

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр**

галузі знань 27 – «Транспорт»
спеціальності 275 – «Транспортні технології (залізничний транспорт)»


на тему: «Удосконалення систем управління рухом поїздів на перегонах»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ОПЗТ-19д
Поторянський Д.О.




(підпис)

Керівник: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.



(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.



(підпис)

Київ – 2023

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті
Освітньо-кваліфікаційний рівень - бакалавр
Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (залізничний транспорт)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри
проф.Чернецька-Білецька Н.Б.**

“ _____ ” _____ 2023року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ
Поторянський Д.О.**

1. Тема роботи: Удосконалення систем управління рухом поїздів на перегонах

Керівник роботи: Чернецька-Білецька Н.Б., д.т.н., проф.
затверджені наказом по університету від 30.05.2023року № 305/14.03-С

2. Строк подання здобувачем роботи: 15.06.2023

3. Вихідні дані до роботи: Структура систем управління рухом поїздів на перегонах. Основні елементи функціонування систем управління рухом поїздів на перегонах. Статистичні дані функціонування системи управління рухом поїздів.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Цілі і завдання управління рухом поїздів на перегонах. Завдання управління з метою забезпечення заданої безпеки руху поїздів. Вимоги до функцій систем управління рухом поїздів на перегонах. Інформаційні функції при вирішенні завдання зниження затримок поїздів в період технологічних "вікон". Вирішення завдання забезпечення заданої точності виконання графіка руху. Структура системи ІР з лініями індуктивного зв'язку.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки швидкостей поїздів при зупинці поїзда 1. Функції, що необхідні для вирішення завдань управління рухом. Єдиний комплекс управління рухом поїздів з локомотивним ФКУ. Функціональні схеми координатних систем і систем з

віртуальними блок-ділянками. Структура системи IP з лініями індуктивного зв'язку. Системи IP-K та IP-B з цифровим зв'язком.

6. Консультанти розділів роботи (якщо є):

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18.05.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
	Робота з матеріалами	19.05.23	
	Пошук літературних джерел та обробка інформації	25.05.23	
	Аналіз діючих нормативних документів	29.05.23	
	Виконання технологічної частини	03.06.23	
	Виконання проектної частини	05.06.23	
	Принцип роботи та схеми	07.06.23	
	Креслення схем та чертежів	09.06.23	
	Оформлення пояснювальної записки та рецензування	14.06.23	

Здобувач


(підпис)

Поторянський Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Чернецька-Білецька Н.Б.
(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів	№ екз.	Прим.
1						
2			<i>Документація загальна</i>			
3						
4	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т1</i>	<i>Вихідні дані роботи</i>	1	-	<i>слайд</i>
5	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т2</i>	<i>Мета, об'єкт, предмет та методи виконання роботи</i>	1	-	<i>слайд</i>
6						
7	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т3</i>	<i>Цілі і завдання управління рухом поїздів на перегонах</i>	1	-	<i>слайд</i>
8						
9	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т4</i>	<i>Графіки швидкостей поїздів при зупинці поїзда 1</i>	1	-	<i>слайд</i>
10						
11	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т5</i>	<i>Функції, що необхідні для вирішення завдань управління рухом</i>	1	-	<i>слайд</i>
12						
13						
14	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т6</i>	<i>Єдиний комплекс управління рухом поїздів з локомотивним ФКУ</i>	1	-	<i>слайд</i>
15						
16	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т7</i>	<i>Функціональні схеми координатних систем</i>	1	-	<i>слайд</i>
17						
18	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т7</i>	<i>Структура системи ІР з лініями індуктивного зв'язку</i>	1	-	<i>слайд</i>
19						
20	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т7</i>	<i>Системи ІР-К та ІР-В з цифровим зв'язком</i>	1	-	<i>слайд</i>
21						
22	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.Т8</i>	<i>Висновки</i>	1	-	<i>слайд</i>
23			<i>Разом листів</i>	10	-	<i>слайдів</i>
24	A4	<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>	69	-	

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>		
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		<i>Поторянський</i>			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.						3	69
Керівн.		<i>Чернецька-Біл.</i>			Відомість кваліфікаційної роботи бакалавра СЧУ ім. В. Даля Кафедра ЛУБРТ		
Н. контр.							
Затв.		<i>Чернецька-Біл.</i>					

РЕФЕРАТ

Робота кваліфікаційна бакалавра: 69 с., 10 рис., 2 табл., 13 джер.,
10 граф.арк. (слайдів)

Мета роботи - підвищення безпеки руху поїздів на перегонах, впровадження перспективних систем інтервального регулювання руху составів на перегонах.

Об'єкт - системи керування рухом на залізничному транспорті.

Предмет - сучасне обладнання систем контролю за рухом поїздів.

Методи виконання роботи – порівняльно-аналітичні, математичні.

В роботі визначена структура системи інтервального регулювання (ІР) з лініями індуктивного зв'язку. Розглянуто системи ІР з ГЛОНАСС і ССС (супутникