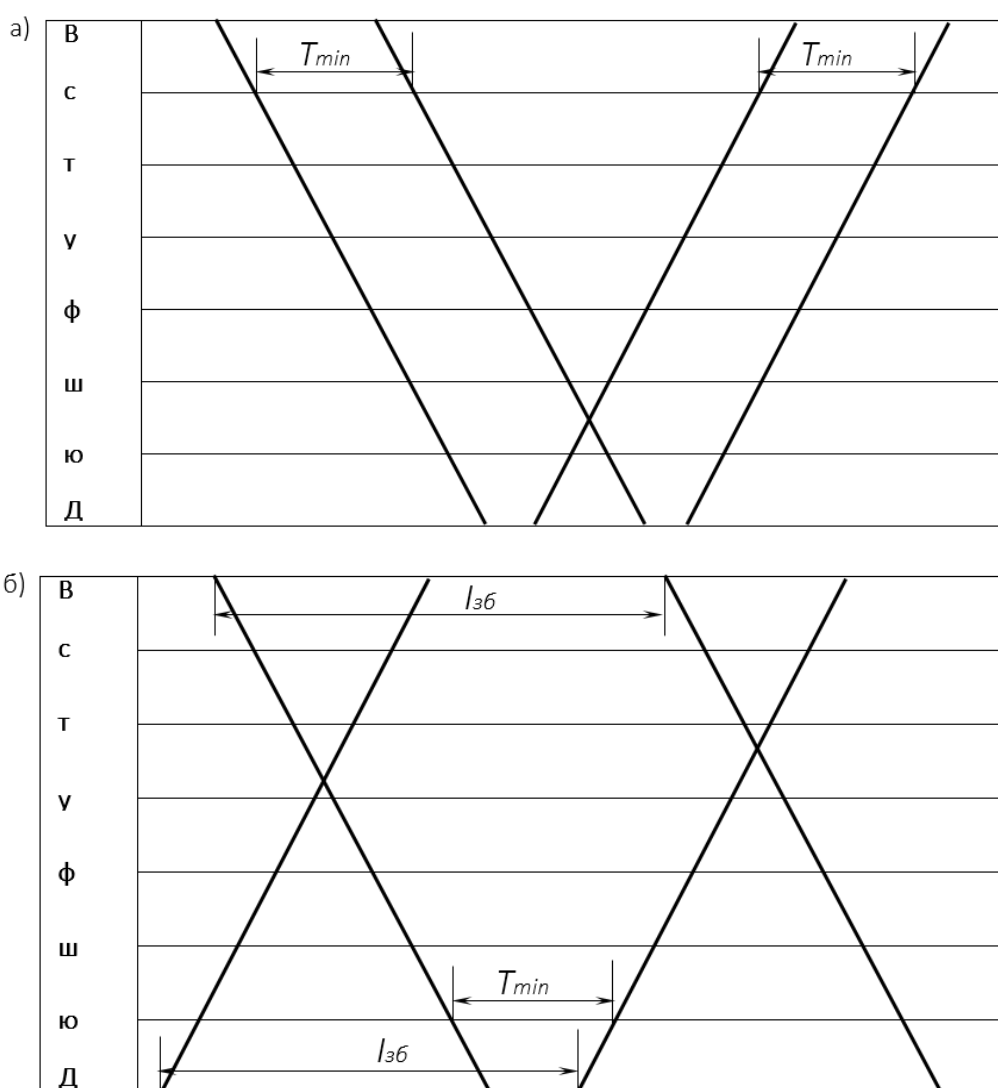


Рис. 6.7. Прокладання збірних поїздів на графіку за наявності двох і більше поїздів: а – з найменшим інтервалом між попутними поїздами; б – з рівномірним прокладанням збірних поїздів протягом доби

У цьому випадку доцільним є рівномірне розташування збірних поїздів на графіку руху протягом доби (рис. 6.7, б). За наявності конкурентних варіантів прокладання збірних поїздів на графіку слід зіставляти варіанти за основними техніко-економічними показниками, у першу чергу за простоем вагонів на проміжних і технічних станціях.

Норму простою вагонів на проміжних станціях доцільно розраховувати за графіком місцевої роботи нанесенням на графік площі вагоно-годин знаходження вагонів на станціях (рис. 6.8).

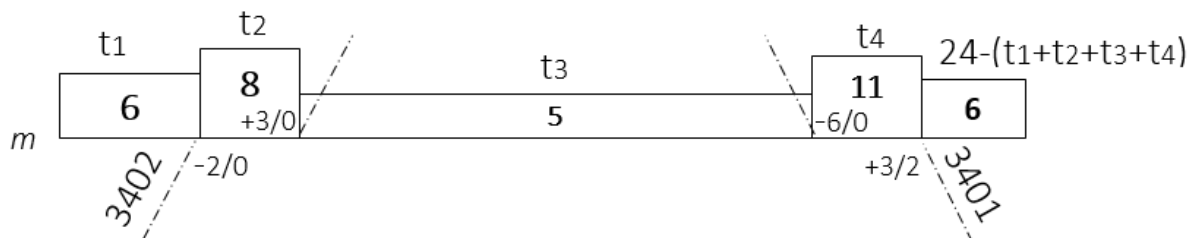


Рис. 6.8. Вагоно-години простою місцевих вагонів на проміжній станції

Для прикладу (рис. 6.8) загальні вагоно-години простою вагонів на проміжній станції можна розрахувати як

$$B = 6 \cdot t_1 + 8 \cdot t_2 + 5 \cdot t_3 + 11 \cdot t_4 + 6 \cdot (24 - (t_1 + t_2 + t_3 + t_4)).$$

Крім загальних вагоно-годин простою, розраховують:

- середній простій місцевого вагона, год,

$$t_m = \frac{\sum N \cdot t_m}{N_m}, \quad (6.25)$$

де $\sum N \cdot t_m$ - вагоно-години простою місцевих вагонів;

N_m - кількість місцевих вагонів;

- середній простій, який припадає на одну вантажну операцію,

$$t_{ван} = \frac{\sum N \cdot t_m}{U_n + U_v}, \quad (6.26)$$

де U_n - кількість навантажених вагонів, ваг;

U_v - кількість вивантажених вагонів;

- коефіцієнт здвоєних вантажних операцій на станції

$$K_{з\delta} = \frac{U_n + U_v}{N_m}. \quad (6.27)$$

Контрольні питання до розділу 6

1. Класифікація місцевих вагонів за характером роботи.
2. Які різновиди збірних поїздів?
3. Які чинники враховують при визначенні ефективності різних систем і способів організації місцевої роботи?
4. Який порядок аналітичного розрахунку обсягів роботи станцій з відчеплення і причеплення вагонів?
5. Що відображують на діаграмі місцевих вагонопотоків дільниці?
6. Які відомості містить календарний план навантаження?
7. Що мають забезпечувати схема прокладання поїздів і план-графік місцевої роботи дільниці?
8. Чинники, що впливають на тривалість маневрових операцій при проведенні маневрової роботи.
9. Які показники впливають на вибір схеми взаємного розташування пари збірних поїздів на принциповій схемі?
10. Порядок розрахунку основних показників місцевої роботи дільниці.

Розділ 7

УПРАВЛІННЯ ТЯГОВИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ГРАФІКОМ

7.1. Загальні положення

В основу методики нормування показників роботи локомотивів за графіком вантажного руху покладена ув'язка роботи локомотивів (тобто графік їх обороту) і розрахунок витрат поїздо- і локомотиво-годин, поїздо- і локомотиво-кілометрів по ділянках роботи локомотивних бригад у межах ділянок обороту локомотивів.

Передбачаються два методи побудови графіка обороту локомотивів:

– *перший* (традиційний), при якому роздільно складаються розрахункові відомості роботи локомотивів по ділянках роботи бригад (ЦДЛ-1) і відомості обороту локомотивів (ЦДЛ-2), що є основними документами для визначення витрат поїздо- і локомотиво-годин, поїздо- і локомотиво-кілометрів не тільки по ділянках роботи локомотивних бригад, а й по пунктах їх приписки, депо приписки локомотивів, у межах дирекцій залізниць і регіональних філій. Усі ці дані формуються у вигляді форми ЦДЛ-12;

– *другий* (передбачає оптимізацію розрахунку показників), при якому в цілому для ділянок обороту локомотивів складається раціональний варіант графіка обороту локомотивів, а для ділянок роботи локомотивних бригад – раціональні графіки їх обороту. На підставі масивів даних розраховуються показники використання локомотивів і робочого часу локомотивних бригад (ЦДЛ-13), а також формуються форми ЦДЛ-1 і ЦДЛ-2.

Система розрахунків забезпечує складання форми ЦДЛ-13 як за наявності графіка руху з рівноправними розкладами, так і графіка руху з виділенням у ньому категорій розкладів для стабільної і нестабільної частин поїздопотоку. У цьому випадку всі розклади поділяються на три категорії:

– *ядро* – для поїздів постійного протягом року обертання;

– *факультативні* – для поїздів, зародження яких обумовлено декадними коливаннями;

– *додаткові* – для поїздів, що зароджуються при різких добових коливаннях.

Графіки обороту локомотивів і локомотивних бригад складають окремо для розкладів ядра і нестабільної частини поїздопотоків (факультативних і додаткових поїздів). При цьому здійснюється розрахунок показників використання локомотивів і роботи локомотивних бригад, які обслуговують як стабільну (ядро поїздів), так і нестабільну частини поїздів, і всіх поїздів в цілому для дільниць роботи локомотивних бригад, пунктів приписки локомотивних бригад, депо приписки локомотивів, дирекцій залізниць і регіональних філій.

Основу вихідної змінної інформації складає графік руху поїздів по дільницях роботи локомотивних бригад, що містить дані про розклади вантажних і (за необхідності) пасажирських поїздів, включених до розроблення та оптимізації графіка обороту локомотивів і локомотивних бригад.

Показники використання локомотивного парку можуть встановлюватися не тільки на розміри вантажного руху, закладені в графіка руху, але і для будь-якої (заданої) кількості вантажних поїздів по дільницях роботи локомотивних бригад, відмінної від нормативного графіка руху.

Графіки обороту локомотивів, які обслуговують вивізний і передаточний рух, складаються за дільницями роботи.

7.2. Основні терміни

Дільниця обертання локомотивів (ДОЛ) – частина залізничної мережі, обмежена пунктами обороту локомотивів.

У свою чергу дільниці обертання локомотивів поділяються на такі види.

Коротка дільниця обертання (рис. 7.1, а) – частина залізничної лінії, яка відповідає дільниці роботи локомотивних бригад (протяжність становить від 90 до 350 км і більше у вантажному русі). При експлуатації локомотивів на коротких дільницях депо обслуговує одну або кілька дільниць роботи локомотивних бригад.

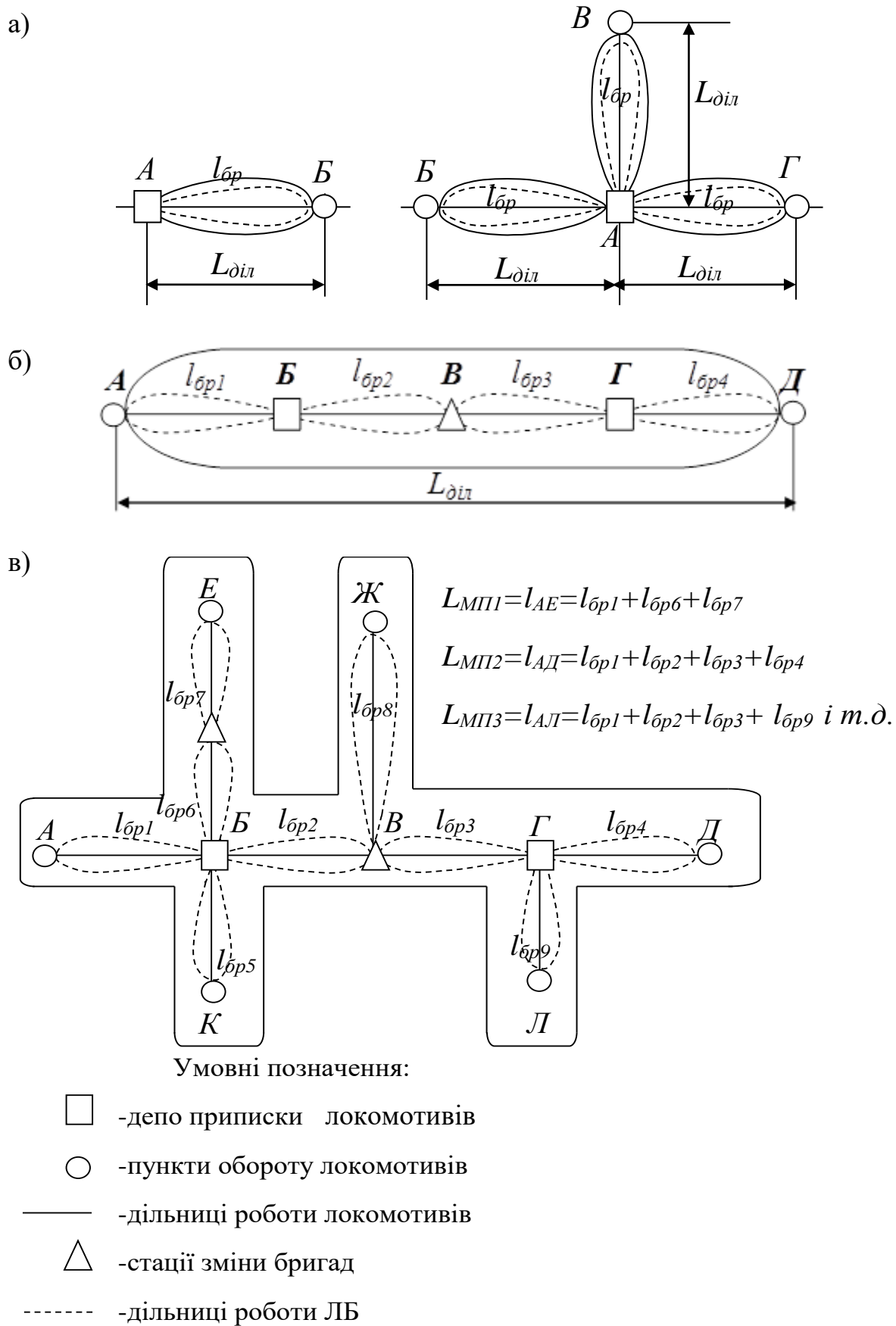


Рис. 7.1. Схема дільниць обертання локомотивів: а – короткі; б – подовжені; в – розгалужені

Подовжена дільниця обертання (рис. 7.1, б) – залізничний напрямок, що складається з декількох дільниць роботи локомотивних бригад і включає хоча б один проміжний пункт зміни локомотивних бригад між станціями депо приписки і пунктом обороту. Така дільниця обслуговується локомотивами одного або декількох депо.

Розгалужена дільниця обертання (рис. 7.1, в) – залізничний напрямок з прилеглими до нього лініями (іншими напрямками або відгалуженнями), що обслуговується за загальним графіком обороту локомотивами одного або декількох депо і включає кілька дільниць роботи локомотивних бригад з наявністю проміжного пункту їх зміни хоча б на одному з напрямків дільниці обертання.

При встановленні класифікації дільниць обертання застосовують таке тлумачення про пункт приписки, обороту і зміни локомотивів.

Пункт (депо) обороту локомотивів – залізнична станція на дільниці обертання локомотивів, де всі локомотиви, що прибувають з поїздами (або резервом), відправляються тільки в зустрічному напрямку. Виключення становлять локомотиви, які пересилаються на інші дільниці обертання або в ремонт.

Депо (пункт) приписки локомотивів – основні локомотивні депо, розташовані на дільничних і сортувальних станціях, на яких здійснюється періодичний огляд (технічне обслуговування) і різні види ремонту локомотивів і до яких приписані локомотиви, що обслуговують одну або кілька дільниць роботи, що утворюють ДОЛ.

Пункт перечеплення локомотивів – залізнична станція, розташована всередині дільниці обертання, на якій локомотиви, що відчіпляються (або прибувають резервом), відправляються з поїздами (або резервом) як у зустрічному, так і попутному напрямках.

Дільниця роботи локомотивних бригад (ДРЛБ) – частина залізничної мережі, обмежена пунктами зміни локомотивних бригад.

Розрахункова дільниця – одна з орієнтованих частин фізичної дільниці роботи локомотивних бригад таким чином, що дільниця роботи бригад розглядається як пара розрахункових

дільниць: перша – у напрямку «з пункту приписки бригад до пункту їх обороту», друга – «з пункту обороту до пункту приписки» (*магістральний рух*).

В інших видах руху під розрахунковою дільницею розуміють:

- у *вивізному* – відстань між станціями, на яких закінчується маршрут вивізних поїздів, а отже, здійснюється оборот локомотивів;

- *передаточному* – відстань від вузлової станції, де здійснюється спільна ув'язка локомотивів, до вантажної станції, на якій закінчується маршрут передавальних поїздів, а отже, організується оборот локомотивів;

- *підштовхуванні поїздів* – частина або один (кілька) перегонів, на яких здійснюється підштовхування поїздів.

Пункт приписки локомотивних бригад – залізнична станція на ДОЛ, на якій, як правило, є локомотивне депо, до якого приписана група локомотивних бригад, які працюють на одній або декількох дільницях.

Пункт зміни (обороту) локомотивних бригад – залізнична станція, на якій проводиться зміна локомотивних бригад і за необхідністю організується їх відпочинок.

У свою чергу ДРЛБ поділяється на дільниці:

– I категорії, на яких бригадам *не надається* відпочинок у пунктах їх обороту;

– II категорії, на яких бригадам *обов'язково надається* відпочинок у пунктах їх обороту встановленої тривалості.

Раціональне значення протяжності дільниць обертання локомотивів вантажного руху (для розгалужених дільниць – відстань між будь-якими двома кінцевими пунктами обороту локомотивів) приймається за даними табл. 7.1.

Для найбільш типових умов роботи мережі залізниць протяжність подовжених дільниць обертання (а для розгалужених дільниць – відстані між будь-якими двома кінцевими пунктами обороту локомотивів), як правило, має складатися на одноколійних лініях при електричній тязі 750÷850 км, тепловозній 600÷750 км, на двоколійних лініях – відповідно 1000÷1100 і 750÷900 км.

Таблиця 7.1

Раціональна довжина діляниць обертання локомотивів

Переважно транзитний вагонопотік на напрямку	Середня протяжність діляниць роботи локомотивних бригад, км	Раціональна довжина діляниць обертання локомотивів $L_{\text{дол}}$ на лініях, км	
		одноколійних	двоколійних
без переробки	50–100	350–600	-
	100–150	600–750	750–900
	150–200	750–850	900–1000
	200–250	–	1000–1100
з переробкою (більше 50 %)	50–100	300–500	–
	100–150	500–600	650–750
	150–200	600–700	750–850
	200–250	–	850–950

У разі встановлення оптимальної довжини ділянки обертання локомотивів на конкретному полігоні (напрямку) мережі може виявитися, що раціональна довжина діляниць обертання не кратна загальній протяжності. Остаточний вибір пунктів обороту локомотивів здійснюється на підставі техніко-економічних розрахунків згідно з діючими методиками і з урахуванням специфічних особливостей (кліматичні умови, характер вагонопотоку тощо).

За чинним положенням електровоз або тепловоз, виданий під поїзд з депо приписки, після встановленого пробігу має обов'язково повернутися в це депо для проведення ТО-3 або планових видів ремонту. Операції, пов'язані зі зміною бригад, екіпіруванням і технічним обслуговуванням локомотива ТО-1 і ТО-2, слід виконувати при експлуатації. Зміна бригад і технічне обслуговування ТО-1 локомотивів, які подаються під транзитні поїзди, проводиться на приймально-відправних коліях технічних станцій без відчеплення локомотивів від составів, на що витрачається 15–20 хв. Екіпірування локомотивів (набір піску і мастила, а для тепловозів, крім того, дизельного палива і дистильованої води) проводиться після пробігу приблизно 500–800 км. Воно може проводитися як на приймально-відправних

коліях, обладнаних спеціальними екіпірувальними пристроями, так і на екіпірувальних коліях. Екіпірування зазвичай поєднується зі зміною бригад, для чого стоянка транзитних поїздів (при екіпіруванні на приймально-відправних коліях) збільшується до 25–30 хв.

Технічне обслуговування ТО-2 зараз проводиться приблизно один раз на добу, на що витрачається для вантажних локомотивів не більше 60 хв, а для пасажирських і моторвагонного рухомого складу не більше 2 год. Це технічне обслуговування має поєднуватися з екіпіруванням локомотива і зміною бригади. У зв'язку з цим його доцільно проводити на станціях перечеплення локомотивів від поїздів або в пунктах їх обороту, з тим щоб раціонально використовувати час простою тепловозів і електровозів в очікуванні поїздів.

Таким чином, за умовами заїздів локомотивів у депо приписки для технічного обслуговування, ТО-3 і планових видів ремонту максимальна протяжність діляниць обертання може дорівнювати

$$L_{до}^{max} = 0,5L_{но} = 0,5T_{но}S_{л} = 12T_{но}V_{м}, \quad (7.1)$$

де $L_{но}$ – норми пробігу між технічними обслуговуванням ТО-3, км;

$T_{но}$ – норми часу роботи локомотивів між технічними обслуговуванням ТО-3, доб;

$S_{л}$ – середньодобовий пробіг локомотива, км/доб;

$V_{м}$ – маршрутна швидкість руху поїздів, км/год.

За умовами виконання технічного обслуговування ТО-2 локомотивів у пунктах їх обороту довжина ділянки обігу може дорівнювати

$$L_{до}^{об} = \frac{T_{ТО}S_{л}}{24} = T_{ТО}V_{м}, \quad (7.2)$$

де $T_{ТО}$ – норма часу роботи локомотива між технічними оглядами, год.

Раціональними межами дільниць обігу локомотивів є великі станції, на яких переробляють більшу частину вагонопотоків. На цих же станціях бажано розміщувати основні локомотивні депо і створювати пункти технічного обслуговування та екіпірування локомотивів. Вибір форм і протяжності дільниць обертання, а також місць розміщення пристроїв локомотивного господарства в конкретних умовах має бути обґрунтований техніко-економічними розрахунками.

Норми часу знаходження локомотивів на технічних станціях визначаються для кожної станції технологією її роботи.

Норми часу на технічне обслуговування локомотивів, за наказом АТ «Укрзалізниця», можуть бути прийняті:

- для пасажирських локомотивів усіх серій – 2 год;
- вантажних тепловозів 2ТЕ10, 2ТЕ116, 2М62 – 1,2 год.

При більшій секційності додається по 0,5 год на кожен додаткову секцію.

Для маневрових локомотивів усіх серій – 1 год.

7.3. Способи обслуговування поїздів локомотивами

За схемою їзди дільниці роботи локомотивних бригад поділяються так (рис. 7.2):

– *плечова (звичайна) їзда* – застосовують при значній протяжності тягових пліч і незначній транзитності поїздопотоку по станції основного депо. При розташуванні основного депо на сортувальній станції відчеплення локомотивів від поїздів, заходження в депо для екіпірування, технічне обслуговування та поточний ремонт співпадають з надходженням поїздів у розформування;

– *накладна їзда* – при обслуговуванні локомотивними бригадами на одній дільниці з двох сусідніх пунктів, кожен з яких одночасно є і пунктом обороту бригад. Такий спосіб є різновидом плечового. Він дає більші можливості, але потребує чіткого планування поїзної роботи відповідно до графіка руху;

– *кільцева їзда* – застосовують при протяжності тягових плеч, достатній для прямування локомотивами станцій основного депо без відчеплення від поїздів до наступного пункту обороту.

При цьому станція основного депо повинна мати істотний транзитний поїздопотік. Локомотив працює «по кільцю» до чергового технічного обслуговування ТО-3, яке проводиться в основному депо. Екіпірування локомотива може виконуватися як у пунктах обороту, так і на станціях основного депо і навіть за необхідності на проміжних станціях.

Екіпірування локомотива на станції основного депо при кільцевій їзді зазвичай здійснюється без відчеплення від поїзда, для чого на станційних відправних коліях споруджуються екіпірувальні пристрої для постачання піском і мастилами, а для тепловозів – ще й дизельним паливом і водою. У випадках, коли на приймально-відправних коліях нема екіпірувальних пристроїв, локомотив відчіпляють від поїзда і подають для екіпірування на спеціальні колії, розташовані поблизу від приймально-відправних. Технічне обслуговування ТО-2, як правило, слід виконувати в пунктах обороту. При кільцевому способі зменшується завантаження горловин приймально-відправних парків на станціях основного депо, збільшується пропускна спроможність станцій і скорочується простій поїздів;

– *петльова їзда* є проміжним варіантом між плечовою та кільцевою їздою. Локомотиви прямують безвідчіпно від поїздів по станції основного депо тільки в одному напрямку. При зворотному прямуванні локомотив відчіпляється від поїзда та заходить у депо для екіпірування і технічного обслуговування. Такий спосіб може бути викликаний необхідністю переробки поїздів одного напрямку на станції основного депо, нераціональним розташуванням парку відправлення на цій станції, відсутністю екіпірувальних пристроїв на станційних коліях, потрібного виконання технічного обслуговування локомотивів в основному депо. При кільцевому способі роботи локомотивів потреба в експлуатованому парку скорочується приблизно на 6-9 %, при петльовому – на 3-4 % порівняно з плечовим.

Способи обслуговування поїздів локомотивами наведено на рис. 7.2.

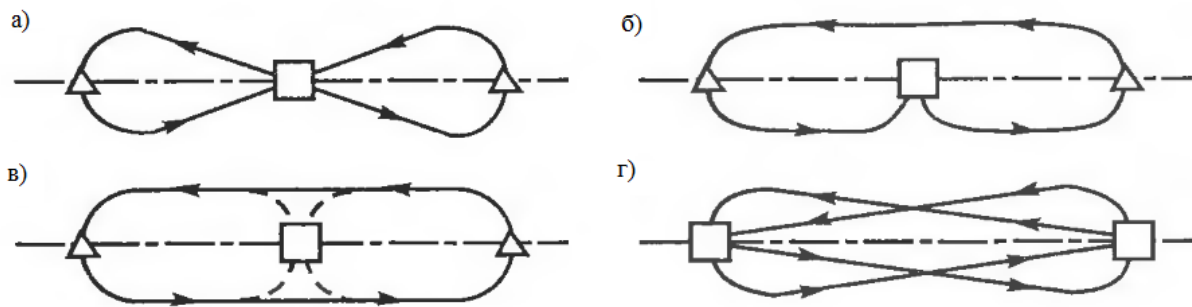


Рис. 7.2. Способи обслуговування поїздів локомотивами:
 а – плечовий; б – петльовий; в – кільцевий; г – накладний;
 □ – депо приписки, △ – пункт обороту локомотива

7.4. Оборот локомотива

Локомотиви, що обслуговують вантажні та пасажирські поїзди, експлуатуються за графіком обороту, який розраховується відповідно до графіка руху поїздів. Графіки обороту можуть передбачати взаємну ув'язку всіх (основний графік) або частини (варіантний графік) «ниток», передбачених у графіку руху.

Графік обороту локомотивів у разі відправлення поїздів за рівноправними розкладами базується на методі роздільної ув'язки локомотивів на кожній станції обороту.

Вихідними даними для складання графіка обороту локомотивів і роботи локомотивних бригад є:

- графік руху поїздів.
- схеми обертання локомотивів і роботи локомотивних бригад;
- норми знаходження локомотивів і локомотивних бригад на технічних станціях;
- періодичність заходження локомотивів на технічне обслуговування ТО-2 та екіпірування на пунктах обороту і перечеплення.

При розробленні графіка обороту локомотивів враховують такі вимоги:

- а) захист від можливих запізнень поїздів за рахунок раціонального резервування часу знаходження локомотивів на станції;
- б) дотримання умови, як правило, «перший локомотив готовий до відправлення - перший відправлений»;

в) забезпечення своєчасного надходження локомотивів на технічне обслуговування ТО-2 та екіпірування по станціях, де є відповідне оснащення, із забезпеченням його рівномірного навантаження;

г) забезпечення рівномірного підведення вантажних розбірних поїздів, включених до групи розкладів спільного обслуговування локомотивами і бригадами, на сортувальні та дільничні станції;

д) можливість розгляду різних систем роботи локомотивних бригад (ЛБ): з відпочинком у пункті обороту, без відпочинку в пункті обороту тощо;

е) раціональне визначення моментів відправлення вантажних поїздів, а також розкладів пасажирських поїздів з можливістю коригування.

Час, що витрачається локомотивом на обслуговування однієї пари поїздів на тяговому плечі, називається *повним оборотом локомотива*. У період повного обороту включається також час на технічне обслуговування ТО-2 і на такі види обслуговування і ремонту, тривалість яких не збільшує встановлену норму часу на простой в пунктах обороту. Тривалість повного обороту локомотива, год, становить

$$\theta = \frac{2L}{v_{\partial}} + t_{oc} + t_{об} , \quad (7.3)$$

де $\frac{2L}{v_{\partial}}$ – час знаходження локомотива в русі на тяговому плечі L в обох напрямках включаючи стоянки на проміжних і дільничних станціях і станціях зміни бригад, год;

t_{oc} – час знаходження локомотива на станції основного депо включаючи час перебування безпосередньо в депо, год;

$t_{об}$ – час знаходження локомотива на станції оборотного депо, год.

На дільницях обертання локомотивів значної протяжності, що складаються з декількох дільниць роботи бригад, можливе обертання поїздів різного призначення: таких, що закінчують свій шлях на станціях; розташованих усередині зони обертання; а

також на станціях, розташованих поза нею. Тому на дільничних станціях можуть бути відчеплення і причеплення локомотивів до поїздів. Для таких умов існує поняття дільничного обороту локомотива:

$$\theta_{\partial i} = \frac{2l_{\partial i}}{v_{\partial i}} + t_{\partial i} + t_{\partial i}, \quad (7.4)$$

де $l_{\partial i}$ – довжина i -ї дільниці обслуговування;

$v_{\partial i}$ – середня дільнична швидкість на i -й дільниці обслуговування;

$t_{\partial i}$ – простій локомотивів у пункті зміни бригад на одній дільничній станції;

$t_{\partial i}$ – те саме в пункті зміни на іншій станції.

Пункти зміни бригад можуть збігатися зі станціями основного і оборотного депо.

Повний оборот локомотива на дільниці обертання визначається сумою дільничних оборотів

$$\theta = \sum_1^p \theta = \sum_1^p \frac{2l_{\partial i}}{v_{\partial i}} + t_{oc} + t_{ob} + \sum_1^p t_y, \quad (7.5)$$

де $\sum_1^p t_y$ – сумарний простій локомотива в обох напрямках руху на $(p - 1)$ станціях зміни бригад;

p – кількість дільниць обслуговування на дільниці обертання.

Починаючи з моменту виходу локомотива на контрольний пост станції основного депо і до моменту проходження цього поста після повернення його на станцію того самого депо локомотив знаходиться в розпорядженні служби перевезень.

Цей час відповідає експлуатаційному обороту локомотива $\theta_{ек}$

$$\theta_{ек} = \theta - t'_{oc}, \quad (7.6)$$

де t'_{oc} – час знаходження локомотива безпосередньо в основному депо.

Для аналізу й оцінювання обороту локомотива необхідно більш детальне його розчленування за елементами. Час перебування локомотива на дільничних станціях складається з таких елементів:

– для пунктів обороту локомотивів, якими можуть бути основні й оборотні депо,

$$t_{oc} = t_{об} = t_o^{cep} + t_{mo}^{cep} + t_{оч.вид} , \quad (7.7)$$

де t_o^{cep} – середній час знаходження локомотива в пункті обороту (без урахування часу технічного обслуговування та екіпірування)

$$t_o^{cep} = t_{cep}^{mn} + t_{np.вид}^{cep} + t_{авт} + t_{відп} , \quad (7.8)$$

t_{mo}^{cep} – середній час, необхідний для обслуговування локомотива в пункті обороту, год;

$t_{оч.вид}$ – середній час простою локомотивів в очікуванні відправлення в пункті обороту, год;

t_{cep}^{mn} – середній час прямування локомотива по станційних коліях, год;

$t_{np.вид}^{cep}$ – середній час на причеплення-відчеплення локомотива від состава, год;

$t_{авт}$ – середній час на опробування автогальм, год;

$t_{відп}$ – час на відправлення, год;

– для пунктів перечеплення локомотивів або зміни бригад, якими можуть бути також і основні депо при кільцевій їзді,

$$t_{oc} = t_{ст.пер} = (t_{mp} + t_{оч.mp})\alpha_{mp} + (t_{пер}^p + t_{мо.пер}^{cep} + t_{оч.пер})(1 - \alpha_{mp}) , \quad (7.9)$$

де t_{mp} – тривалість операцій з технічного огляду транзитних поїздів і зміни бригад, год;

α_{mp} – коефіцієнт транзитності,

$$\alpha_{mp} = 2 \sum N_{вант.тр} / (\sum N_{вант.пр} + \sum N_{вант.вид}) , \quad (7.10)$$

$t_{оч.пр}$ – середній час простою локомотивів у пунктах стоянок транзитних поїздів без відчеплення локомотива, год;

$t_{то.пер}^{сер}$ – середній час, необхідний для технічного обслуговування в пунктах перечеплення локомотива, год;

$t_{оч.пер}$ – середній час простою локомотивів в очікуванні відправлення на станціях перечеплення, год;

$N_{вант.пр}$ – кількість вантажних поїздів, що проходять станцію транзитом у всіх напрямках без відчеплення локомотива;

$N_{вант.пр}$, $N_{вант.від}$ – загальна кількість поїздів, що прибувають і відправляються (з урахуванням транзитних) зі станції на всі прилеглі перегони даної дільниці обертання локомотивів.

Значення $t_o^{сер}$, $t_{то}^{сер}$, $t_{пр}$, $t_{то.пер}^{сер}$ залежать від прийнятої технології обробки поїздів та обслуговування локомотивів на станціях і можуть прийматися відповідно до типового технологічного процесу роботи станції.

Простій локомотивів в очікуванні відправлення залежить від пропускної спроможності дільниці, ступеня його заповнення, кількості пасажирських поїздів та ін. Цей час визначається або аналітично, або за результатами графічної ув'язки роботи локомотивів по пунктах їх обороту.

Аналітично простій локомотивів в очікуванні відправлення:

– для пунктів обороту можна розрахувати як, хв,

$$t_{оч.від}^{об} = \frac{12}{N_{ван}} \left[1 + \frac{c \varepsilon_{нас} N_{нас} I_{зр}}{(2 - \gamma)(N_{нас} + d)} \right]; \quad (7.11)$$

– для станцій транзитного прямування

$$t_{оч.від} = \frac{[1 + (t_{пр} + 0,1)N_{нас}] \varepsilon_{нас} I_p}{1440 - [N_{нас} \varepsilon_{нас} + N_{зб}(\varepsilon_{зб} - 1)I_p]}; \quad (7.12)$$

– для пунктів перечеплення локомотивів

$$t_{оч.пер} = \frac{8,4}{N_{ван} (1 - \alpha_{пр}^2)} \left[0,5 + \frac{c \varepsilon_{нас} N_{нас} I_{зр} (1 + 0,004 N_{ван} \alpha_{пр})}{(2 - \gamma)(N_n + d)} \right], \quad (7.13)$$

де $N_{ван}$, $N_{пас}$, $N_{зб}$ – розміри руху на дільниці, що примикає до даної станції, відповідно вантажних, пасажирських, збірних поїздів;

c , d – коефіцієнти, що враховують технічне оснащення прилеглих ліній: для двоколійних ліній $d=15,0$, $c=0,9$ при автоблокуванні $c=0,35$ без автоблокування; для одноколійних ліній $d=3,0$, $c=0,8$;

$\varepsilon_{пас}$, $\varepsilon_{зб}$ – коефіцієнти знімання вантажних поїздів відповідно пасажирськими і збірними;

I_p – мінімальний міжпоїзний інтервал вантажних поїздів у пакеті, хв;

γ – коефіцієнт заповнення пропускної спроможності,

$$\gamma = \frac{[N_{ван} + N_{зб}(\varepsilon_{зб} - 1) + N_{пас}\varepsilon_{пас}]I_p}{1440}. \quad (7.14)$$

Прискорення обороту локомотива може бути досягнуто збільшенням дільничних швидкостей, подовженням тягових пліч, дільниць обертання локомотивів і зон обслуговування до оптимальних значень; скороченням простоїв локомотивів у пунктах обороту.

7.5. Показники використання локомотивів

7.5.1. Нормування експлуатованого парку локомотивів

Експлуатований парк локомотивів нормується в цілому та за окремими видами тяги. Існують два способи визначення потрібного експлуатованого парку локомотивів: статистичний та аналітичний.

Статистичний спосіб застосовується для орієнтованого визначення потреби залізниці в локомотивному парку без розподілу за видами тяги. При цьому визначається коефіцієнт потреби в локомотивах відповідно до фактично виконаної за попередній період суми навантаження, вивантаження, приймання та здавання вагонів. Потрібний експлуатований парк локомотивів визначається шляхом множення цього коефіцієнта на суму планових значень навантаження, вивантаження, приймання та здавання вагонів.

$$M_e = \frac{M_e^\phi}{(u_{нав}^\phi + u_{вив}^\phi + u_{пр}^\phi + u_{зд}^\phi)} (u_{нав} + u_{вив} + u_{пр} + u_{зд}). \quad (7.15)$$

Аналітичні методи включають визначення потрібного експлуатованого парку локомотивів за плановими значеннями продуктивності середньодобового пробігу локомотивів, затратами локомотиво-годин, а також плановим коефіцієнтом потреби на пару поїздів для кожної дільниці їх обертання. Ці методи передбачають розподіл парку локомотивів за видами тяги. Два перших методи застосовуються в основному для укрупнених планових розрахунків по залізниці. Останній метод є найбільш точним і передбачає розрахунок експлуатованого парку локомотивів для дільниці.

Нормування експлуатованого парку локомотивів за *продуктивністю локомотива* здійснюється шляхом ділення її на величину планової тонно-кілометрової роботи

$$M_e = \frac{R_0 s Q_{бр} \gamma_l}{mW} = \frac{U_0 l Q_{бр} \gamma_l}{mW}, \quad (7.16)$$

де R_0 – робочий парк вагонів, ваг;
 s – середньодобовий пробіг, км/доб;
 $Q_{бр}$ – середня маса поїзда, т;
 γ_l – частка в роботі локомотивів даного виду;
 m – середній состав поїзда, ваг;
 W – продуктивність локомотива, ткм/ваг.доб;
 U_0 – робота вагонного парку, ваг;
 l – повний рейс, км.

Нормування експлуатованого парку локомотивів за *середньодобовим пробігом* локомотива здійснюється шляхом ділення його на величину планового пробігу локомотива

$$M_e = \frac{R_0 s (1 + \beta_{дон}) \gamma_l}{mS_l} = \frac{U_0 l (1 + \beta_{дон}) \gamma_l}{mS_l}, \quad (7.17)$$

де $\beta_{дон}$ – коефіцієнт допоміжного пробігу локомотива, км;
 S_l – середньодобовий пробіг локомотива, км/доб.

Формули (7.16) і (7.17) використовують для перевірки відповідності експлуатованого парку локомотивів M_e та робочого парку вагонів R_0 .

Нормування експлуатованого парку локомотивів за витратами загальної добової кількості локомотиво-годин на обслуговування заданої кількості пар поїздів на дільниці обертання, лок.доб,

$$M_e = \frac{\sum MT}{24}. \quad (7.18)$$

Величина $\sum MT$ встановлюється за графіком руху поїздів і включає витрати локомотиво-годин у русі, на стоянках на проміжних станціях, у простоях на станції приписки (основного депо), обороту та зміни бригади. Якщо на графіку показана ув'язка локомотивів, то визначити їх потрібну кількість можна за будь-яким перетином графіка, розрахувавши кількість перетинів з лініями ходу поїздів і локомотивів.

Нормування експлуатованого парку локомотивів за коефіцієнтом потреби проводиться виходячи з норми обороту локомотивів для дільниці роботи бригад (формула 7.5). За цими значеннями визначається коефіцієнт потреби локомотивів на пару поїздів:

$$K_k = \frac{Q}{24}. \quad (7.19)$$

Звідси потрібний експлуатований парк локомотивів для дільниці обертання визначається як сумарна добова потреба локомотивів по дільницях роботи бригад, лок.доб,

$$M_e = \sum NK_l \left(1 + \frac{n_{\text{проф}} t_{\text{проф}}}{T_{\text{міс}}} \right), \quad (7.20)$$

де N – кількість пар поїздів на дільниці роботи бригад, при непарному графіку приймається максимальна кількість поїздів з урахуванням кратної тяги;

$n_{\text{проф}} t_{\text{проф}}$ – відповідно кількість на місяць і тривалість у годинах профілактичних оглядів;

$T_{\text{міс}}$ – кількість годин у місяці, $T_{\text{міс}} = 720$ год.

До складу експлуатованого парку не входять локомотиви, що знаходяться в ремонті, резерві залізниці, які тимчасово відсторонені від роботи внаслідок нерівномірності руху тощо.

7.5.2. Якісні та кількісні показники використання локомотивів

Показники використання локомотивів поділяються на кількісні, що характеризують обсяги виконуваної роботи, і якісні, які дозволяють оцінити ступінь використання локомотивного парку за потужністю і часом. Показники розраховують окремо за кожним видом руху (вантажний, пасажирський, передаточний, вивізний, господарчий, маневровий) і родом тяги (електровози, тепловози), дільницями обслуговування (роботи) локомотивних бригад, локомотивними депо, дирекціями та регіональними філіями.

До кількісних показників належать пробіги локомотивів у локомотиво-кілометрах, витрати локомотиво-годин і робота в тонно-кілометрах.

Загальні локомотиво-кілометри пробігу складаються з лінійного та умовного пробігу локомотива.

Лінійний пробіг локомотивів $\sum MS_{\text{л}}$ складається з пробігу локомотивів у голові поїздів $\sum MS_{\text{м}}$, пробігу інших локомотивів, що працюють за системою багатьох одиниць $\sum MS_{\text{оо}}$, допоміжного пробігу $\sum MS_{\text{дон}}$. Допоміжним є пробіг локомотивів подвійної тяги в підштовхуванні та одиночному прямуванні. Він характеризується коефіцієнтом допоміжного пробігу, який виражає відношення допоміжного до загального лінійного пробігу:

$$\beta_{\text{дон}} = \frac{\sum MS_{\text{дон}}}{\sum MS_{\text{л}}}. \quad (7.21)$$

Зазвичай лінійний пробіг локомотивів визначається добутком пробігу локомотивів у голові поїздів та коефіцієнта

допоміжного пробігу. При цьому пробіг локомотивів у голові поїздів $\sum MS_m$ дорівнює пробігу поїздів $\sum NL$, тобто $\sum MS_m = \sum NL$.

Тоді

$$\sum MS_{\text{л}} = \sum NL(1 + \beta_{\text{дон}}), \quad (7.22)$$

а за наявності інших локомотивів, що працюють за системою багатьох одиниць,

$$\sum MS_{\text{л}} = \sum NL(1 + \beta_{\text{дон}}) + \sum MS_{\text{до}}. \quad (7.23)$$

Умовний пробіг характеризує пробіг локомотивів, зайнятих на маневрах. Його величину визначають добутком кількості маневрових локомотивів і норми умовного пробігу, віднесеної на одну годину роботи. Так, одна година роботи маневрового локомотива відповідає 5 км пробігу, один час простою – 1 км пробігу.

Витрати локомотиво-годин $\sum MT$ визначаються обсягами роботи в часі для дирекції або регіональної філії. Локомотиво-години враховують окремо за кожним видом руху та в очікуванні роботи: у вантажному, пасажирському, передаточному, вивізному та пасажирському, а також у господарчому русі і на маневрах.

Робота локомотивів у тонно-кілометрах бруто визначається для пасажирського та вантажного руху як

$$\sum ql = Q_{\text{сер}} \sum NL, \quad (7.24)$$

де $Q_{\text{сер}}$ – середня маса состава бруто, т.

Величина $Q_{\text{сер}}$ визначається за маршрутами машиністів.

До якісних показників використання локомотивів відносять показники швидкості, середню масу та середній состав поїзда, середньодобовий пробіг і продуктивність локомотива, час знаходження локомотива в русі та добовий бюджет часу.

Швидкість поїздів поділяється на максимальну, розрахункову, ходову, технічну, дільничну та маршрутну.

Максимальна швидкість руху поїздів – максимально припустима швидкість на ділянці (напрямку) за станом колії, штучних споруд, конструкцій локомотивів і вагонів тощо.

Розрахункова швидкість – максимальна рівномірна швидкість, з якою локомотив може вести поїзд встановленої маси по розрахунковому підйому необмеженої протяжності. Її величина встановлюється за формулою, км/год,

$$V_p = \frac{3600 N_{\text{дом}}}{Q(\omega_0'' + 9,81i_p) + P(\omega_0' + 9,81i_p)}, \quad (7.25)$$

де $N_{\text{дом}}$ – дотична потужність локомотива, кВт;

Q – маса поїзда, т;

ω_0'' , ω_0' – основний питомий опір руху на прямій горизонтальній ділянці колії відповідно для составів (вагонів) і локомотивів, Н/т;

P – маса локомотива, т;

i_p – приведений розрахунковий підйом, ‰.

Ходова швидкість – середня швидкість руху поїздів по ділянці без урахування часу на стоянки, розгони та уповільнення, км/год,

$$V_x = \frac{\sum NL}{\sum Nt_x}, \quad (7.26)$$

де $\sum NL$ – загальний пробіг поїздів, поїзд. км;

$\sum Nt_x$ – загальні витрати поїздо-годин у русі без урахування часу на розгони та уповільнення, поїзд.год.

Технічна швидкість – середня швидкість руху поїзда по ділянці з урахуванням часу на розгони та уповільнення (але без урахування стоянок на проміжних станціях і перед забороняючим показанням вхідного світлофора), км/год,

$$V_m = \frac{\sum NL}{\sum Nt_{\text{пyx}}}, \quad (7.27)$$

де $\sum Nt_{\text{пyx}}$ – загальні витрати поїздо-годин у русі з урахуванням часу на розгони та уповільнення, поїзд.год.

Дільнична швидкість – середня швидкість руху поїздів по дільниці з урахуванням розгонів, уповільнень і стоянок на проміжних станціях перед забороняючим показанням вхідного світлофора, км/год,

$$V_m = \frac{\sum NL}{\sum Nt_{\text{пyx}} + \sum Nt_{\text{нр.с}}}, \quad (7.28)$$

де $\sum Nt_{\text{нр.с}}$ – простій поїздів на проміжних станціях і перед забороняючим показанням вхідного світлофора, поїзд.год.

Маршрутна швидкість – середня швидкість руху поїздів між станціями формування або навантаження та розформування або вивантаження з урахуванням стоянок на проміжних і технічних станціях. Величина маршрутної швидкості визначається відношенням відповідних поїздо-кілометрів на поїздо-години. У вантажному русі оперативний облік маршрутної швидкості ведеться лише для спеціалізованих поїздів зі швидкопсувними вантажами.

Величина маршрутної швидкості залежить від значень дільничної і технічної, а також від витрат на обробку транзитного поїзда на попутних технічних станціях. Маршрутна швидкість є важливим показником, що характеризує просування вантажів і пасажирів у поїздах. Резерв її підвищення – збільшення протяжності дільниць обертання локомотивів і дільниць обслуговування локомотивних бригад, скорочення витрат часу на технічне обслуговування, екіпірування, приймання та здавання локомотивів.

Середня маса поїзда встановлюється для кожної дільниці обертання окремо в парному та непарному напрямках.

Середня маса поїзда бруто (маса поїзда з урахуванням тари вагона), т,

$$Q_{\text{бр}} = \frac{\sum ql}{\sum NL}, \quad (7.29)$$

де $\sum ql$ – вантажооборот бруто, т. км бруто;

$\sum NL$ – загальний пробіг поїздів, поїзд. км.

Середня маса поїзда нетто, т,

$$Q_{\text{ор}} = \frac{\sum pl}{\sum NL}, \quad (7.30)$$

де $\sum pl$ – вантажооборот брутто, ткм брутто.

Середній состав поїзда визначається як середня кількість вагонів, що припадає на один поїзд, ваг,

$$m = \frac{\sum nS}{\sum NL}, \quad (7.31)$$

де $\sum nS$ – загальний пробіг вагонів, ваг.км.

Середню масу поїзда нетто Q_n можна визначити через середній состав поїзда m та динамічне навантаження $P_{\text{дин}}$, т,

$$Q_n = m \cdot P_{\text{дин}}. \quad (7.32)$$

Показники технічної та дільничної швидкості, середньої маси та середнього состава поїзда з урахуванням і без урахування збірних, вивізних і передаточних поїздів.

Середньодобовий пробіг локомотива розраховується окремо по регіональній філії, дирекції, депо та в межах дільниці обслуговування локомотивних бригад у вантажному та пасажирському русі, км/доб, як

$$S_{\text{л}} = \frac{24 \sum MS_{\text{л}}}{\sum MT} = \frac{\sum MS_{\text{л}}}{M_e}, \quad (7.33)$$

де $\sum MS_{\text{л}}$ – лінійний пробіг усіх локомотивів без урахування зайнятих на позапоїзній роботі або в підштовхуванні (за добу, декаду, місяць), лок.год;

$\sum MT$ – загальні витрати локомотиво-годин цих локомотивів за той самий період;

M_e – експлуатований парк локомотивів без урахування зайнятих на позапоїзній роботі, лок.доб.

Підвищення середньодобового пробігу локомотива зменшує потрібний парк на величину, лок.доб,

$$M_e = \frac{\sum MS_{л}}{S_з} - \frac{\sum MS_{л}}{S_{ф}}, \quad (7.34)$$

де $S_з$, $S_{ф}$ – відповідна планова задана та фактична величина середньодобового пробігу локомотивів, км.

Збільшення середньодобового пробігу локомотива вивільняє частину локомотивів, забезпечує зростання продуктивності праці локомотивних бригад, покращує використання основних фондів, зменшує експлуатаційні витрати, пов'язані з перевезеннями вантажів, і покращує ефективність перевізного процесу. Усе це має місце, якщо збільшення середньодобового пробігу сталося не внаслідок збільшення резервного пробігу.

Продуктивність локомотивів – це кількість тонно-кілометрів бруто, що припадає в середньому за добу на один локомотив експлуатованого парку, ткм/лок.доб,

$$W = \frac{\sum ql}{M_e} - \frac{Q_{оп} S}{1 + \beta_{дон}}. \quad (7.35)$$

Продуктивність локомотива відображує такі важливі показники їх використання, як середня маса поїзда бруто, середньодобовий пробіг локомотива та коефіцієнт допоміжного пробігу локомотива. Таким чином, даний показник є узагальнюючим і характеризує якість роботи локомотивного парку в цілому.

Середньодобовий бюджет часу локомотива характеризує якість використання локомотивів у часі та показує розподіл добового бюджету часу у відсотках за його елементами.

$$\frac{100}{24} (t_p^n + t_{nc}^n + t_{з.бр}^n + t_{об}^n + t_{np}^n) = 100, \quad (7.36)$$

де t_p^n – середній час, витрачений локомотивом за добу на рух по перегонах, год;

$t_{nc}^n, t_{з.бр}^n, t_{об}^n, t_{пр}^n$ – витрати часу в середньому за добу на простій локомотива відповідно на проміжних станціях, станціях зміни бригад, обороту і приписки локомотива.

Середньодобовий бюджет часу локомотива може бути розрахований безпосередньо в числах. Цей показник визначається без урахування передаточних і вивізних поїздів.

Середній час перебування локомотива в русі показує, скільки годин на добу локомотив знаходиться у русі, год,

$$t_p^n = \frac{S}{V_m} = \frac{\sum Mt_p}{M_e}, \quad (7.37)$$

де $\sum Mt_p$ – загальні витрати локомотиво-годин на рух локомотива по перегонах.

7.6. Обслуговування локомотивів бригадами

7.6.1. Основні принципи обслуговування локомотивів бригадами

За принципом обслуговування локомотивів бригадами розрізняють:

- роздільне – при супроводі локомотивними бригадами поїздів тільки даного виду руху (вантажного або пасажирського);
- змішане – частина пасажирських і вантажних поїздів супроводжується одним і тим самим контингентом машиністів і їхніх помічників.

Змішане обслуговування може застосовуватися у двох варіантах:

1 - пункти обороту і пункти приписки бригад у вантажному і пасажирському русі співпадають;

2 - при співпаданні тільки пунктів приписки в обох видах руху.

За способом обслуговування (за системою їзди) ділянки роботи локомотивних бригад поділяються:

- *на змінну* – у випадку обслуговування локомотивів неприкріпленими бригадами;

– *прикріплену* – кожен локомотив обслуговується постійно прикріпленими до нього бригадами;

– *комбіновану* – кожен локомотив обслуговується на одній частині дільниці постійно прикріпленими бригадами, а на другій – змінними;

– *турну* – при обслуговуванні локомотива кількома (зазвичай трьома) постійно закріпленими за ним бригадами. Під час поїздки бригади працюють по черзі. Вільна від роботи бригада знаходиться на відпочинку у спеціально обладнаному для цього вагоні. За такою схемою обслуговуються локомотиви при дослідних поїздках з метою випробування рухомого складу, а також локомотиви колійної машинної станції (КМС);

– *групову* – у випадку закріплення за невеликою групою локомотивів (зазвичай чотири-п'ять) бригад постійного складу в кількості, необхідній для виконання встановленої норми робочих годин кожного члена бригади.

В окремих локомотивних депо практикується застосування різновидів прикріпленої їзди:

– підміна прикріплених бригад *в основному депо* – при виділенні додатково однієї бригади на два локомотиви, використовуваної для підміни основних (двох або трьох) бригад;

– підміна прикріплених бригад *у пункті обороту*, коли з пункту у зворотний рейс у локомотиві відправляється не прибула в ньому бригада, а інша – та, що відпочила. Цей спосіб застосовується при експлуатації локомотивів на дільницях роботи бригад II категорії, тобто у випадках, коли за умовами чинних положень з роботи бригад обов'язково надається встановленої тривалості відпочинок у пункті обороту, який у свою чергу може бути організований як *естафетна їзда*, якщо зміна прикріплених бригад проводиться не тільки на станції основного депо, а й в пунктах обороту, розташованих на дільницях II категорії, при цьому локомотив як естафета передається від однієї до іншої прикріпленої бригади (рис. 7.3) або передбачається повернення на локомотиві з пункту обороту бригади, яка відпочила, незалежно від локомотива, до якого вона прикріплена;

– підміна бригад *на дільниці* (підмінна їзда) – у випадку, якщо обслуговування локомотивів поєднує два способи: прикріплену і змінну їзду. Для цього на дільниці між основним і

оборотним депо (тобто на дільниці обертання) організується підмінний пункт. Основні, тобто закріплені за локомотивом, бригади обслуговують дільницю від основного депо до пункту підміни; підмінні (змінні бригади) – від пункту підміни до оборотних депо (рис. 7.4);

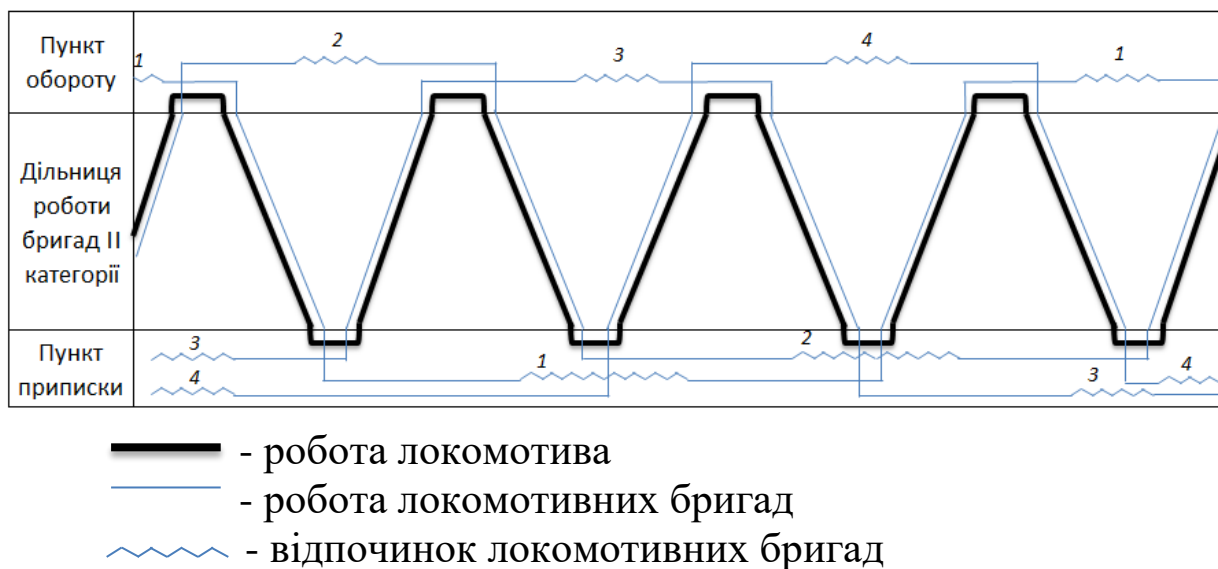


Рис. 7.3. Графік роботи локомотивів і локомотивних бригад при естафетній їзді

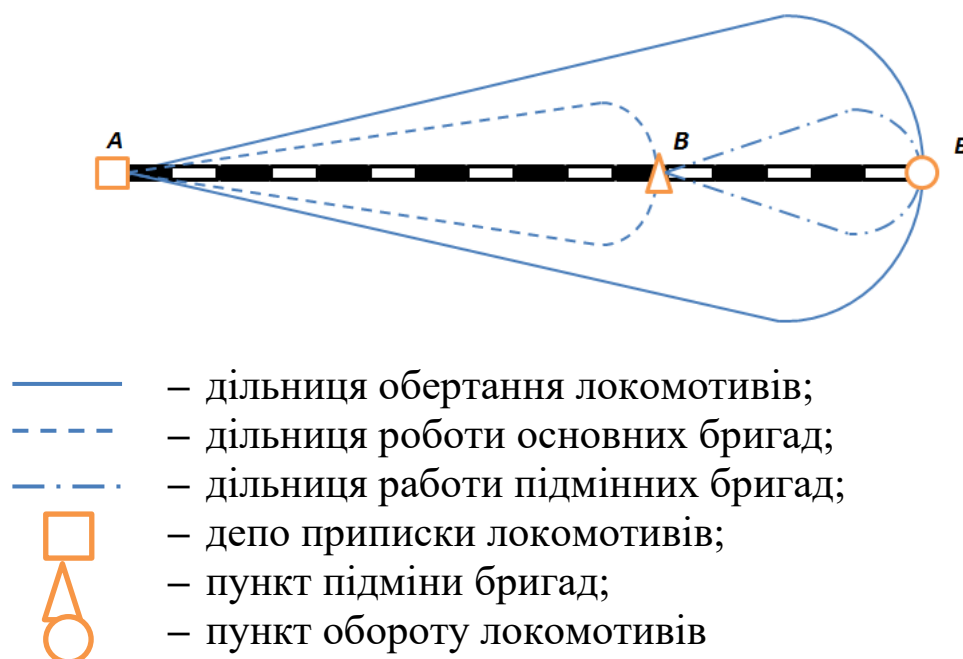


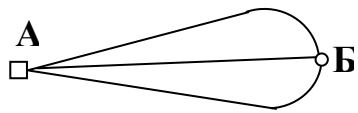
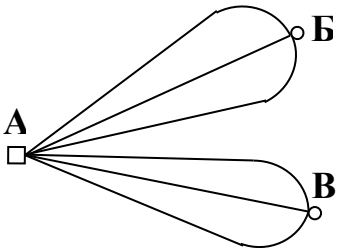
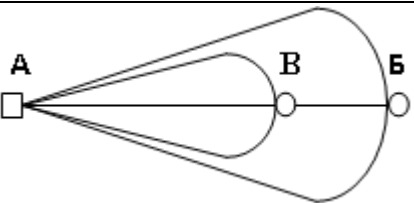
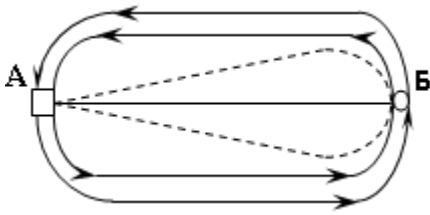
Рис. 7.4. Дільниця обертання локомотивів з підмінною їздою

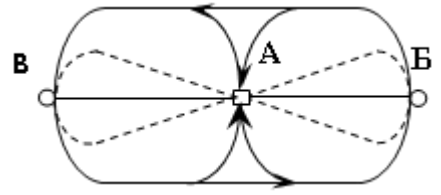
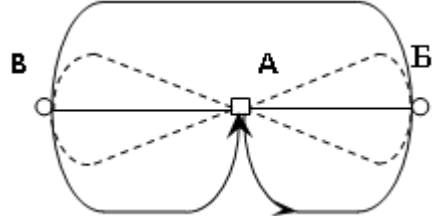
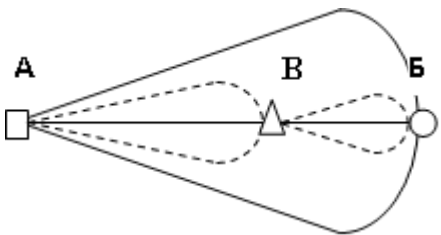
– спосіб подвійної підміни – у випадку повернення з пунктів підміни основної бригади після закінчення відпочинку встановленої тривалості в місце свого місця проживання не на прикріпленому, а на будь-якому локомотиві.

З метою складання графіка обороту локомотивів можливі схеми в умовах застосування прикріпленої їзди формалізовані до відповідної класифікації наведеної в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Схеми обороту локомотивів в умовах застосування прикріпленої їзди

Найменування		Схема обслуговування локомотивів	
схеми обслуговування локомотивів дільниць	спосіб їзди		
1	2	3	
1. Плечова їзда на дільниці обертання	1.1. однієї	будь-яка прикріплена їзда, крім підмінної	
	1.2. двох і більше	те ж саме	
	1.3. двох одного напрямку (накладена їзда)	те ж саме	
2. Кругова їзда		те ж саме	

1	2	3
3. Кільцева їзда	будь-яка прикріплена їзда	
4. Петльова їзда	те ж саме	
5. Плечова їзда	з підміною на дільниці, турна їзда	

З даних табл. 7.2 видно, що:

– при *круговій їзді* робота локомотивів організується на дільниці їх обертання без заходження в депо зі зміною локомотивної бригади;

– *кільцевій їзді* робота локомотивів організується на двоплечовій дільниці без заходження в депо приписку протягом усього міжремонтного циклу, при цьому екіпірування та ТО-2 проводиться в пунктах обороту локомотивів або на приймально-відправних коліях депо приписки;

– *петльовій їзді* робота локомотивів організується на двоплечовій дільниці без заходження в депо приписки тільки в одному напрямку;

– *плечовій їзді* на подовженій дільниці обертання робота локомотивів організується на дільниці, яка складається з двох дільниць роботи бригад з їх зміною в пункті підміни.

7.6.2. Методи організації явки бригад на роботу

З подовженням дільниці обертання локомотивів збільшилася й протяжність дільниць роботи локомотивних бригад до 250-270 км (в один кінець) при збереженні тривалості неперервної роботи до 7-8 год. При правильному плануванні поїзної роботи можна досягти мінімуму часу знаходження бригад в пунктах їх зміни.

Відомо кілька методів організації явки бригад на роботу:

- за викликом (виклична система);
- іменним розкладом;
- нарядом;
- графіком.

Виклична система – система, при якій бригада не знає точного часу виклику в поїздку, а викликається по телефону або розсильним. Ця система базується на поточних планах відправлення поїздів на 4–6 год майбутньої роботи. Недоліком системи є неможливість планування вільного часу бригадою, невідомі заздалегідь і вихідні дні.

Кращою є організація роботи бригад за іменними розкладами на декаду чи місяць або за *нарядами* (на короткий термін). Інформаційною основою без викличної системи є місячна технічна норма – можлива кількість поїздів, що відправляються за певним розкладом. Ця обставина і визначає складність впровадження іменних графіків роботи локомотивних бригад, оскільки практично відсутні методи визначення найбільш стабільного значення поїздопотоків протягом місяця. Найпрогресивнішим методом організації явки на роботу є *безвиклична система*. Вища форма такої системи – *іменні розклади*. Система обслуговування за іменним розкладом дає можливість бригаді планувати свою роботу на попередній місяць, визначати номер поїзда (при відправленні з основного депо) і точний час початку та закінчення роботи і вихідних днів.

У зв'язку з середньомісячною нерівномірністю розмірів руху весь контингент не може працювати за іменним розкладом, частина бригад (20–40 %) має працювати за безвикличною системою або за попереднім записом (підмінні бригади).

Складання іменного розкладу забезпечується при вирішенні таких завдань:

- ув'язка поїздів у пари по пунктах обороту;
- розрахунок графіка роботи і відпочинку умовної локомотивної бригади;
- отримання іменних розкладів у графіку роботи умовної бригади.

При плануванні ув'язки прагнуть, щоб сумарний час обороту і кількість поїздок пасажиром наближались до мінімуму, технологічний час між прибуттям i -го поїзда та відправленням j -го з даною бригадою відповідав нормативним даним і задовольняв вимоги «Кодексу законів про працю України» [10].

7.6.3. Умови та графік роботи локомотивних бригад

Оборотом локомотивної бригади $T_{бр}$ називається робочий час, витрачений нею на обслуговування локомотива при проведенні однієї пари поїздів. $T_{бр}$ складається з часу, необхідного для підготовки локомотива до поїздки на станції зміни бригад, приймання і здавання локомотива в цих пунктах, технологічних перерв, пов'язаних з роботою станцій, і часу ведення поїздів по дільниці обслуговування в обох напрямках. Можливі такі варіанти організації зміни бригад:

- зміна бригад на станційних коліях;
- зміна бригад після заходження локомотива на тягову територію депо;
- те саме, але локомотив передається екіпірувальній або черговій бригаді;
- оборот бригади збігається з оборотом локомотива, і вона повертається на тому самому локомотиві без зміни;
- те саме, але локомотив передається іншій бригаді.

Найбільш доцільний варіант обирається відповідно до місцевих умов.

Після поїздки бригада відпочиває 24 год. Щотижневі вихідні дні надаються рівномірно протягом місяця в будь-який день тижня і тільки в місці проживання бригади. У пункті обороту бригаді надається відпочинок, якщо попередня робота

тривала чотири і більше годин або коли час неперервної роботи в обидва кінці не вкладається в установлену неперервну тривалість роботи. Тривалість відпочинку в цих випадках має бути не менше половини часу попередньої роботи.

Вирішальним чинником у розрахунках, пов'язаних з розташуванням пунктів зміни бригад, є необхідність дотримання встановлених нормативів тривалості неперервної роботи бригад як гарантії забезпечення безпеки руху поїздів. Зараз вони, як правило, складають 7...8 год. В окремих випадках нормативи можуть бути збільшені, але не більш ніж до 12 год.

Відповідно до цього протяжність дільниці обслуговування локомотивів бригадами не повинна перевищувати:

– при відпочинку в пункті обороту

$$l_{\text{бр}}^{\text{сид}} = (T_n - t_{\text{бр}}^n - t_{\text{бр}}^{\text{сид}}) V_{\text{д}}; \quad (7.38)$$

– без відпочинку бригад у пункті обороту

$$l_{\text{бр}}^{\text{б/сид}} = 0,5V_{\text{д}} (T_n - t_{\text{бр}}^n - t_{\text{бр}}^{\text{сид}} - t_{\text{бр}}^c), \quad (7.39)$$

де T_n – норма неперервної роботи бригад, год;

$t_{\text{бр}}^n$ – час роботи бригади на станціях приписки перед відправленням поїзда, год;

$t_{\text{бр}}^{\text{сид}}$ – час роботи бригади в пункті обороту при відпочинку, год;

$t_{\text{бр}}^c$ – час роботи бригади на станції приписки після прибуття з пункту обороту, год.

Для середніх умов при існуючій на сьогодні нормі неперервної роботи бригад протяжність дільниць обслуговування локомотивів приблизно дорівнює:

– за системою їзди з відпочинком у пункті обороту $6V_{\text{д}}$ км;

– без відпочинку в цих пунктах $2,5V_{\text{д}}$ км.

При змінному обслуговуванні вантажних поїздів явка бригад на роботу організується за встановленим розкладом обслуговування поїздів, який передбачається в місячному або декадному графіку роботи бригад. У випадку нерівномірності

руху поїздів за періодами доби для виключення непродуктивного знаходження бригад поза пунктом мешкання допускається засилання бригад у пункти обороту або повернення звідти пасажирськими поїздами без роботи.

7.6.4. Норми тривалості роботи локомотивних бригад

Для кожної дільниці встановлюється максимальний час знаходження локомотивних бригад на шляху прямування поїзда, який не може перевищувати під час прокладання поїздів на графіку. Максимальний час на шляху прямування поїзда визначають як різницю встановленої норми безперервної тривалості роботи локомотивних бригад $T_{доп}^{б/р}$ і часу, витраченого на підготовчо-заклучні операції, що виконуються під час кожної поїздки $T_{під-зак}$:

$$T_{max}^{пр} = T_{доп}^{б/р} - T_{під-зак} . \quad (7.40)$$

Час на підготовчо-заклучні операції залежить від способу обслуговування (з відпочинком у пункті обороту або без нього) і визначається відповідно до «Методичних вказівок щодо проектування норм виробітку, нормованих завдань і нормативів часу на підготовчо-заклучні дії, допоміжних операцій для локомотивних бригад ЦТ-0129» [13].

Для орієнтовних розрахунків можуть бути використані дані, наведені в табл. 7.3 і 7.4.

7.6.5. Особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку локомотивних бригад

Особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку локомотивних бригад регламентовано наказом АТ «Укрзалізниця» від 10.03.1994 р. № 40-Ц «Особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку окремих категорій працівників залізничного транспорту, робота яких безпосередньо пов'язана із забезпеченням безпеки руху поїздів і обслуговуванням пасажирів».

Норми часу на приймання-здавання локомотивів пасажирського і вантажного руху змінними локомотивними бригадами на станційних коліях у пунктах зміни приймаються відповідно до «Методичних вказівок щодо проектування норм виробітку, нормованих завдань і нормативи часу на підготовчо-заклучні дії, допоміжні операції для локомотивних бригад ЦТ-0129» [13].

Для кожного пункту обороту локомотивних бригад складається графік їх роботи.

Спочатку встановлюється час готовності бригад до відправлення за пунктом їх обороту:

– без відпочинку в пункті обороту

$$t_{zom} = t_n + t_{mex.бр} ; \quad (7.41)$$

– з відпочинком у пункті обороту

$$t_{zom} = t_{np} + t_{np-зд} + 0,5 \cdot t_p + t_{n_обор} , \quad (7.42)$$

де t_{np} – час прибуття поїзда;

$t_{mex.бр}$ – підготовчо-заклучний час роботи бригад на пункті обороту;

$t_{np-зд}$ – час роботи бригади від моменту прибуття до здачі локомотива;

t_p – фактичний час роботи локомотивної бригади на ділянці від явки на роботу в пункт їх приписки до моменту здачі локомотива в пункті обороту;

$t_{n_обор}$ – час роботи бригади на пункті обороту від моменту явки бригади до відправлення з поїздом.

Після готовності бригад до відправлення в пункті обороту з урахуванням часу відправлення поїздів можна здійснити безпосереднє прикріплення бригад до поїздів.

Норми часу на приймання-здавання та додаткові операції наведені у табл. 7.3 та 7.4.

Норми часу на приймання-здавання

Пасажирський рух					
№ з/п	Серія локомотива	без зміни локомотива, хв	зі зміною локомотива, зарядкою і з'єднанням гальмівної магістралі состава до 20 вагонів, хв		
1	2	3	4		
1	<i>Електровози</i> ЧС-2, 4 ВЛ-60 в.і	7,0	13		
	ЧС 7, 8, ВЛ-80 в.і.	10,0	16		
2	<i>Тепловози</i> ТЕП60, 70, М62	7,0	13		
	2ТЕП60, 2ТЕ10 в.і.	10,0	16		
	2М62, 2ТЕ116	10,0	16		
Вантажний рух					
№ з/п	Серія локомотива	без зміни локомотива	зі зміною локомотива і з'єднанням гальмівної магістралі состава	причеплення штовхача	відчеплення штовхача
1	2	3	4	5	6
2	<i>Електровози</i> ВЛ-80, ВЛ-82, ВЛ-82М, ВЛ-10, ВЛ-8, ВЛ-11	14,0	18	1,1	1,1
	ВЛ-60	12,0	16	1,1	1,1
	<i>Тепловози</i> 2ТЕ116, 2ТЕ10М, У, УТ	15,0	19	1,1	1,1

Продовження табл. 7.3

1	2	3	4	5	6
	2М62 (дві секції)	14,0	18	1,1	1,1
	2М62	11,0	16	1,1	1,1

Примітки: У графах 4, 5, 6 дано час без урахування прямування локомотива від КП до состава і повного випробування гальм.

У графі 3 дано час без урахування скороченого випробування гальм.

Таблиця 7.4

Норми часу на додаткові операції

Норми витрат часу	Тривалість, хв
1	2
Допоміжний час	
Відмічання маршруту машиніста на КП (з урахуванням проходження на пост і повернення на локомотив)	1,5
Одержання (здача) вантажних документів з позначкою в маршруті, одержання письмового попередження та дозволу на відправлення	1,0
Відмітка в маршруті машиніста у чергового по станції про час відправлення (прибуття) поїзда, номер, масу і склад поїзда з підтвердженням даних підписом ДСП та штемпелем станції	1,3
Підготовчо-заключний час	
Одержання машиністом локомотива маршрутів, вказівок від чергового по депо	1,4
Медичний огляд локомотивної бригади	7,0
Одержання ключів від локомотива	0,3
Перевірка дій та огляд пристроїв локомотивної сигналізації та автостопів:	
– на одному посту управління локомотивом;	4,0
– двох постах управління локомотивом	7,5
Заправлення швидкостемірної стрічки	2,0
Зачищення самозаписувачів швидкостеміра	4,0
Зняття діаграмної стрічки	1,2

Продовження табл. 7.4

1	2
Позначення в маршруті машиніста про видачу палива на локомотив	0,5
Позначення в маршруті явки на роботу або закінчення роботи, запис на явку для чергової поїздки	1,3
Відмічання і здача маршруту, стрічки швидкостеміра черговому по депо, інформація про технічний стан локомотива, запис на явку на роботу	4,5

Складання графіка обороту локомотивів і роботи локомотивних бригад може бути здійснене з використанням обчислювальної техніки за програмою, розробленою на ГІОЦ АТ «Укрзалізниця». Програма розраховує показники використання локомотивів і роботи локомотивних бригад з видачею форм ЦДЛ-1 і ЦДЛ-2. Розрахунок здійснюється на основі розкладів руху поїздів з бази даних ГРП та інформації сталого типу, наданої локомотивними службами залізниць (плечі обертання локомотивів і локомотивних бригад, нормативний час простою в депо обороту і накладний час для роботи локомотивних бригад на плечі обороту).

7.6.6. Нормування контингенту локомотивних бригад

Для кожного депо приписки визначається кількість бригад, необхідна для виконання заданого обсягу майбутньої роботи в умовах нерівномірності перевезень (сезонної, добової, внутрішньодобової), а також при ремонтних і реконструктивних роботах (капітальний ремонт колії, електрифікація).

Розрізняють два види контингенту:

- явочний – необхідний безпосередньо для виконання робіт;
- обліковий – визначається з урахуванням заміщення хворих, таких, що знаходяться у відпустці, виконують державні обов'язки. Він включає *приписний* (власний) контингент і тимчасовий *обліковий* для обслуговування надлишку поїздів у період пікових перевезень (студенти, працівники депо, учні ліцеїв тощо).

Явочний контингент розраховується у бригадах, обліковий – окремо по машиністах і помічниках.

Контингент розраховується окремо за видами тяги та видами робіт (у пасажирському, вантажному та змішаному русі, для збірних і вивізних поїздів). Розрахунок контингенту бригад локомотивних бригад проводиться зазвичай на рік уперед. Існують два способи розрахунку: індексний і статистичний.

Індексний метод полягає в коригуванні облікової чисельності бригад за індексами планованих обсягів роботи і основних показників використання локомотивів. Потрібна кількість бригад у вантажному русі цим методом визначається як

$$B_{пл} = B_{ф} (1 - \alpha_{дон}) \frac{I_{рб}}{I_v I_Q}, \quad (7.43)$$

де $B_{ф}$ – середньорічна кількість локомотивних бригад у звітному минулому періоді;

$\alpha_{дон}$ – частка допоміжного часу в загальному часі роботи бригад у звітному минулому періоді;

$I_{рб}$, I_v , I_Q – індекси зміни в плановому періоді відносно звітного відповідно до обсягу роботи (тонно-кілометрів брутто), дільничної швидкості руху і середньої маси поїзда брутто.

Визначаються відношенням відповідної величини у планованому періоді до тієї самої величини у звітному.

Статистичний, або метод торішніх видач, застосовується для розрахунку кількості локомотивних бригад при значній сезонній нерівномірності перевезень. Розрахунок виконується за формулою

$$B_{я} = \frac{\sum \left(\frac{l_{бpi}}{v_{дiл_i}} + t_{дон_i} \right) n_i}{T_n}, \quad (7.44)$$

де $B_{я}$ – необхідна на даний місяць майбутнього року явочна кількість локомотивних бригад для даного пункту або депо приписки;

n_i – кількість видач бригад за добу на i -й дільниці за даний місяць минулого року з урахуванням поїздок бригад як пасажирів;

$t_{дон_i}$ – додатковий час роботи бригади за оборот на i -й дільниці в обох пунктах зміни, год;

T_n – середньомісячна кількість робочих годин однієї бригади.

За графіком руху контингент розраховується за формулою (7.44), але на рік. У даному випадку n_i – графікові розміри руху. Застосовується при стабільній роботі відповідно до норм графіка руху.

Обліковий контингент розраховується в такому співвідношенні до явочного:

$$B_c = 1,136 B_{я}, \quad (7.45)$$

де 1,136 – коефіцієнт, який враховує заміну хворих, відпускників тощо.

Важливим елементом забезпечення нормальної роботи та відпочинку локомотивних бригад і на цій основі закріплення кадрів з одночасним підвищенням рівня безпеки руху є наукова організація праці.

Контрольні питання до розділу 7

1. Дайте визначення поняття тягового плеча.
2. Дайте визначення поняття зони обертання локомотива.
3. Дайте визначення поняття дільниці обертання локомотива. Як вони класифікуються?
4. Які існують способи обслуговування поїздів локомотивами?
5. Від яких чинників залежить тривалість обороту локомотива?
6. Назвіть основні вихідні дані для складання графіка обороту локомотивів.
7. Як здійснюється прикріплення локомотивів до поїздів за різних місцевих умов?
8. Які існують способи обслуговування локомотивними бригадами локомотивів?
9. Основні способи організації роботи локомотивних бригад. Перелічіть основні переваги та недоліки.
10. Основні нормативи при організації роботи локомотивних бригад.

Розділ 8

ТЕОРІЯ РОЗРАХУНКУ ДІЛЬНИЧНОЇ ШВИДКОСТІ, ОБГОНІВ І СХРЕЩЕНЬ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ

8.1. Загальні положення

За характером впливу на дільничну швидкість одноколіїні графіки поділяються на насичені і ненасичені. Перші характеризуються тим, що всі поїзди, накладені на графік, мають схрещення з зустрічними поїздами на всіх роздільних пунктах дільниці. У ненасичених графіках деякі поїзди проходять частину роздільних пунктів без схрещення з зустрічними поїздами. Тому за інших однакових умов (ходової швидкості, кількості поїздів, розміщення роздільних пунктів) дільнична швидкість при ненасиченому графіку вище, ніж при насиченому.

Ненасиченість графіка досягається використанням при організації руху поїздів (складанні та виконанні графіка) резервів графіка, тобто вільного, не зайнятого проходженням поїзда, часу на всіх або частині перегонів дільниці. Джерелом утворення резервів є:

- неповне використання пропускної спроможності, тобто наявність на графіку меншої кількості поїздів, ніж може бути освоєно за умовами пропускної спроможності;
- неідентичність перегонів, при якій вільний час утворюється на всіх перегонах з періодом графіка меншим, ніж на максимальному перегоні;
- некратність часу доби періоду графіку максимального перегону, що створює вільний час на всіх перегонах з урахуванням обмежувачого;
- час додаткового знімання звичайних вантажних поїздів пасажирськими, прискореними вантажними та збірними.

Вільний час при ненасиченому графіку дозволяє не лише скоротити кількість зупинок поїздів на проміжних станціях, а й зменшити тривалість стоянок поїздів при схрещенні й обгоні шляхом деякого зміщення ліній ходу поїздів на графіку, тобто зміною моментів відправлення поїздів по окремих станціях.

Насиченими можуть бути графіки з ідентичністю або з такою неідентичністю перегонів, при якій сума періодів пари вантажних поїздів по будь-яких двох суміжних перегонах буде більшою за розрахунковий період по обмежуючому перегону. Крім того, кількість поїздів на таких графіках дорівнює максимальному розрахунковому.

8.2. Дільнична швидкість при насиченому паралельному графіку

З рис. 8.1 видно, що при насиченому графіку сума часів ходу всіх поїздів і станційних інтервалів на кожному перегоні дорівнює 24 год. А оскільки сума інтервалів при схрещенні поїздів на кожному окремому пункті дорівнює сумі стоянок тих самих поїздів, то час ходу всіх поїздів по дільниці з урахуванням часу стоянок дорівнює (у годинах) множенню 24 на кількість перегонів Π . Тоді дільничну швидкість при насиченому графіку можна виразити формулою [14]

$$V_{\text{д}} = \frac{2LN}{24\Pi - \frac{1}{60}(\tau_c^a - \tau_c^b)N}, \quad (8.1)$$

де L – довжина дільниці, км;

N – розміри руху поїздів (пар поїздів);

Π – кількість перегонів;

τ_c^a, τ_c^b – станційні інтервали схрещення, хв.

При неідентичних (більш легких) крайніх перегонах (рис. 8.2) формула (8.1) набуде вигляду

$$V_{\text{д}} = \frac{2LN}{24(\Pi - 2) + \frac{1}{60}(T_1 - T_{\Pi})N}, \quad (8.2)$$

де T_1, T_{Π} – період графіка на ідентичних і неідентичних (більш легких) крайніх перегонах, хв.

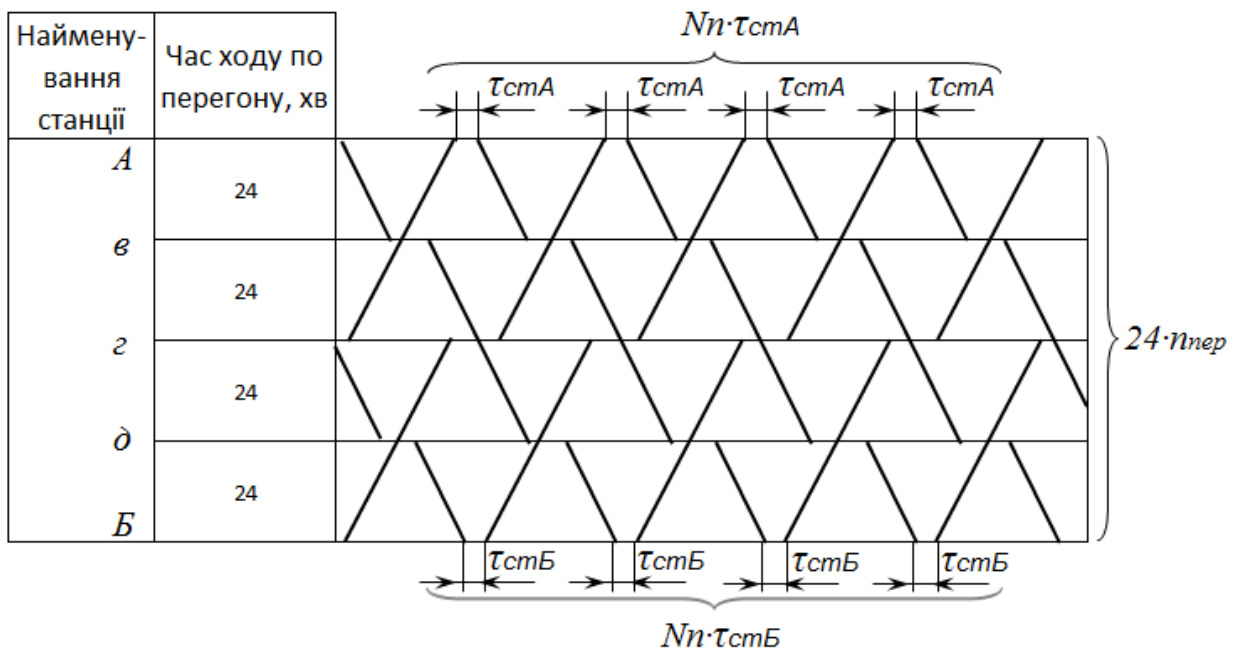


Рис. 8.1. Паралельний насичений графік з ідентичними перегонами

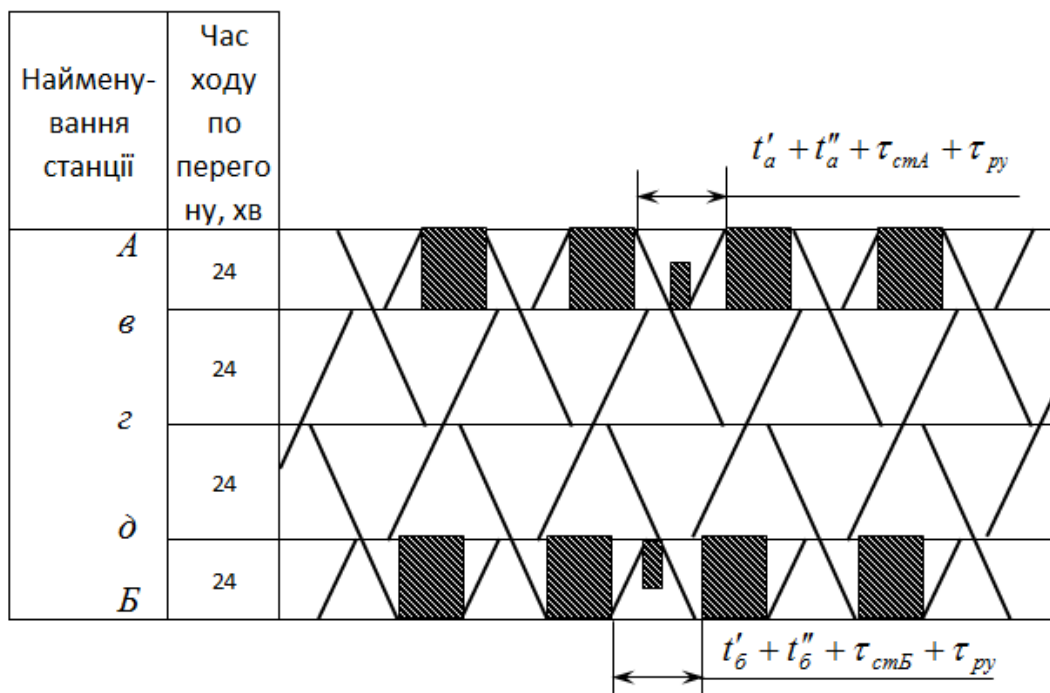


Рис. 8.2. Паралельний одноколіійний графік з неідентичними крайніми перегонами

Як видно з формул (8.1) і (8.2), дільнична швидкість для даної дільниці залежить від розмірів руху та кількості перегонів.

Така залежність властива тільки насиченості паралельного графіка.

Формула (8.2) відображує також вплив на дільничну швидкість крайніх перегонів дільниці: чим менше час ходу пари поїздів по цих перегонах, тим вище дільнична швидкість. Вплив тим більший, чим менше перегонів на дільниці. Так само впливають на дільничну швидкість крайні перегони і при ненасиченому графіку. Тому при проектуванні розміщення роздільних пунктів на дільниці слід крайні перегони робити більш «легкими».

8.3. Загальна постановка завдання аналітичного розрахунку дільничної швидкості при непаралельному графіку

За нормативними графіками руху встановлюється *нормативна* дільнична швидкість вантажних поїздів. За графіками виконаного руху визначається *виконана* дільнична швидкість. З метою аналізу якості розроблення та виконання графіка руху, а також вивчення впливу різних чинників на дільничну швидкість по експлуатованих залізничних лініях виконується аналітичний розрахунок дільничної швидкості. Аналітично дільнична швидкість V_d може бути визначена з формули

$$V_d = \beta_x V_x, \quad (8.3)$$

де β_x – коефіцієнт дільничної швидкості;

V_x – ходова швидкість, км/год.

Таким чином, завдання аналітичного визначення дільничної швидкості полягає насамперед у розрахунку величини β_x – відношенні загального ходового часу пари поїздів до загального часу знаходження їх на дільниці, або середньої дільничної швидкості до середньої ходової.

Отже, для визначення V_d необхідно знайти значення β_x :

$$\beta_x = \frac{V_\delta}{V_x} = \frac{T'_x + T''_x}{T'_x + T''_x + T_{cm}} = 1 - \frac{T_{cm}}{T'_x + T''_x + T_{cm}} \text{ або } \beta_m = \frac{V_\delta}{V_m}, \quad (8.4)$$

де $T'_x + T''_x$ – час ходу пари поїздів по дільниці без зупинок на проміжних станціях («чистий» час ходу), год;

T_{cm} – загальний час стоянок пари поїздів на проміжних станціях включаючи час на розгін і уповільнення, год;

V_m – технічна швидкість, км/год.

Коефіцієнт дільничної швидкості залежить:

– від розмірів руху вантажних і пасажирських поїздів, зі збільшенням яких кількість зупинок і, отже, втрати часу на них зростають;

– співвідношення швидкостей руху вантажних і пасажирських поїздів, що впливають на кількість обгонів;

– частоти розташування роздільних пунктів, що дозволяють здійснювати схрещення і обгони поїздів (зі збільшенням кількості роздільних пунктів на дільницях при тих самих умовах зменшуються стоянки поїздів при схрещеннях і обгонах);

– станційних інтервалів, що безпосередньо визначають мінімальну тривалість стоянок поїздів.

Вирішення поставленого завдання полягає у знаходженні величини T_{cm} пари поїздів під схрещеннями та обгонами на проміжних станціях. Для цього потрібно розглянути теорію обгонів і схрещень.

З формули (8.4) видно, що для встановлення залежності дільничної швидкості від визначальних її чинників необхідно знайти залежність величини T_{cm} від тих самих чинників. Цей час для вантажних поїздів (без збірних і прискорених) для одноколійних дільниць може бути виражено сумою часу стоянок при схрещенні і під обгоном

$$T_{cm} = t_{cx} K_{cx} + t_{об} K_{об}, \quad (8.5)$$

де K_{cx} – загальна кількість схрещень поїздів, що припадає на пару вантажних поїздів;

$K_{об}$ – кількість обгонів вантажних поїздів пасажирськими, що припадає на пару вантажних поїздів;

t_{cx} , $t_{об}$ – середня тривалість стоянки поїзда відповідно при схрещенні і під обгоном (включаючи розгін і уповільнення), хв.

Для двоколіїних дільниць загальний час стоянок поїздів на проміжних станціях визначиться як функція кількості обгонів і тривалості стоянок поїздів під обгонами, тобто можна подати лише одним доданком формули (8.5).

Таким чином, для отримання аналітичної залежності дільничної швидкості від чинників, що на неї впливають, необхідно встановити взаємозв'язок цих чинників з кількістю схрещень і обгонів, а також тривалістю стоянок поїздів при схрещеннях і обгонах для різних ліній і типів графіків.

Складання ненасиченого графіка, тобто графіка з якомога меншою в даних умовах кількістю схрещень поїздів, забезпечується використанням резервів вільного (не зайнятого пропусканням поїздів) часу доби на всіх або окремих перегонах дільниці.

8.4. Основи теорії схрещень та обгонів поїздів

Приблизна кількість схрещень на дільниці вантажних поїздів з вантажними може бути визначена (рис. 8.3) за такою формулою [15]:

$$k_{cx}^{ван} = \frac{T_x' + T_x'' + T_{cm}}{I_{gp}} - \delta k = \frac{(T_x' + T_x'' + T_{cm})N_{ван}}{1440} - \delta k, \quad (8.6)$$

де I_{gp} – розрахунковий графіковий інтервал можливого відправлення вантажних поїздів у даному напрямку, хв, $I_{gp} = \frac{1440}{N_{ван}}$;

δk – поправка, обумовлена некрратним часом $T_x' + T_x'' + T_{cm}$ інтервалу I_{gp} , коливається в межах $0 \div 1$.

При схрещенні вантажних поїздів між собою один з них, як правило, пропускається через роздільний пункт безупинно, тому кількість схрещень (формула 8.6) буде визначати і кількість зупинок, що припадає на пару вантажних поїздів.

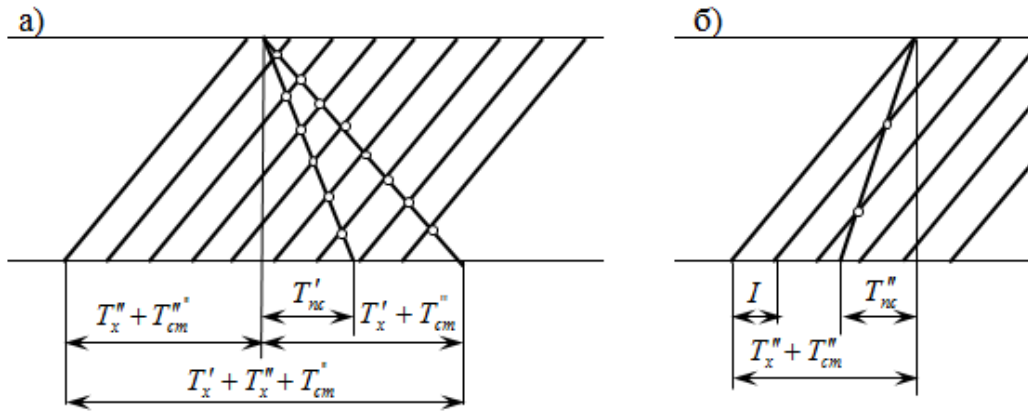


Рис. 8.3. Схема кількості схрещень та обгонів поїздів на дільниці:
 а – схема кількості схрещень; б – схема кількості обгонів

Кількість схрещень вантажних поїздів з одним пасажирським поїздом складе

$$k'_{cx} = \frac{T'_x + T''_{cm} + T_{nc}}{1440} - \delta k, \quad (8.7)$$

де T_{nc} – час ходу по дільниці пасажирського поїзда одного напрямку, хв;

T''_{cm} – час стоянок вантажних поїздів, що припадає на один поїзд, хв.

Кількість схрещень вантажних поїздів з парою пасажирських

$$k'_{cx} + k''_{cx} = \frac{(T'_x + T''_x + T_{cm} + T'_{nc} + T''_{nc})N_{ван}}{1440} - 2\delta k. \quad (8.8)$$

Позначимо відношення часу ходу пари пасажирських і вантажних поїздів $\frac{T'_{nc} + T''_{nc}}{T'_x + T''_x}$ через Δ . Тоді формулу (8.8) можна подати у вигляді

$$k_{cx}^{ПС} = \frac{[(T'_x + T''_x) + \Delta + T_{cm}]N_{ван}}{1440} - 2\delta k. \quad (8.9)$$

Оскільки при перетинанні з пасажирськими поїздами вантажні поїзди їх пропускають, то формула (8.8) виражає також кількість зупинок вантажних поїздів, що припадає на пару пасажирських.

Кількість обгонів вантажних поїздів одного напрямку одним пасажирським поїздом, як це видно з рис. 8.3, б, виразиться залежністю

$$k_{об}'' = \frac{(T_x' + T_{cm}'' - T_{nc}'')N_{ван}}{1440} - \delta k, \quad (8.10)$$

а з парою пасажирських поїздів

$$k_{cx}^{ПС} = \frac{[(T_x' + T_x'')1 - \Delta + T_{cm}]N_{ван}}{1440} - 2\delta k. \quad (8.11)$$

Підвищення швидкості пасажирських поїздів у даному випадку позитивно позначається на збільшенні дільничної швидкості вантажних поїздів через скорочення кількості схрещень на дільниці.

Повертаючись до формули (8.5), отримаємо розгорнутий вираз для визначення коефіцієнта β_x

$$\beta_x = 1 - \frac{N_{ван}t_{cx} + N_{ПС}[(1 + \Delta)t_{cx} + (1 - \Delta)t_{об}]}{1440 - N_{ПС}(t_{об} - t_{cx})}. \quad (8.12)$$

Формула (8.12) лише дуже наближено відображує залежність коефіцієнта швидкості від основних чинників, що визначають умови пропускання поїздів по дільниці: розмірів руху вантажних і пасажирських поїздів та тривалості стоянок поїздів при схрещеннях і обгонах. Для отримання з неї розрахункової формули необхідно врахувати збіг схрещень з обгонами, інтервали часу між поїздами по крайніх перегонах дільниці, співвідношення тривалості стоянок під обгонами і при схрещеннях та деякі інші умови і положення. Вплив усіх чинників на коефіцієнт швидкості може бути враховано відповідним типом графіка.

8.5. Розрахунок коефіцієнта швидкості при звичайному графіку руху

Коефіцієнт дільничної швидкості на одноколійній дільниці при звичайному (непакетному) графіка руху може бути отриманий на основі формули (8.12) з урахуванням того, що більш точно кількість зупинок поїздів для схрещень визначиться з виразу

$$K_{cx} = K_{cx}^{ван} + K_{cx}^{ПС} - K_{CM}, \quad (8.13)$$

де K_{CM} – кількість схрещень, які суміщуються з обгонами.

Як показує аналіз графіків руху поїздів, близько 90 % обгонів поєднується зі схрещеними поїздами. Звідси

$$K_{CM} = 0,9K_{об} = \frac{0,9(1-\Delta)(T'_{ван} + T''_{ван})N_{ПС}}{1440} - \delta_k \cdot 1,8 \frac{N_{ПС}}{N_{ван}}. \quad (8.14)$$

При включенні цієї поправки до формули (8.13) і після перетворень отримаємо формулу

$$\beta_X = 1 - \frac{(0,75 + 0,3\gamma_3^{ГР})[(N_{ван} + 1,2\Delta N_{ПС})t_{cx} + (1 - 0,7\Delta)N_{ПС}t_{об}]}{1440}, \quad (8.15)$$

де $\gamma_3^{ГР}$ – коефіцієнт заповнення графіка.

Зазвичай середні значення коефіцієнтів неідентичності перегонів і заповнення графіка складають $\gamma_3^{ГР} = 0,5$. Підставивши ці значення у формулу (8.15), отримаємо

$$\beta_X = 1 - \frac{(0,75 + 0,3 \cdot 0,5)[(N_{ван} + 1,2\Delta N_{ПС})t_{cx} + (1 - 0,7\Delta)N_{ПС}t_{об}]}{1440}; \quad (8.16)$$

↓

$$\beta_X = 1 - \frac{0,9 \cdot [(N_{ван} + 1,2\Delta N_{ПС})t_{cx} + (1 - 0,7\Delta)N_{ПС}t_{об}]}{1440}; \quad (8.17)$$

↓

$$\beta_X = 1 - \frac{0,9/0,9 \cdot [(N_{ван} + 1,2\Delta N_{ПС})t_{cx} + (1 - 0,7\Delta)N_{ПС}t_{об}]}{1440/0,9}; \quad (8.18)$$

↓

$$\beta_X = 1 - \frac{(N_{ван} + 1,2\Delta N_{ПС})t_{cx} + (1 - 0,7\Delta)N_{ПС}t_{об}}{1600}. \quad (8.19)$$

Розрахунки за формулою (8.19) показують, що найбільше на β_x впливають розміри вантажного руху і тривалість стоянок поїздів при схрещенні. Кожен пасажирський поїзд приблизно в 1,6-1,9 разу більше впливає на β_x , ніж вантажний.

Співвідношення швидкостей пасажирських і вантажних поїздів Δ не істотно впливає на β_x , що, як видно з формули (8.15), пояснюється протилежним впливом Δ на кількість схрещень вантажних поїздів з пасажирськими і на кількість обгонів. Кількість схрещень з підвищенням швидкості руху пасажирських поїздів зменшується, а обгін збільшується.

Введення автоблокування (при непакетному графіку) підвищує β_x на $0,07 \div 0,09$, що відповідає підвищенню дільничної швидкості на 10-15 %.

На двоколійних лініях вантажні поїзди затримуються тільки під обгоном. Для визначення коефіцієнта швидкості на цих лініях формули (8.14) і (8.15) перетворюються виключенням з них доданка, який залежить від t_{cx} :

$$\beta_x = 1 - \frac{(1 - 0,7\Delta)N_{пс}t_{об}(0,75 + 0,3\gamma_3^{ГР})}{1440}; \quad (8.20)$$

$$\beta_x = 1 - \frac{(1 - 0,7\Delta)N_{пс}t_{об}}{1600}. \quad (8.21)$$

При досить великих резервах пропускної спроможності на дільницях довжиною близько 100 км деякі вантажні поїзди можна прокладати на графіку без обгону на проміжних роздільних пунктах з перенесенням обгону на дільничні станції. У цьому випадку при визначенні β_x кількість пасажирських поїздів у формулах (8.20) і (8.21) приймається за вирахуванням поїздів, які не обганяють вантажні.

Можливість такої побудови графіка руху залежить від кількості поїздів, які мають бути прокладені на графіку, і пропускної спроможності дільниці при безобгінному пропусканні поїздів. Деяке зменшення впливу пасажирських поїздів на коефіцієнт швидкості досягається пачковим прокладанням на графіку. При цьому кількість зупинок поїздів під обгоном зменшується пропорційно кількості поїздів, що відправляються в

пачці k_n , а простій під обгоном кожного поїзда збільшується на інтервал часу між першим і останнім поїздами в пачці, тобто на $(k_n - 1)I_{ПС}$, де $I_{ПС}$ – інтервал між двома пасажирськими поїздами в пачці.

З урахуванням цього формула (8.19) набуває вигляду

$$\beta_x = 1 - \frac{(1 - 0,7\Delta)[t_{об} + (k_n - 1)I_{ПС}]N_{ПС}}{1600k_n}. \quad (8.22)$$

Пачкове прокладання на графіку пасажирських поїздів при $k_n = 2 \div 3$ підвищує дільничну швидкість на 10-20 %. Ефективним заходом підвищення середньої дільничної швидкості є скорочення кількості збірних поїздів і кількості зупинок цих поїздів шляхом концентрації вантажної роботи на меншій кількості станцій.

8.6. Розрахунок простою під схрещеннями та обгонами

Для розрахунку дільничної швидкості необхідно попередньо визначити стоянки поїздів при схрещенні і під обгоном шляхом розгляду можливих їх коливань від найбільших до найменших значень як найбільш імовірні середні величини (математичне очікування).

Тривалість стоянки при схрещенні вантажних поїздів залежить від взаємного розташування на графіку поїздів, що мають схрещення, вибору пункту і порядку схрещення, засобів сигналізації та зв'язку при русі поїздів, способу управління струлками та сигналами і ступеня заповнення графіка. Виходячи з наведеного вище доцільно проводити розрахунки за середньозваженими значеннями тривалості стоянки при схрещенні поїздів у графіку руху.

Діапазон можливих коливань стоянок поїздів при виборі місця і порядку їх схрещення на сусідніх роздільних пунктах показаний на рис. 8.4. Як видно з рисунка, найменша і найбільша величини стоянок поїздів при схрещенні складуть

$$\begin{aligned}
 t_{cx}^{\min} &= \tau_n + \tau_c; \\
 t_{cx}^{\max} &= t_x + \tau_c,
 \end{aligned}
 \tag{8.23}$$

де t_x – середній час ходу поїзда по перегону, хв, $t_x = 0,5(t'_x + t''_x)$.

Спираючись на особливості випадкового характеру виникнення різних схем схрещень на обмежувальному перегоні, важливо визначити можливі варіанти виникнення схем схрещення, які будуть характеризувати мінімальний і максимальний час виконання такої операції. На рис. 8.4 наведено характерні схеми схрещення двох поїздів при різних варіантах розташування на графіку. Момент підходу непарного поїзда 2201 до станції *a* прийнятий незмінним (точка Н), а підхід парного поїзда 2102 до станції *б* змінюється.

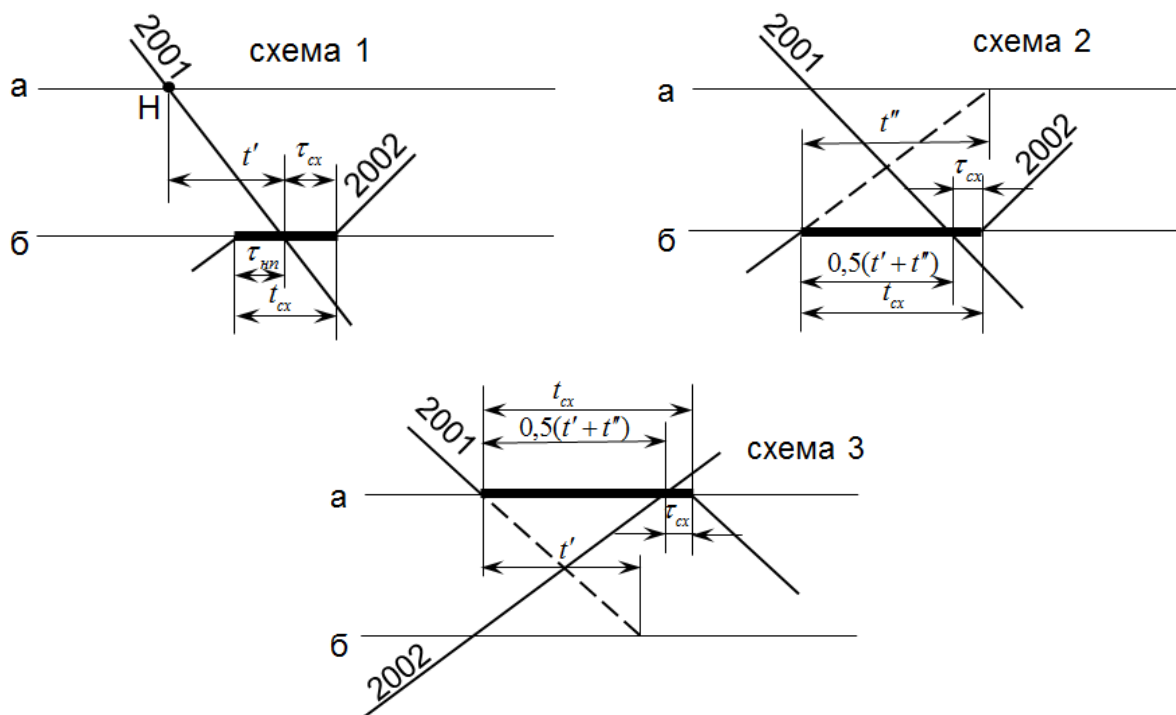


Рис. 8.4. Схеми схрещення двох поїздів при різних варіантах розташування на графіку

Схема 1 схрещення поїздів по станції *б* відповідає мініимальному значенню $t_{cx} = \tau_{nn} + \tau_{cx}$. При перенесенні моменту підходу парного поїзда вліво τ_{cx} збільшується (схема 2) і досягає

значення $t_{cx} = 0,5(t' + t'') + \tau_{cx}$. Подальше переміщення лінії ходу поїзда 2102 вліво не викликає збільшення його стоянки, тому що схрещення може бути перенесено на станцію, а саме з такою самою величиною стоянки (схема 3).

Таким чином, середній простій поїздів при схрещенні

$$t_{cx}^{сер} = \frac{1}{2}[(\tau_{ни} + \tau_{cx}) + 0,5(t' + t'') + \tau_{cx}] = 0,25(t' + t'') + 0,5\tau_{ни} + \tau_{cx}, \quad (8.24)$$

де t' , t'' – час ходу поїзда по перегону відповідно в парному та непарному напрямках.

Засоби сигналізації та зв'язку, від яких залежить величина станційних інтервалів, також впливають на простій поїздів під схрещенням.

При схрещенні вантажного поїзда з пасажирським величину його зупинки при розрізненному прокладанні пасажирських поїздів можна визначити за виразом

$$t_{cx}^{вант} = 0,5(t_{вант} + t_{пас}) + \tau_{ни} + \tau_{cx} = 0,5t_{вант}(1 + \Delta) + \tau_{ни} + \tau_{cx}. \quad (8.25)$$

Можливі схеми схрещень та обгонів поїздів наведено на рис. 8.5, 8.6.

За таких умов доцільно проводити розрахунки за середньозваженим значенням станційних інтервалів.

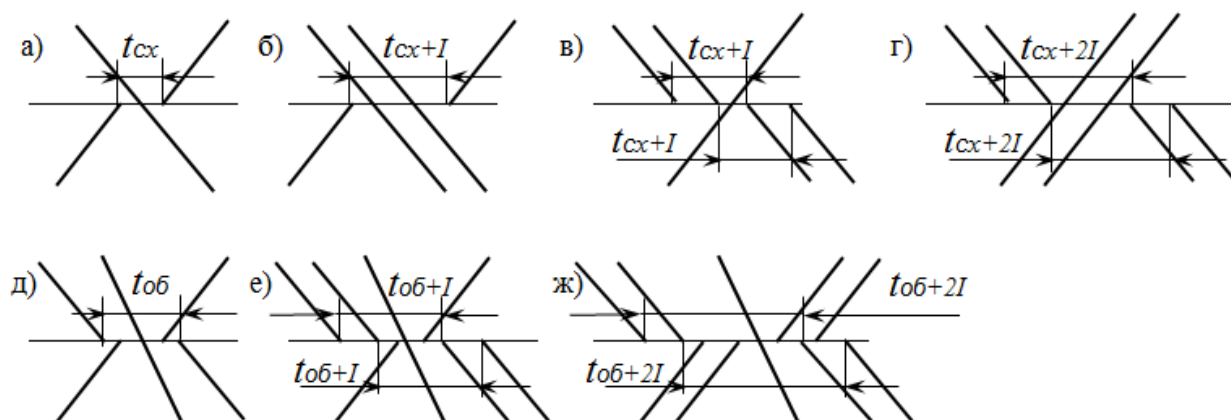


Рис. 8.5. Схеми схрещень та обгонів поїздів при частково-пакетному графіку

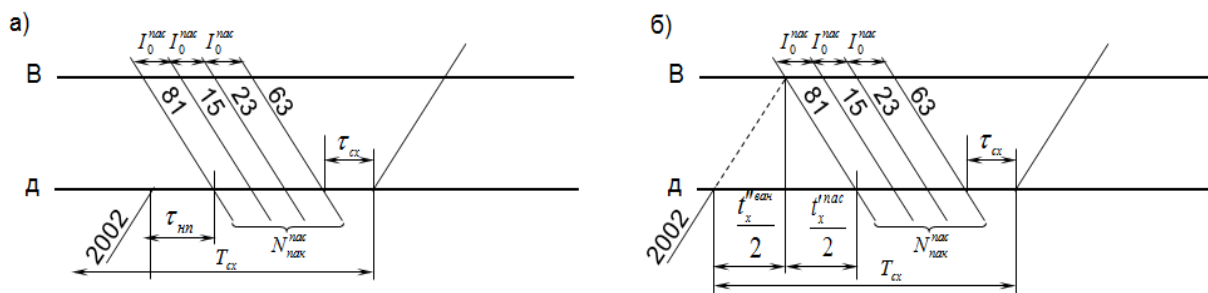


Рис. 8.6. Час стоянки поїзда під схрещенням з пакетом пасажирських поїздів: а – мінімальний; б – максимальний

Це обмеження тривалості стоянок поїздів при схрещенні впливає з таких міркувань. При зміщенні моменту підходу парного поїзда від крайнього положення, зазначеного на схемі суцільними лініями, вліво тривалість його стоянки при схрещенні буде збільшуватися. Однак це збільшення має бути обмежене положенням лінії ходу парного поїзда, позначеним на схемі переривчастою лінією, відповідною моменту одночасного підходу поїздів до роздільних пунктів, що обмежують перегін. Подальше зміщення вліво лінії ходу парного поїзда призведе до перенесення місця схрещення на інший роздільний пункт, де стоянка непарного поїзда буде перебувати в зазначених межах значень її тривалості.

Найбільш імовірне значення середньої тривалості стоянки може бути прийнято рівним

$$t_{cx} = \frac{t_{cx}^{\min} + t_{cx}^{\max}}{2} = 0,5(t_x + \tau_n) + \tau_c. \quad (8.26)$$

З формули (8.26) випливає, що час стоянки при схрещенні зменшується з підвищенням ходової швидкості і скороченням довжини перегонів, тобто зі збільшенням кількості роздільних пунктів. Засоби сигналізації та зв'язку, від яких залежать станційні інтервали, також впливають на простій поїздів при перетинанні.

Тривалість стоянки, що визначається за формулою (8.26), має бути відкоригована з урахуванням заповнення пропускної спроможності дільниці і ступеня неідентичності перегонів як чинників, що визначають «свободу маневрування» при виборі

інженером-графістом або поїзним диспетчером місця і порядку схрещення поїздів. З урахуванням цих чинників середня тривалість стоянки поїздів при схрещенні для непакетного графіка визначається як

$$t_{cx} = 0,4t_x \gamma_3^{nc} + 0,5\tau_n + \tau_c, \quad (8.27)$$

де γ_3^{nc} – коефіцієнт заповнення пропускної спроможності.

При пакетному графіку руху середня тривалість стоянки поїздів при схрещенні визначається з урахуванням частки схрещень різних типів. Кількість поїздів, що зупиняються при частково-пакетному графіку при схрещеннях, залежить від типу схрещення. При цьому схеми схрещення «а» та «б» (рис. 8.5) дають по одній зупинці, а схеми «в» і «г» – по дві.

Якщо позначити через α_a , α_b , α_v та α_g відносну кількість схрещень умовних пакетів за схемами відповідно «а», «б», «в» і «г», то середня тривалість стоянки складе

$$t_{cp}^{чп} = \alpha_a t_{cx} + (\alpha_b + \alpha_v)(t_{cx} + I) + \alpha_g(t_{cx} + 2I) = t_{cx} + (\alpha_b + \alpha_v + 2\alpha_g)I. \quad (8.28)$$

Простій вантажного поїзда під обгоном залежить від взаємного розташування на графіку поїздів, якого обганяють і який обганяє, і співвідношення їхніх швидкостей, умов відправлення вантажних поїздів перед і після пасажирського і вибору пунктів обгону.

На лініях, не обладнаних автоблокуванням, коли відправлення поїзда зі станції допускається тільки після звільнення перегону попереднім поїздом, найменші і найбільші значення простою поїзда під обгоном, як це показано на рис. 8.7, виражаються такими залежностями:

$$t_{об}^{\min} = 2t_x^{nc} + 2\tau_n \quad (8.29)$$

та

$$t_{об}^{\max} = t_x^{ван} + t_x^{nc} + 2\tau_n, \quad (8.30)$$

де $t_x^{сан}$, t_x^{nc} – час ходу по перегону відповідно пасажирського і вантажного поїздів, хв;

τ_n – інтервал попутного прямування, хв.

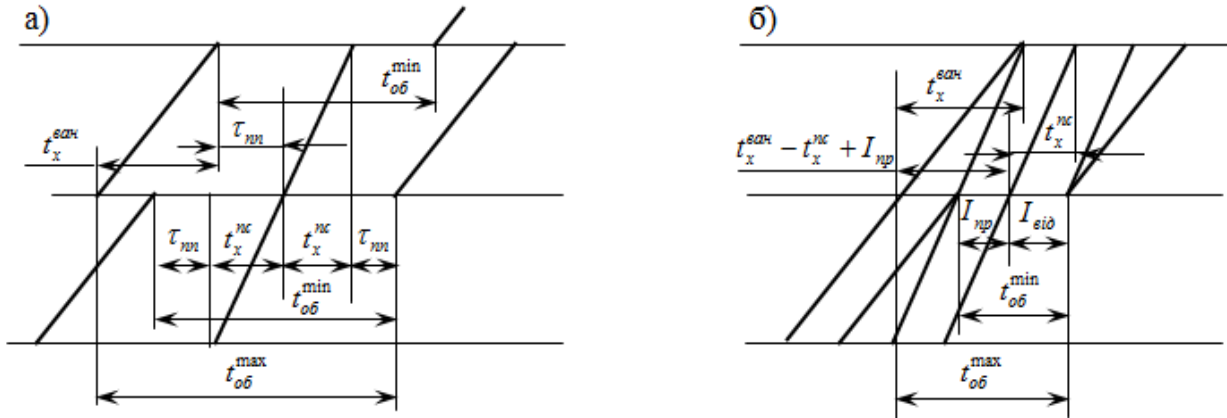


Рис. 8.7. Діапазон можливих значень стоянок поїздів під обгонами: а – на дільницях, не обладнаних автоблокуванням; б – на дільницях з автоблокуванням

При автоблокуванні, коли відправлення вантажних поїздів перед пасажирськими та після них допускається з розмежуванням поїздів блок-ділянками, найменші і найбільші простой під обгоном, як це показано на рис. 8.7, б, виражаються залежностями

$$t_{об}^{min} = I_{пр} + I_{від}, \quad (8.31)$$

$$t_{об}^{max} = \frac{t_x^{сан}}{2} - t_x^{nc} + I_{пр} + I_{від}, \quad (8.32)$$

де $I_{пр}$, $I_{від}$ – інтервали між вантажними і пасажирськими поїздами при прибутті і відправленні, хв.

З формул (8.31), (8.32) отримаємо, що простій під обгоном знаходиться в прямій залежності від часу ходу поїздів по прилеглих до станції обгону перегонах, особливо від часу ходу по перегону, розташованому за цією станцією. Тому обгони слід здійснювати по можливості на станціях, розташованих перед «легкими» перегонами.

Оскільки обгони можуть відбуватися на різних роздільних пунктах дільниці і значення $t_{об}$ в межах між найменшими і найбільшими значеннями рівномірні, то як розрахункова величина $t_{об}$ може бути прийнято його середнє значення для всіх перегонів. Замінюючи t_{nc} на $\Delta t_{ван}$ і маючи на увазі, що $t_{ван} = \frac{60l_{неп}}{v_x}$, середні значення простоїв поїздів під обгоном можна виразити такими залежностями:

– за відсутності автоблокування

$$t_{об} = \frac{t_{об}^{\min} + t_{об}^{\max}}{2} = (0,5 + 1,5\Delta) + 2\tau_n; \quad (8.33)$$

$$t_{об} = \frac{(30 + 90\Delta)l_{неп}}{v_x} + 2\tau_n; \quad (8.34)$$

– при автоблокуванні

$$t_{об} = \frac{t_{об}^{\min} + t_{об}^{\max}}{2} = I_{np} + I_{вид} + 0,5(1 - \Delta)t_{ван}; \quad (8.35)$$

$$t_{об} = I_{np} + I_{вид} + \frac{30(1 - \Delta)l_{неп}}{v_x}. \quad (8.36)$$

При частково-пакетному графіку руху поїздів тривалість стоянок під обгоном, як і при схрещених, збільшується залежно від типу обгону (рис. 8.5, д, е, ж). Середня тривалість стоянки визначиться за формулою

$$t_{об}^{ун} = t_{об}\alpha_{\delta} + (t_{об} + I)\alpha_{\epsilon} + (t_{об} + 2I)\alpha_{\ж} = t_{об} + I(\alpha_{\epsilon} + 2\alpha_{\ж}), \quad (8.37)$$

де $t_{об}$ – середня тривалість стоянки під обгоном при непакетному графіку, хв;

α_{δ} , α_{ϵ} , $\alpha_{\ж}$ – частка обгонів, що здійснюється за схемами «д», «е», «ж»;

I – міжпоїзний інтервал у пакеті, хв.

Аналіз наведених формул дає підставу зробити такі висновки:

– стоянки під обгонами при непакетних графіках скорочуються при організації обгонів на роздільних пунктах між

легкими перегонами й особливо легким другим перегонем, а також при зменшенні Δ , тобто при збільшенні швидкості пасажирських поїздів;

– стоянки під обгонами при пакетних графіках скорочуються при скороченні інтервалів I_n і I_g , при збільшенні Δ , тобто при скороченні розриву між швидкостями вантажних і пасажирських поїздів і організації обгонів на роздільних пунктах між легкими перегонами, особливо другим легким;

– питомі витрати часу на стоянки під обгоном пачки або пакета пасажирських поїздів менше таких самих стоянок при обгонах цими самими поїздами, що пропускають поодинокі. Однак тут треба дотримуватися компактності пачки або пакета (рис. 8.8), яку визначають для пачки умовою

$$I_{nc} < t_{nc}^a + t_{nc}^b + \sum \tau, \quad (8.38)$$

а для пакета (рис. 8.9)

$$I_{nc} < I_n + I_g . \quad (8.39)$$

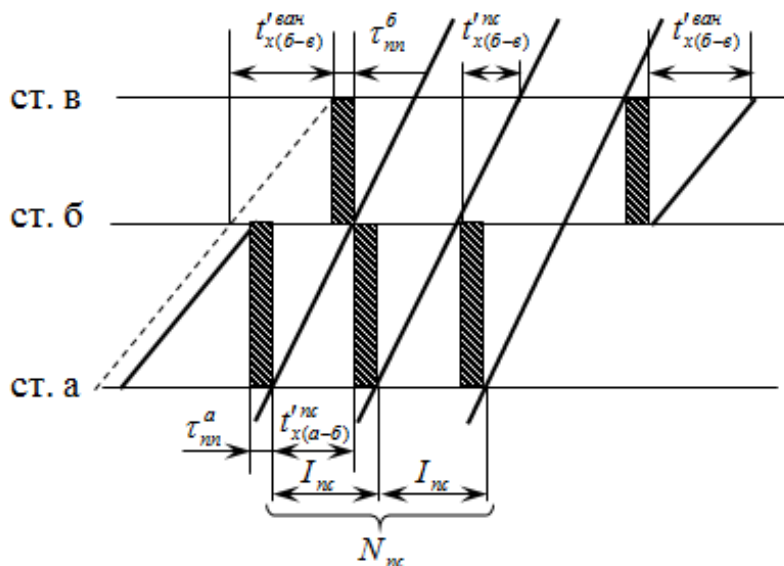


Рис. 8.8. Схема обгону пачкою пасажирських поїздів

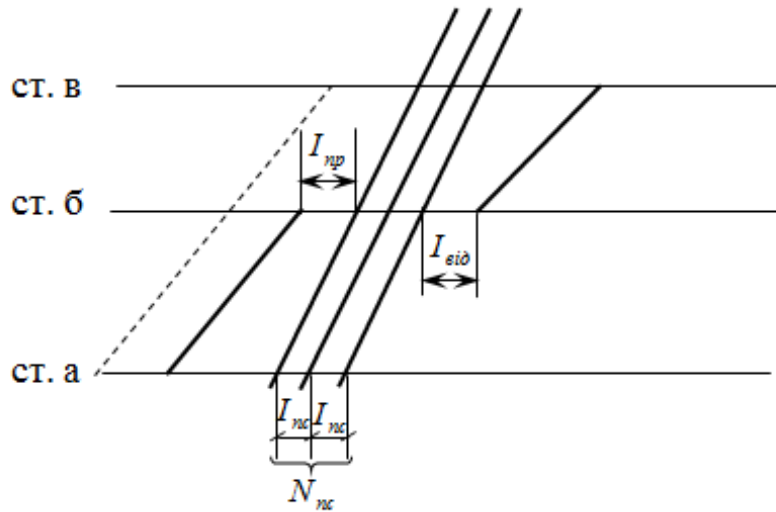


Рис. 8.9. Схема обгону пакетом пасажирських поїздів

Кількість обгонів, що здійснюються пасажирським поїздом на дільниці, може бути з достатньою точністю визначена при повному заповненні графіка за формулою (рис. 8.3, б)

$$K_{об} = \frac{T_{ван} - T_{пс}}{I} - \varepsilon = \frac{T_{ван}(1 - \Delta)}{I} - \varepsilon \quad (8.40)$$

при неповному заповненні графіка, коли $I_{гр} > I$ і коли

$$\frac{T_{ван}(1 - \Delta)}{I} - \frac{T_{ван}(1 - \Delta)}{I_{гр}} > \varepsilon. \quad (8.41)$$

Як видно з формул (8.40) і (8.41), скорочення розриву між швидкостями пасажирських і вантажних поїздів, тобто збільшення Δ , зменшує кількість обгонів на дільниці.

У першому наближенні отримаємо загальний час, що витрачається однією парою вантажних поїздів на зупинки при схрещеннях і обгонах,

$$T_{СТ} = \frac{(T_x' + T_x'') \{ N_{ван} t_{cx} + N_{ПС} [(1 + \Delta) t_{cx} + (1 - \Delta) t_{об}] \}}{1440 - (N_{ван} + N_{ПС}) t_{об} - N_{ПС} t_{об}}. \quad (8.42)$$

8.7. Розрахунок коефіцієнта швидкості при пакетному графіку

У випадку розрахунку коефіцієнта дільничної швидкості при пакетному графіку руху потрібно визначити не тільки загальну кількість зупинок вантажних поїздів на дільниці, але і їх розподіл за тривалістю стоянок поїздів на зупинках.

Різниця в тривалості стоянок поїздів при схрещеннях і обгонах пояснюється різноманітністю поєднань схрещень і обгонів одиночних поїздів і пакетами.

Визначаючи загальні втрати часу на зупинки, розраховують кількість стоянок:

- при схрещених одиночних поїздах між собою і з пасажирськими κ_{cx}^{OD} ;
- одиночних поїздів з пакетами $\kappa_{cx}^{ЧП}$;
- пакетів між собою і з пасажирськими поїздами $\kappa_{cx}^{ПАК}$;
- при обгонах пасажирськими поїздами одиночних вантажних $\kappa_{об}^{OD}$ і пакетів $\kappa_{об}^{ПАК}$.

Кількість схрещень і обгонів різного типу розраховують за формулами (8.5), (8.7) і (8.8), із заміною в них кількості вантажних поїздів відповідними кількостями одиночних поїздів і пакетів. При такому коефіцієнті пакетності графіка $\alpha_{пак}$ кількість одиночних поїздів $N_{од}$ і пакетів $N_{пак}$ складе

$$N_{од} = (1 - \alpha_{пак}) N_{ван} ;$$

$$N_{пак} = 0,5 N_{ван} \alpha_{пак}$$

Так, кількість стоянок поїздів при схрещених пакетах між собою, що припадає на одну пару пакетів, визначиться з виразу

$$\kappa_{cx}^{ПАК} = \frac{2(T'_X + T''_X + T_{СТ}) N_{ван} 0,5 \alpha_{пак}}{1440} . \quad (8.43)$$

Аналогічно визначається кількість стоянок при всіх інших типах схрещень і обгонів. Сумарні втрати часу на дільниці при частково-пакетному графіку складуть

$$T_{cm}^{ЧП} = \sum_{i=1}^n \kappa_i^{CT} t_i^{CT} - \delta t_{CM}, \quad (8.44)$$

де i – номер типу стоянки поїздів;

κ_i^{CT} – кількість стоянок типу i ;

t_i^{CT} – середня тривалість стоянки i -го типу, хв;

δt_{CM} – поправка, пов'язана з урахуванням суміщення стоянок поїздів під схрещенням і обгоном.

Коефіцієнт швидкості β_X^II визначиться за формулою (8.4) з заміною в ній T_{cm} на $T_{cm}^{ЧП}$.

Однак такий метод розрахунку коефіцієнта швидкості, хоча і дозволяє отримати результати з достатньою точністю, є досить трудомістким. Тому часто користуються іншим, дещо спрощеним, методом розрахунку, коли частково-пакетний графік умовно замінюється звичайним непакетним графіком, у якого лінії ходу кожних двох поїздів, що прямують у пакеті, виражаються однією лінією. Таким чином, всі лінії ходу, що називаються «умовними пакетами», означають проходження як одиночних поїздів, так і двох поїздів у пакеті.

Таке умовне подання пакетного графіка дозволяє знайти загальну кількість схрещень і обгонів умовних пакетів тими самими залежностями, що і при непакетному графіку, причому кількість пар вантажних поїздів $N_{ван}$ замінюється кількістю пар умовних пакетів $N_{ум}$. Одночасно замість часу ходу пари поїздів по дільниці $T'_X + T''_X + T_{cm}$ у формулі вказується час ходу пари умовних пакетів $T''_X + T'_X + T_{cm}^{ПАК} + 2I\alpha_{пак}$, де $\alpha_{пак}$ – коефіцієнт пакетності.

Цей час приблизно дорівнює $(1 + 0,25\alpha_{II})(T'_X + T''_X + T_{cm})$. З урахуванням цих замін кількість схрещень умовних пакетів, що припадає на пару таких пакетів, виходячи з формули (8.6) виразиться залежністю

$$\kappa_{CX}^{YM} = \frac{(1 + 0,5\alpha_{пак})(T'_X + T''_X + T_{cm})N_{ум}}{1440} - \delta k. \quad (8.45)$$

Кількість умовних пакетів при двох поїздах у пакетах складе

$$N_{ум} = N_{ван} - N_{ПАК} = (1 - 0,25\alpha_{пак})N_{ван}. \quad (8.46)$$

Загальна кількість схрещень умовних пакетів у розрахунку на одну пару таких пакетів дорівнюватиме

$$k_{cx}^{ум} = (1 + 0,25\alpha_{пак})(1 + 0,5\alpha_{пак})k_{ван}^{cx}, \quad (8.47)$$

де $k_{ван}^{cx}$ – кількість схрещень (зупинок) поїздів при непакетному графіку.

З метою приведення до величин, що порівнюються з непакетним графіком, кількість умовних схрещень $k_{cx}^{ум}$ потрібно привести до фізичних схрещень (зупинок реальних поїздів) $k_{зуп}^{чп}$. Для цього кількість умовних схрещень відноситься до однієї пари вантажних поїздів $k_{cx}^{ум} = \frac{N_{ум}}{N_{ван}}$ і визначає кількість зупинок, що припадає на одне схрещення умовних пакетів $k_{ум}$. Тоді кількість фактичних зупинок поїздів при частково-пакетному графіку, що припадає на одну пару вантажних поїздів, складе

$$k_{зуп}^{чп} = \frac{k_{cx}^{ум} N_{ум}}{N_{ван}} k_{ум}. \quad (8.48)$$

З урахуванням, що $N_{ум}^{cx} = (1 - 0,5\alpha_{пак})N_{ван}$, отримаємо

$$\frac{k_{cx}^{ум} N_{ум}}{N_{ван}} = (1 + 0,25\alpha_{пак})(1 - 0,5\alpha_{пак})^2 k_{ван}^{cx}. \quad (8.49)$$

З формул (8.48) і (8.49) видно, що кількість схрещень умовних пакетів, віднесена як до кількості таких пакетів, так і кількості вантажних поїздів, завжди менше кількості схрещень при непакетному графіку. Однак у той час, як при схрещенні при непакетному графіку зупиняється лише один поїзд, кількість зупинок поїздів, що припадає на одне схрещення умовних пакетів $k_{ум}$, завжди більше однієї і залежить від співвідношення кількості поїздів, що прямують у пакетах і одиночно, тобто від коефіцієнта пакетності $\alpha_{пак}$.

Кількість зупинок, що припадає на одне схрещення умовних пакетів, можна подати у вигляді (рис. 8.5)

$$\kappa_{ум} = \alpha_a + \alpha_b + 2(\alpha_g + \alpha_z) = 1 + \alpha_g + \alpha_z. \quad (8.50)$$

Зазвичай пакетні графіки з $\alpha_{нак}$, що перевищує $2/3$, не застосовуються, а при $\alpha_{нак}$, меншим $1/3$, показники пакетного графіка майже такі самі, як і непакетного. Тому практичний інтерес має визначення кількості зупинок поїздів і дільничної швидкості пакетних графіків при $0,33 \leq \alpha_{нак} \leq 0,67$. У таких самих межах зміни $\alpha_{нак}$ можна з достатньою точністю прийняти $\alpha_g = 0,2\alpha_{нак}$ і $\alpha_z = 0,6\alpha_{нак} - 0,15$.

Підставляючи ці значення α_g і α_z у формулу (8.50), одержимо

$$\kappa_{ум} = 0,85 + 0,8\alpha_{нак}. \quad (8.51)$$

Виходячи з викладеного можна визначити кількість зупинок поїздів при схрещенні при частково-пакетному графіку, що припадає на пару вантажних поїздів. Для цього, підставляючи у формулу (8.48) знайдені значення $k_{сх}^{ум} \frac{N_{ум}}{N_{ван}}$, $N_{ум}$ і $\kappa_{ум}$, після перетворень отримаємо

$$\kappa_{зуп}^{нак} = (0,95 - 0,3\alpha_{нак})\kappa_{сх}^{ван}. \quad (8.52)$$

З цієї формули видно, що при пакетних графіках кількість зупинок вантажних поїздів для схрещень один з одним менше кількості зупинок при непакетному графіку, причому зі збільшенням пакетності графіка $\alpha_{нак}$ кількість зупинок зменшується. Наприклад, при $\alpha_{нак} = 0,5$ кількість зупинок при пакетному графіку на 20 % менше, ніж при непакетному.

З урахуванням вищенаведеного формула для визначення коефіцієнта швидкості при частково-пакетних графіках набуває вигляду

$$\beta_x^{нак} = 1 - \frac{(1 - 0,3\alpha_{нак})t_{ван}^{чп} N_{ван} + (1 - 0,5\alpha_{нак})[1,2 + \Delta t_{ПС}^{чп} + (1 - 0,7\Delta)t_{об}^{чп}] N_{ПС}}{1600}, \quad (8.53)$$

де $t_{ван}^{чп}$ – час стоянок при схрещенні пакетів вантажних поїздів з вантажними, хв;

$t_{ПС}^{чп}$ – час стоянок при схрещенні вантажних поїздів з пасажирськими, хв.

8.8. Заходи зі збільшення дільничної швидкості

Збільшення дільничної швидкості вантажних поїздів є одним з найважливіших завдань експлуатаційної роботи. До цих заходів належать такі.

1. Подальше удосконалення складання графіків руху поїздів шляхом раціоналізації розроблених варіантів. Для цього потрібно знаходити нові критерії підвищення якості графіків, розробляти й удосконалювати теорію графіків руху та всіх показників.

2. Використовувати положення про переважне прокладання при складанні графіка ниток вантажних поїздів основного ядра – поїздів постійного обертання.

3. Подальше покращення диспетчерського керівництва з виконання графіка руху поїздів шляхом широкого застосування і розвитку методів диспетчерського регулювання, співдружності в роботі з машиністами локомотивів і працівниками станцій, забезпечення взаємодії в роботі дільниць і станцій і постійного впровадження досвіду роботи передових диспетчерів мережі.

4. Максимальне скорочення стоянок поїздів на проміжних станціях дільниці, покращення роботи збірних поїздів, введення диференційованих часів ходу поїздів при зміні їх маси і складу.

5. Будівництво другої головної колії на напрямку, що дає можливість повністю виключити численні стоянки поїздів під схрещеннями.

6. Побудова на двоколійних лініях при неповному заповненні пропускної спроможності безобгінного графіка руху вантажних поїздів і реалізація його на практиці.

7. Удосконалення пристроїв зв'язку, автоматики, телемеханіки, пов'язаних з рухом поїздів (введення автоблокування, диспетчерської централізації тощо).

8. Впровадження автоматизованих систем управління рухом поїздів на дільницях (автодиспетчер) і оперативним плануванням експлуатаційної роботи залізничних напрямків, дирекцій і залізниць.

Контрольні питання до розділу 8

1. Класифікація одноколійних графіків за характером впливу на дільничну швидкість.

2. Що є джерелом утворення резервів на графіках руху поїздів?

3. Як впливає неідентичність крайніх перегонів на дільничну швидкість у насичених і ненасичених графіках?

4. Точні та приблизні методи визначення дільничної швидкості.

5. Від яких чинників залежить коефіцієнт дільничної швидкості?

6. Порядок розрахунку кількості схрещень на графіках руху.

7. Як визначається кількість обгонів вантажних поїздів пасажирськими поїздами?

8. Від яких чинників залежить простій вантажного поїзда під обгоном?

9. Як змінюється коефіцієнт дільничної швидкості при пакетному прокладанні поїздів на графіках руху?

10. Які існують заходи збільшення дільничної швидкості вантажних поїздів?

Розділ 9

ОБЛІК ВИКОНАННЯ ГРАФІКА РУХУ. ПОКАЗНИКИ ГРП

Виконання графіка руху поїздів є одним з найважливіших якісних показників роботи залізниць, забезпечує безпеку руху, ефективне використання рухомого складу, провізної та пропускнуї спроможності залізниць, якісне обслуговування пасажирів і має важливе економічне і соціальне значення. Рівень виконання графіка відображує ступінь реалізації дотримання встановленої технології перевізного процесу та якості роботи всіх структурних підрозділів залізниць. Аналіз графіка виконаного руху поїздів дає змогу виявити недоліки, викликані організаційними причинами, відхиленням від нормативів технологічних процесів, відмовами роботи технічних засобів і комерційними несправностями [20].

Облік і аналіз поїздів здійснюється за звітну добу за київським часом з 17 год 01 хв попередньої доби до 17 год 00 хв звітної доби. Керівники всіх рівнів управління залізничним транспортом щодобово розглядають рівень виконання графіка руху поїздів і причини його порушень для прийняття оперативних запобіжних заходів щодо їх недопущення в подальшому.

9.1. Показники графіка руху поїздів

Основними показниками виконання графіка руху пасажирських, приміських і вантажних поїздів є:

- відсоток поїздів, відправлених з початкових станцій за розкладом;
- відсоток поїздів, що прослідували за розкладом;
- відсоток пасажирських і приміських поїздів, що прослідували зі скороченням запізнення та введенням у графік;
- відсоток пасажирських і приміських поїздів, що прибули на кінцеві станції призначення за розкладом;
- рівень виконання графіка, який визначається відношенням суми кількості поїздів, що прослідували за розкладом без зміни часу запізнення та зі скороченням часу запізнення, до загальної

кількості поїздів, що прослідували по дирекції, залізниці, АТ «Укрзалізниця» (у відсотках).

Складений графік руху характеризується якісними та кількісними показниками.

До кількісних належать:

– кількість поїздів:

- а) нанесених на графік пасажирських постійного обертання;
- б) пасажирських разового призначення (пунктирні нитки);
- в) приміських постійного обертання і разового призначення (пунктирні нитки вихідного дня та літні);

г) вантажних поїздів наскрізного прямування та збірних і вивізних поїздів;

– кількість поїздо-кілометрів:

а) у пасажирському русі:

- для всіх пасажирських поїздів;
- швидких поїздів;
- дальніх поїздів;
- місцевих поїздів;

б) у вантажному русі:

- для поїздів усіх категорій;
- так само без збірних, вивізних і передаточних;
- збірних, вивізних і передаточних;

– кількість поїздо-годин визначається таким самим розбиттям, що і кількість поїздо-кілометрів;

– кількість тонно-кілометрів бруто;

– обсяги навантаження та вивантаження, які можуть бути освоєні при даному графіку;

– передача поїздів і вагонів по стикових пунктах залізниці;

– вагонооборот станцій.

До якісних належать:

– технічна і маршрутна швидкості руху пасажирських поїздів з такою самою градацією, що й кількість поїздо-кілометрів;

– технічна і дільнична швидкості руху вантажних поїздів;

– коефіцієнт швидкості (відношення дільничної швидкості до технічної) у вантажному русі;

– середньодобовий пробіг локомотивів у пасажирському і вантажному русі.

Додатково визначають:

- середні прості транзитних поїздів і локомотивів на сортувальних і дільничних станціях;
- середній простій локомотивів на станціях обороту;
- середню масу поїзда;
- експлуатаційний і повний оборот локомотивів.

Усі показники зводяться до відомостей встановлених форм і додаються в пояснювальній записці до графіка руху поїздів по залізниці.

Середні швидкості руху поїздів по графіка визначають

$$V = \frac{\sum NL}{\sum NT}. \quad (9.1)$$

Залежно від того, яка швидкість визначається, до розрахунків включають час ходу поїздів по дільниці: чистий (ходова швидкість) або з розгонами й уповільненнями (технічна швидкість); повний час знаходження поїздів на дільниці, включаючи стоянки на проміжних станціях (дільнична швидкість); повний час знаходження поїздів на напрямку від початкового до кінцевого пунктів (маршрутна швидкість).

Для визначення дільничної або маршрутної швидкості поїздо-години можна знаходити як додаванням часу знаходження поїздів на дільниці, так і за формулою

$$\sum NT = \sum t_{приб} - \sum t_{від} + 24 \cdot N, \quad (9.2)$$

де $\sum t_{приб}$ – сума часу прибуття поїздів на кінцеві станції дільниці або напрямки, хв;

$\sum t_{від}$ – сума часу відправлення поїздів з початкової станції дільниці або напрямку, хв;

N – кількість поїздів, відправлених з початкових станцій до 24 год і прибулих на кінцеві станції після 24 год.

Розрахункові формули технічної та дільничної швидкостей наведені в розділі 7 (формули (7.27) та (7.8) відповідно), а коефіцієнт дільничної розраховується, як показано в розділі 8 (формула (8.4)).

Середні прості транзитних поїздів і локомотивів визначають безпосередньо за графіком діленням суми простоїв на кількість транзитних поїздів або відповідно на кількість локомотивів, що обертаються.

Простій транзитних поїздів без переробки (зі зміною локомотива) на технічних станціях визначається за скороченим планом-графіком як

$$t_{mp}^{зл} = \frac{\sum nt_{mp}}{n_{mp}}, \quad (9.3)$$

де $\sum nt_{mp}$ – поїздо-години простою всіх транзитних поїздів;

n_{mp} – кількість транзитних поїздів.

Середній час перебування локомотива в пункті зміни бригад визначається за скороченим планом-графіком роботи станції для парних і непарних поїздів як

$$t_{mp}^{зм.бр} = \frac{\sum n'_{зм.бр} t'_{зм.бр} + \sum n''_{зм.бр} t''_{зм.бр}}{n'_{зм.бр} + n''_{зм.бр}}, \quad (9.4)$$

де $\sum n'_{зм.бр} t'_{зм.бр}$, $\sum n''_{зм.бр} t''_{зм.бр}$ – загальні поїздо-години простою локомотивів відповідно з непарними та парними вантажними поїздами, год;

$n'_{зм.бр}$, $n''_{зм.бр}$ – кількість відповідно непарних і парних поїздів, для яких виконується зміна локомотивних бригад.

Для визначення якісних показників доцільно провести розрахунки в табличній формі. Приклад наведено у вигляді табл. 9.1.

Порядок розрахунку експлуатованого парку локомотивів, середньодобового пробігу та продуктивності локомотива визначається в порядку, наведеному в розділі 7.

Ув'язка локомотивів і бригад по кожному пункту їх обороту може бути проведена у формі відомостей за прикладом, наведеним у табл. 9.2.

Таблиця 9.1

Розрахунок поїздо-годин у русі $\sum NT_{рух}$, стоянок $\sum NT_{ст}$ і поїздо-кілометрів $\sum NL$

Номер з/п	Номер поїзда	Час		Поїздо-години шляху прямування		Поїздо-години стоянок		Поїздо-години у русі		Поїздо-кілометри
		Відправлення	Прибуття	ГОД-ХВ	ГОД	ГОД-ХВ	ГОД	ГОД-ХВ	ГОД	
1	2001	2-07	4-20	2-13	2,22	08	0,13	02-05	2,08	150
...	2012	21-10	23-12	02-02	2,03	00	0,00	02-02	2,03	150
n	3402	16-22	21-16	04-54	4,90	02-40	2,67	02-14	2,23	150
Підсумок				$\sum NT$		$\sum NT_{ст}$		$\sum NT_{рух}$		$\sum NS$

Таблиця 9.2

Розрахунок тривалості знаходження локомотива
в оборотному депо $\sum MT_{осн}$

Прибуття		Ув'язка локомотивів, при мінімальному часі знаходження в пунктах обороту (у даному випадку 30 хв)	Відправлення		Час простою, год	
номер поїзда, з яким прибуває локомо- тив	час прибуття		час відправ- лення	номер поїзда, з яким локомотив відправля- ється		
2502	01:59		01:23	2501	0,54	
2504	03:29		02:31	2503	0,58	
3302	05:40		04:04	2505	0,72	
2808	07:18		06:23	2507	0,63	
3304	10:40		07:56	3301	0,58	
3306	12:43		11:15	3303	1,45	
3308	16:29		14:10	2509	0,75	
2810	17:41		17:14	2511	0,98	
2812	19:07		18:40	3305	0,88	
2516	22:24		20:00	3307	0,92	
2518	23:48		23:19	2513	1,58	
Підсумок						9,61

Загальне порівняння та якісне оцінювання різних графіків полягає в зіставленні натурних показників. Порівняльна відомість показників графіка руху поїздів складається з п'яти розділів.

1. Характеристика пасажирського руху: технічна і маршрутна швидкості пасажирських дальніх і місцевих поїздів, кількість стоянок і їх тривалість на 100 поїзд.км.

2. Характеристика вантажного руху: технічна та дільнична швидкості вантажних поїздів, маршрутна швидкість рефрижераторних поїздів, прискорених вантажних поїздів, середньодобовий пробіг локомотивів у вантажному русі.

3. Кількість і час на виконання технічних операцій на 100 км експлуатаційної довжини; розрахункові та прийняті перегінні часи руху у вантажному русі, відсоткові надбавки до

прийнятих часів руху; кількість пунктів підштовхування та протяжність підштовхування; загальна протяжність дільниць подвійної тяги, у тому числі протяжність часткової подвійної тяги.

4. Дані про обмеження швидкостей руху: кількість тривалих і постійних попереджень, кількість дільничних і проміжних станцій з обмеженням швидкостей руху по головних коліях до 25 км/год, 50 км/год, з обмеженням швидкості при відхиленні на бокову колію до 15 км/год, 25 км/год, 40 км/год; розгорнута довжина залізниці зі швидкостями руху від 30 до 160 км/год.

5. Дані для розрахунку швидкостей у вантажному русі: поїздо-кілометри всіх вантажних, у тому числі збірних, рефрижераторних і прискорених; поїздо-години без стоянок і зі стоянками для тих самих видів поїздів і визначення технічної і дільничної швидкостей по залізниці на одноколійних, двоколійних і змішаних дільницях усього і за видами тяги.

Відомості з порівняння графіків руху поїздів наведені в табл. 9.3.

Таблиця 9.3

Вкладиш до порівняльної відомості

Номер з/п	Показник графіка	20__ р.	20__ р.
1	2	3	4
I			
1	Технічна швидкість: прискорених і швидких поїздів; – пасажирських дальнього сполучення; – місцевого сполучення; – підвищеної комфортності; – усіх пасажирських без приміських; – приміських підвищеної комфортності; – приміських; – усіх приміських		

Продовження табл. 9.3

1	2	3	4
2	Маршрутна швидкість: – прискорених і швидких поїздів; – пасажирських дальнього сполучення; – місцевого сполучення; – усіх пасажирських без приміських; – без місцевих і приміських		
3	Кількість стоянок прискорених і швидких поїздів на 100 поїзд.км: – пасажирських дальнього сполучення; – місцевого сполучення		
4	Тривалість прискорених і швидких поїздів стоянок на 100 поїзд.км: – пасажирських дальнього сполучення; – місцевого сполучення		
II			
5	Технічна швидкість: – усіх вантажних поїздів; – без збірних, вивізних і передаточних		
6	Дільнична швидкість: – усіх вантажних поїздів; – без збірних, вивізних і передаточних; – збірних поїздів		
7	Маршрутна швидкість прискорених вантажних поїздів		
8	Середня стоянка транзитних вантажних поїздів на дільничних станціях		
9	Середньодобовий пробіг локомотивів у вантажному русі: – електровозів; – тепловозів		
III			
10	Кількість технічних стоянок на 100 км експлуатаційної довжини		

Продовження табл. 9.3

1	2	3	4
11	Час на виконання технічних операцій на 100 км експлуатаційної довжини		
12	Розрахунковий час руху, хв, у вантажному русі		
13	Прийняті часи руху, хв		
14	Надбавки до розрахунків, %		
15	Кількість пунктів		
16	Протяжність підштовхування		
17	Загальна протяжність діляниць подвійної тяги,		
	– у тому числі протяжність часткової подвійної тяги		
IV			
1	2	3	4
18	Кількість тривалих і постійних попереджень		
19	Кількість діляничних і проміжних станцій, у тому числі: а) з обмеженням швидкості по головних станційних коліях: до 25 км/год; до 50 км/год б) обмеженням швидкості при відхиленні на бокову колію: до 15 км/год; до 25 км/год; до 40 км/год		
20	Розгорнута довжина залізниці зі швидкостями руху, км: до 30 км/год; до 40 км/год; до 50 км/год; до 60 км/год; до 70 км/год;		

Продовження табл. 9.3

1	2	3	4
	до 80 км/год; до 90 км/год; до 100 км/год; до 110 км/год; до 120 км/год; до 130 км/год; до 140 км/год; до 150 км/год; до 160 км/год		
V			
21	Поїздо-кілометри: – усіх вантажних поїздів; – без збірних, вивізних і передаточних		
	Поїздо-кілометри: – збірних поїздів; – рефрижераторних поїздів; – прискорених вантажних поїздів (без рефриж.)		
22	Поїздо-години без зупинок: – усіх вантажних поїздів; – без збірних, вивізних і передаточних		
23	Поїздо-години з зупинками: – усіх вантажних поїздів; – без збірних, вивізних і передаточних; – із зупинками збірних поїздів		
24	Поїздо-години з зупинками рефрижераторних поїздів з урахуванням стоянок на станціях зміни локомотивів і бригад		
25	Поїздо-години і зупинками прискорених вантажних поїздів (без рефрижераторних) з урахуванням стоянок на станціях зміни локомотивів і бригад		
26	Поїздо-кілометри двоколійних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		

Продовження табл. 9.3

1	2	3	4
27	Поїздо-кілометри одноколіїних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
28	Поїздо-кілометри змішаних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
29	Поїздо-години без зупинок двоколіїних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
30	Поїздо-години без зупинок одноколіїних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
31	Поїздо-години без зупинок змішаних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
32	Поїздо-години із зупинками двоколіїних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
33	Поїздо-години із зупинками одноколіїних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
34	Поїздо-години із зупинками змішаних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
35	Технічна швидкість двоколіїних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		

1	2	3	4
36	Технічна швидкість одноколійних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
37	Технічна швидкість змішаних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
38	Дільнична швидкість двоколійних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
39	Дільнична швидкість одноколійних дільниць: – з них з електротягою; – теплотягою		
40	Дільнична швидкість змішаних дільниць: – з них: з електротягою; – теплотягою		

9.2. Облік і аналіз виконання графіка руху поїздів

Аналіз виконання графіка руху проводиться для поїздів таких категорій [20].

Пасажирських всіх категорій (включаючи поштово-багажні, вантажопасажирські, людські (за квитками), туристично-екскурсійні) і приміських:

– за відправленням з початкової станції (формування або обороту состава);

– прослідкуванням у межах дирекції, залізниці та АТ «Укрзалізниця»;

– прибуттям на кінцеву станцію призначення.

Вантажних (прискорених, наскрізних, дільничних, збірних):

– за відправленням з початкової станції (формування состава);

– за прослідкуванням у межах диспетчерської дільниці, дирекції, залізниці, АТ «Укрзалізниця».

В умовах автоматизованого обліку кількість вантажних поїздів за прослідкуванням обліковується по дирекції, залізниці, АТ «Укрзалізниця» за індексом поїзда (із зміною номера поїзда чи без), а їх аналіз проводиться за номером поїзда, який відповідає цьому індексу.

Пасажирський двогрупний (з'єднаний) поїзд обліковується і проводиться аналіз за відправленням з початкової станції формування:

– у разі відправлення поїздів з'єднаними з початкової станції до станції їх роз'єднання вони обліковуються як один поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться як для одного поїзда;

– у разі відправлення поїздів з початкових станцій різних напрямків до станції їх об'єднання вони обліковуються окремо кожний поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться окремо для кожного поїзда за прослідкуванням;

– у разі прослідкування поїздів з'єднаними від початкової станції до станції їх роз'єднання вони обліковуються як один поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться як для одного поїзда;

– у разі прослідкування поїздів окремо від станції роз'єднання до прибуття їх на кінцеву станцію призначення обліковується окремо кожний поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться окремо для кожного поїзда;

– у разі прослідкування поїздів з'єднаними від станції об'єднання до прибуття їх на кінцеву станцію призначення вони обліковуються як один поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться як для одного поїзда; за прибуттям на кінцеву станцію призначення

– у разі прибуття поїздів окремо після роз'єднання на кінцеву станцію призначення кожний поїзд обліковується окремо і аналіз виконання графіка руху проводиться окремо для кожного поїзда;

– у разі прибуття поїздів з'єднаними на кінцеву станцію призначення обліковуються як один поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться як для одного поїзда.

Для вантажних поїздів, які для пропускання на частині дільниці прямування з'єднуються, облік і аналіз за прослідуванням проводиться:

– від станції з'єднання поїздів до станції їх роз'єднання вони обліковуються як один поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться як для одного поїзда;

– до станції з'єднання поїздів і від станції їх роз'єднання обліковується окремо кожний поїзд і аналіз виконання графіка руху проводиться окремо для кожного поїзда.

Станція роз'єднання/об'єднання пасажирських і вантажних поїздів не є станцією формування/розформування составів.

Облік і аналіз виконання графіка руху передаточних і вивізних поїздів проводиться по диспетчерських дільницях дирекції на загальних підставах, але ведеться окремо і використовується для аналізу поїзної роботи дирекції. Дані цього обліку та аналізу не включаються до звітності, що надається до управління залізниці і АТ «Укрзалізниця».

Аналіз наскрізної «жорсткої нитки» маршрутного поїзда (завантаженого рудою, металом, вугіллям, добривами, наливними вантажами тощо, з порожніх вагонів), контейнерного і контрейлерного, передбаченої нормативним графіком руху, на відправлення та прослідування проводиться за номером і розкладом відносно нормативного графіка руху. Облік кількості таких поїздів на відправлення і прослідування проводиться за присвоєним їм індексом, який зберігається від початкової станції формування до кінцевої станції призначення.

На дільницях, де з дозволу керівництва АТ «Укрзалізниця» рух пасажирських поїздів прокладено в нормативному графіку за часом слідування вантажних поїздів (паралельний графік), допускається відправлення та пропускання вантажного поїзда за розкладом пасажирського у випадку запізнення останнього або його відміни. При цьому аналіз виконання графіка руху вантажного поїзда здійснюється на основі розкладу пасажирського поїзда.

У разі розбіжностей у первинних облікових документах часу на прибуття, відправлення або прослідування поїздів за основу приймаються дані розшифрування бортових самописів і МСДЦ

«КАСКАД» на дільницях, обладнаних даною системою. Допускається розходження часу, відображеного в первинних документах обліку, з даними бортових самописців і МСДЦ «КАСКАД» не більше двох хвилин.

Локомотивними та моторвагонними депо до відповідних територіальних відділів статистики чи відділів аналізу графіку руху поїздів служб статистики щодавно надаються дані розшифрування бортових самописців про фактичний час надходження чи здачі по міждержавних стикових станціях, відправлення з початкових та прибуття на кінцеві станції призначення пасажирських і приміських поїздів, що запізнюються на 3 хв і більше до нормативного графіка. Ці дані звіряються з графіком виконаного руху поїздів і звітом форми ДО-12. У разі потреби проводиться коригування звіту форми ДО-12.

9.3. Показники обліку

Одиницею обліку є поїзд, який обліковується.

За відправленням:

- відправлений за розкладом;
- відправлений із запізненням.

За прослідуванням:

- прослідував за розкладом;
- у тому числі прослідував з уведенням до графіка (для пасажирських та приміських поїздів);
- прослідував із запізненням;
- прослідував із скороченням запізнення (для пасажирських і приміських поїздів);
- прослідував без зміни часу запізнення (для пасажирських і приміських поїздів).

За прибуттям (для пасажирських і приміських поїздів):

- прибув за розкладом;
- прибув із запізненням.

9.4 Віднесення затримок поїздів за господарствами та причинами

Будь-яка затримка поїзда під час виконання технологічних операцій понад час, встановлений згідно з нормативним графіком руху поїздів, або через виконання операцій, що виникли під час прямування поїзда за маршрутом, розглядається з точки зору причин затримки та причетності відповідних господарств АТ «Укрзалізниця» до цих затримок.

Кожна затримка поїзда відображується на графіку виконаного руху поїздів, на якому поїзний диспетчер зазначає місце та час затримки, прізвище та посаду фахівців, які залучалися до ліквідації пошкоджень і усунення їхніх наслідків, інформацію, що надійшла від них із зазначенням конкретної причини затримки поїзда. Відповідальність за достовірність цієї інформації несе поїзний диспетчер.

Під час аналізу графіку виконаного руху пасажирських, приміських і вантажних поїздів на відправлення з початкових станцій формування або обороту состава, за прослідуванням, а пасажирських і приміських на прибуття на кінцеві станції, затримки відносяться за тими господарствами, з вини яких вони сталися. У випадку, якщо через затримку одного поїзда було порушено розклад руху поїздів, які прямували за ним, а на одноколійних дільницях і для зустрічних, затримки цих поїздів (якщо не було інших причин) відносяться за причини, що призвела до затримки першого поїзда.

За наявності кількох затримок поїзда, коли наступні причини викликані першопричиною, затримка поїзда відноситься до того господарства, з вини якого допущена та затримка, що стала першопричиною. За наявності кількох незалежних одна від одної причин затримки поїзда, затримка відноситься до господарства, з вини якого допущена найбільша.

Час затримки поїзда відноситься до кожного господарства, з вини якого допущені затримки. Затримка поїзда, що призвела до невиконання графіка руху поїздів, відноситься до відповідної служби залізниці.

До господарства перевезень (Д) відносяться затримки поїздів:

- через несвоєчасне формування состава поїзда і підготовку поїзних документів працівниками станції;
- неприймання, несвоєчасне відправлення поїздів станцією, якщо вони сталися з вини працівників господарства перевезень;
- неправильну організацію руху поїздів поїзним диспетчером, тобто прийняття рішень з організації руху поїздів без урахування обставин, що склалися на дільниці (обмеження швидкості, інтервалу руху; порушення нормальної дії або вимкнення пристроїв СЦБ та зв'язку, контактної мережі; розташування на дільниці поїздів різних категорій);
- несвоєчасне надання станцією інформації про особливості поїзда (індекс поїзда, довжина, маса, наявність у составі вагонів, що потребують додаткової уваги, тощо), рух поїзда з відхиленням від нормативного графіка;
- несвоєчасне погодження умов пропускання поїздів з диспетчером сусідньої дільниці;
- незадовільну організацію роботи працівниками господарства перевезень з дотриманням вимог ПТЕ, Інструкції з руху поїздів на залізницях України, Інструкції з сигналізації на залізницях України, вимог технічно-розпорядчих актів і технологічних процесів роботи станцій та інших інструкцій;
- незабезпечення подання локомотива та підсилення локомотивної бригади під сформований состав поїзда за його наявності у змінному плані роботи;
- неправильне користування технічними засобами;
- відсутність відображення диспетчером на графіку виконаного руху конкретної причини та часу затримки поїзда;
- перетримання «вікон», викликаних несвоєчасним їх початком або незабезпеченням своєчасного підведення господарчих поїздів з вини диспетчерського апарату;
- затримку поїзда через неприймання портами або залізницями інших держав у зв'язку з надходженням вантажів понад добову норму.

До локомотивного господарства (Т) відносяться затримки поїздів:

- через несправність локомотива на станції чи на шляху прямування, у тому числі якщо з цих причин на станції були

несвоєчасно звільнені колії, що призвело до затримки поїздів на підході; невитримування перегінного часу ходу;

- спадання тиску в гальмівній магістралі поїзда, якщо локомотивна бригада не заявила контрольну перевірку гальм поїзда на найближчому ПТО;

- несвоєчасну видачу локомотива, у тому числі якщо це стало причиною несвоєчасного звільнення колій, що призвело до затримки поїздів на підході;

- неявку локомотивної бригади на встановлений за змінним планом час відправлення поїздів;

- порушення розкладу руху приміських поїздів під час посадки-висадки пасажирів через перенаселеність МВРС, закріпленого за господарством;

- перепалення проводів контактної мережі над електрорухомим складом на стоянці, під час рушання, на повітряному проміжку під час руху;

- непідхід центрів між поздовжніми осями автозчепів локомотива й вагона, якщо працівниками локомотивного господарства не витримані вимоги ПТЕ;

- зрив стоп-крана в МВРС, закріпленому за господарством;

- зупинки поїздів за показаннями засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда (ПОНАБ, ДИСК, АСДК-18 Б, КТСМ тощо) і контрольних габаритних пристроїв, що спрацювали внаслідок несправностей у рухомому складі, закріпленому за господарством.

До вагонного господарства (В) відносяться затримки поїздів:

- через технічну обробку состава понад час, передбачений технологічним процесом;

- відчеплення вантажних вагонів через технічну несправність на шляху прямування поїзда в межах гарантійних пліч;

- зниження тиску в гальмівній магістралі з вини працівників вагонного господарства;

- непідхід центрів між поздовжніми осями автозчепів локомотива й вагона, якщо працівниками вагонного господарства не витримані вимоги ПТЕ;

- зупинки поїздів за показаннями засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда

(ПОНАБ, ДИСК, АСДКБ, КТСМ тощо) і контрольно-габаритних пристроїв, що спрацювали внаслідок несправностей у рухомому складі, закріпленому за господарством.

До господарства електропостачання (Е) відносяться затримки поїздів:

– через відсутність напруги в контактній мережі, у тому числі через планові вимикання від джерел зовнішнього електропостачання;

– відхилення напруги в контактній мережі від рівня, передбаченого ПТЕ, що викликає зниження швидкості руху або заборону відправлення поїздів за графіком на фідерній зоні;

– псування, пошкодження пристроїв електропостачання;

– перетримання «вікна» для ремонту і спорудження контактної мережі та пристроїв електропостачання з вини працівників господарства електропостачання;

– порушення роботи пристроїв СЦБ через відсутність або відхилення напруги в електропостачанні пристроїв СЦБ від номінального, а на дільницях, обладнаних акумуляторним резервом, – через 8 год після вимкнення основного електропостачання за умови, що живлення не вимикалося в попередні 36 год.

До господарства сигналізації та зв'язку (Ш) відносяться затримки поїздів:

– через порушення роботи пристроїв СЦБ та зв'язку з вини працівників господарства сигналізації та зв'язку;

– перетримання «вікна» з вини працівників господарства сигналізації та зв'язку, наданого для введення в експлуатацію нових пристроїв (систем) СЦБ, перенесення пристроїв СЦБ з одного місця в інше, ремонту пристроїв СЦБ та зв'язку;

– порушення роботи пристроїв СЦБ за наявності резерву джерела електропостачання автоматичного та напівавтоматичного блокування, якщо він не забезпечує безперебійну роботу пристроїв СЦБ та переїзної сигналізації впродовж не менше 8 год за умови, що живлення не вимикалося в попередні 36 год;

– затримку за показаннями засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда (ПОНАБ,

ДИСК, АСДКБ, КТСМ тощо) при зупинці трьох поїздів підряд з відсутністю пошкоджень у засвідченому рухомому складі;

– вплив сонячної модуляції на засоби автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда у період і години її дії.

До господарства колії (П) відносяться затримки поїздів:

– через невитримання перегінного часу ходу через обмеження швидкості руху поїздів, не передбачені нормативним графіком руху;

– перетримання «вікна» для ремонту колії з вини працівників колійного господарства;

– затримки проходження поїзда за місцем проведення ремонтних робіт колії на перегонах та станціях;

– несвоєчасне очищення колій і стрілок від забруднення, снігу і ліквідації наслідків паводків;

– наїзд на транспортні засоби, домашню худобу і сторонні предмети;

– порушення роботи рейкових кіл на перегоні чи станції, допущені з вини працівників господарства колії;

– закриття або несправність стрілочних переводів, колій станції і перегону внаслідок несправності колійних пристроїв або недотримання вимог ПТЕ, що спричинило затримку поїзда;

– непідхід центрів між осями автозчепів локомотива й вагона через вплив профілю колії.

До пасажирського господарства (Л) відносяться затримки поїздів:

– через відчеплення пасажирського вагона через його несправність;

– зрив стоп-крана в пасажирському чи приміському поїзді, закріпленому за господарством у складі з пасажирських вагонів;

– виконання технологічних операцій понад час, передбачений технологічним процесом роботи станції і нормативним графіком руху поїздів, що сталися з вини працівників господарства, і спричинило затримку пасажирського чи приміського поїзда у складі з пасажирських вагонів закріпленого за господарством;

– зупинку поїздів за показаннями засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда

(ПОНАБ, ДИСК-Б, КТСМ, АСДК-Б тощо) та контрольно-габаритних пристроїв, що спрацювали внаслідок несправностей у рухомому складі, закріпленому за господарством;

– перевантаження пасажирського вагону, що викликає його перекося;

– непідхід центрів між осями автозчепів локомотива й вагона, якщо працівниками пасажирського господарства не витримані вимоги ПТЕ;

– порушення розкладу руху приміського поїзда у складі з пасажирських вагонів, закріпленого за господарством, при посадці, висадці пасажирів через їх перенаселеність;

– затримку пасажирського чи приміського поїзда у складі з пасажирських вагонів під час проведення митного та прикордонного контролів через порушення працівниками пасажирського господарства Правил перетину державного кордону.

До господарства комерційної роботи (М) відносяться затримки поїздів:

– через порушення технічних умов навантаження і кріплення вантажу, які спричинили вихід вантажу за встановлений габарит навантаження;

– усунення комерційних несправностей у поїзді понад час, встановлений технологічним процесом або технологією роботи станції;

– відчеплення вагонів з комерційними несправностями;

– проведення комерційного огляду понад час, передбачений технологічним процесом або технологією роботи станції;

– перевищення на міждержавних передаточних станціях технологічного часу виконання операцій з передачі вантажу або через проведення зазначених операцій у місцях, що не встановлені технологічним процесом (технологією) роботи станції чи через відсутність супровідних документів;

– витікання, випаровування та просихання вантажу через комерційні несправності;

– всі випадки затримки поїздів, що допущені через невірні дії працівників комерційного господарства, якщо у процесі розслідування затримки буде встановлено наявність таких дій.

До господарства будівельно-монтажних робіт і цивільних споруд (БМЕС) відносяться затримки поїздів:

– через затримку поїзда під час проведення робіт з будівництва, реконструкції та ремонту будівель і споруд;

– затримку поїзда, пов'язану з ремонтом та неочищенням після закінчення будівельно-ремонтних робіт пасажирських платформ на станціях та зупинних пунктах.

До господарства приміських пасажирських перевезень (НПП) відносяться затримки поїздів:

– через несвоєчасну видачу або несправність моторвагонного рухомого складу (МВРС) на станціях і на шляху прямування, у тому числі у разі несвоєчасного звільнення колії на станції, що призвело до затримки поїздів на підході;

– неявку локомотивної бригади на встановлений за змінним планом час для забезпечення відправлення за графіком поїзда, що обслуговується МВРС;

– перепалення проводів контактної мережі над електрорухомим складом на стоянці, під час рушання, у повітряному проміжку під час руху;

– порушення розкладу приміського поїзда під час посадки-висадки пасажирів через перенаселеність МВРС, закріпленого за господарством;

– недотримання перегінного часу ходу з вини локомотивної бригади, що обслуговує МВРС;

– зрив стоп-крана в МВРС, закріпленому за господарством;

– відчеплення вагонів або секцій МВРС, закріплених за господарством, через їх несправність,;

– порушення працівниками господарства приміських пасажирських перевезень Правил перетину державного кордону під час проведення митного та прикордонного контролів;

– зупинки поїздів за показаннями засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда (ПОНАБ, ДИСК-Б, КТСМ, АСДК-Б тощо) та контрольно-габаритних пристроїв, що спрацювали внаслідок несправностей у рухомому складі, закріпленому за господарством.

До господарства інформаційних технологій (ІОЦ) відносяться затримки поїздів через неможливість отримання з автоматизованих систем та роздрукування у встановлені терміни

технологічних документів на поїзд і перевізних та супровідних документів на вантаж, в умовах автоматизованого їх складання, внаслідок несправностей інформаційно-обчислювальних і телекомунікаційних систем.

До воєнізованої охорони (НО) відносяться затримки поїздів:

– через приймання вантажу працівниками воєнізованої охорони понад час, визначений технологічним процесом або технологією роботи станції;

– екстрену зупинку поїзда при утворенні окремими частинами вантажу перешкод для безпечного руху поїздів, унаслідок розкрадання вантажу сторонніми особами, у випадку відсутності працівника воєнізованої охорони, якщо вантаж має супроводжуватися нею.

До сусідніх дирекцій, залізниць відносяться затримки поїздів:

– через надходження поїздів із запізненням;

– неприймання поїздів через причини, що сталися на сусідній дирекції, залізниці.

До інших причин відносяться затримки поїздів:

– викликані непередбаченими обставинами непереборної сили (форс-мажорними обставинами), стихійним лихом (повені, урагани, землетруси, лісові пожежі, ожеледиці, снігопади), офіційно оголошеними органами державної влади або підтвердженими відповідними документами Гідрометеоцентру чи органу МНС;

– у разі вимушеного порушення розкладу руху поїздів у зонах надзвичайного стану, коли є реальна загроза безпеці руху і життю пасажирів;

– викликані посадкою і висадкою пасажирів для надання їм медичної допомоги та медичних працівників, які їдуть для або після надання медичної допомоги, працівників правоохоронних органів;

– у разі наїзду на сторонніх осіб, диких тварин;

– у випадку зупинки поїзда за заявкою стрільця воєнізованої охорони, який його супроводжує, через розкрадання вантажу сторонніми особами;

– через відсутність напруги в контактній мережі та електропостачання пристроїв СЦБ через аварійне вимикання від

джерел зовнішнього електропостачання за наявності відповідного підтвердження;

- через випадки несанкціонованого втручання сторонніх осіб у діяльність залізничного транспорту України;

- через вплив на засоби автоматичного контролю технічного стану рухомого складу гарячого вантажу (котуни, бітум, агломерат тощо);

- з причин, що не залежать від залізниць.

До особливої технологічної необхідності відносяться затримки поїздів, викликані необхідністю звести до мінімуму негативні наслідки в порушенні технології перевізного процесу:

- пропускання з'єднаних пасажирських поїздів або пасажирського поїзда, що запізнюється, який має пріоритетність на прослідування;

- пропускання поїздів, що запізнюються, по «нитках», прокладених на нормативному графіку руху поїздів без резерву часу для скорочення запізнення (нагону);

- запізнення поїздів у зоні інтенсивного приміського руху, що виключає можливість скорочення часу запізнення (нагону) поїзда;

- відправлених зі станцій обороту состава пізніше розкладу за відсутності часу на виконання технологічних операцій через надходження їх на дирекцію (залізницю) із запізненням.

Запізнення поїздів (у тому числі передбачені варіантним графіком), які прямують під час «вікна», відносяться до господарства – замовника «вікна».

Запізнення поїздів з вини працівників будівельних організацій, незалежно від їх відомчої приналежності, обліковуються за відповідним господарством-замовником виконання робіт або за господарством, представник якого є відповідальним за виконання робіт у «вікно».

Запізнення пасажирських, приміських і вантажних поїздів через неприймання сусідніми дирекціями цієї залізниці враховуються тільки на останній диспетчерській дільниці перед сусідньою дирекцією цієї залізниці з відображенням у звітності за відповідною графою. По кожному поїзду, затриманому сусідньою дирекцією через неприймання, за інформацією поїзного диспетчера сусідньої дирекції (залізниці) робиться запис у

графіку виконаного руху, з вини якого господарства сусідньої дирекції (залізниці) затримано поїзд. За відсутності таких записів поїзд і час запізнення обліковується за господарством перевезень дирекції, на якій поїзд затримано.

Затримки поїздів у випадках ДТП (наїзди на транспортні засоби, тварин і сторонні предмети) на залізничних переїздах або коліях розглядаються комісійно в оперативному порядку та за результатами комісійного розслідування затримки поїздів відносяться до причетних господарств, з вини яких сталася ДТП, чи з інших причин, якщо ДТП трапилася з вини сторонніх осіб.

У разі виникнення розбіжностей під час визначення причин запізнень поїздів, віднесення їх до господарства, остаточним є рішення постійно діючої комісії з контролю за виконанням графіка руху поїздів, яка визначає причетних. Постійно діюча комісія створюється на дирекціях залізничних перевезень і залізницях, розглядає виконання графіка руху поїздів у разі потреби, але не рідше одного разу на місяць. Склад комісії та її кількість визначаються відповідними наказами.

Контрольні питання до розділу 9

1. Які існують кількісні показники ГРП?
2. Перелічіть якісні показники ГРП.
3. Що показує коефіцієнт дільничної швидкості?
4. Які виділяють види швидкостей руху поїздів?
5. У чому полягає різниця між технічною та дільничною швидкостями?
6. Від яких чинників залежить дільнична швидкість?
7. Що розуміють під насиченим і ненасиченим ГРП?
8. Як визначається коефіцієнт заповнення ГРП?
9. Який вплив мають пасажирські поїзди на показники ГРП?
10. Способи взаємного розташування вантажних і пасажирських поїздів на ГРП.

Бібліографічний список

1. Інструкція зі складання графіка руху поїздів на залізницях України ЦД-0040. Затв. наказом Укрзалізниці від 05.04.2002 р. № 170-Ц. Київ: Транспорт України, 2001. 163 с.
2. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України ЦД-0053. Затв. наказом Укрзалізниці від 29.12. 2004 р. № 1028-Ц. Київ: ТОВ «Швидкий рух», 2005. 99 с.
3. Інструкція з ведення графіка виконаного руху поїздів на залізницях і дирекціях залізничних перевезень ЦД-0076. Затв. наказом Укрзалізниці від 17.12. 2008 р. № 544-Ц. Київ, 2008. 31 с.
4. Інструкція з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів ЦД-0034. Затв. наказом Укрзалізниці від 01.12.2000 р. № 542-Ц. Київ: Транспорт України, 2001. 149 с.
5. Інструкція з розрахунку наявної пропускнуої спроможності залізниць України ЦД-0036. Затв. наказом Укрзалізниці від 14.03.2001 р. № 143/Ц. Київ: Транспорт України, 2002. 375 с.
6. Правила технічної експлуатації залізниць України. Затв. наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411. Київ, 1996. 97 с.
7. ДБН В.2.3-19:2018. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування. Офіц. вид. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2001. 126 с.
8. Інструкція про порядок надання та використання «вікон» у графіку руху поїздів для ремонтних і будівельних робіт на залізницях України ЦД-ЦП-ЦШ-ЦЕ-0083. Затв. наказом Укрзалізниці від 16.06.2011 р. № 290-Ц. Київ: ТОВ Поліграфсервіс, 2011. 95 с.
9. Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті. Затв. наказом Укрзалізниці від 25.03.2003 р. № 073-ЦЗ. Київ: Транспорт України, 2003. 81 с.
10. Кодекс законів про працю. Затв. Законом України № 322-VIII від 10.12.1971 р. ВВР із змінами. Київ, 1971.
11. UIC 451-1 (E). Timetable recovery margins to guarantee timekeeping – Recovery margins – Leaflet: 4th December 2000. France, Paris, 2000. 60 p.

12. Правила тяговых расчетов для поезной работы. Москва: Транспорт, 1985. 287 с.

13. Методичні вказівки щодо проектування норм виробітку, нормованих завдань і нормативи часу на підготовчо-заклучні дії, допоміжні операції для локомотивних бригад (ЦТ-0129). Затв. наказом Укрзалізниці від 03.01.2006 р. № 005-ЦЗ. Київ, 2006. 45 с.

14. Организация движения на железнодорожном транспорте / И. Г. Тихомиров, П. А. Сыцко, П. С. Грунтов и др.; под общ. ред. И. Г. Тихомирова. Изд 3-е. Минск: Высшая школа, 1979. Ч. 2. 224 с.

15. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: учебник для ВУЗов / П. С. Грунтов, Ю. В. Дьяков, А. М. Макарович; под ред. П. С. Грунова. Москва: Транспорт, 1994. 543 с.

16. Грунтов П. С. Эксплуатационная надежность станций. Москва: Транспорт, 1986. 247 с.

17. Каретников А. Д., Воробьев Н. А. График движения поездов. Москва: Транспорт, 1979. 301 с.

18. Vromans M. J. C. M. Reliability of Railway Systems / The Erasmus Research Institute of Management (ERIM). 2005. 245 p.

19. Stability evaluation of a railway timetable at station level / Xavier Delorme, Xavier Gandibleux, Joaquin Rodriguez. *European Journal of Operational Research*. 2009. Vol. 195 (Iss. 3). P. 780-790.

20. Інструкція з обліку і аналізу виконання графіка руху пасажирських, приміських і вантажних поїздів (ЦД–ЦЧУ–0024). Затв. наказом Укрзалізниці від 18.11.2010 р. № 747-Ц. Київ, 2010. 44 с.

21. Самарина Н. А. Составление двухпутного графика движения поездов на ЭВМ. Москва: Транспорт, 1971. 124 с.

22. Тишкин Е. М. Автоматизация разработки графика движения поездов. Москва: Транспорт, 1974. 136 с.

23. Інструкція користування програмним продуктом ГАС – «Railway» / Державна адміністрація залізничного транспорту України. Львів, 2007. 42 с.

24. Пейсахзон Б. Э. Вес и скорость грузовых поездов. Москва: Транспорт, 1957. 202 с.

25. Козлов И. Т., Тихонов Г. Н. Составление однопутных непакетных графиков движения поездов на ЭВМ. Вестник ЦНИИ МПС. 1971. № 7. С. 17-21.

26. Caprara A., Fischetti M., Toth P. Modelling and solving the train timetabling problem. *Operations Research*. 2002. № 50(5). P. 851-861.

27. Fahrplantrassen managen und Fahrplanerstellung simulieren. Verkehrswissenschaftlichen Tage. Dresden, 2003. URL: <https://manualzz.com/doc/4314409/fahrplantrassen-managen-und-fahrplanerstellung-simulieren>.

28. NeTS – Network-wide Track Management System and RCS – Rail Control System. SBB Infrastructure. 2009. URL: https://company.sbb.ch/content/dam/sbb/de/pdf/sbb-konzern/sbb-als-geschaeftpartner/RCS/I-UE-VK_Broschuere_NETS_und_RCS_Innotrans_en.pdf.sbbdownload.pdf.

29. Train Planning System. Lister Strasse 15 30163. Hannover, Germany. 2002. URL: http://www.hacon.de/company/downloads/tps_broschuere_e.pdf.

30. System Konstrukcji Rozkładu Jazdy. *Proces przygotowania rozkładu jazdy pociągów*. 2016. URL: [file:///C:/Users/Tetiana/Downloads/338_305_A_OiZ_KORNASZ_EWSKI_SIEROCINSKI_2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Tetiana/Downloads/338_305_A_OiZ_KORNASZ_EWSKI_SIEROCINSKI_2%20(1).pdf).

31. Інструкція з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів (ІД-0034). Затв. наказом Укрзалізниці від 01.12.2000 р. №542-Ц. Київ: Транспорт України, 2001. 149 с.

Навчальний посібник

Прохорченко Андрій Володимирович
Малахова Олена Анатоліївна
Сіконенко Григорій Михайлович
та ін.

УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ РОБОТОЮ. ГРАФІК РУХУ ПОЇЗДІВ

Відповідальний за випуск Прохорченко Г. О.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 24.06.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 14,25. Тираж . Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.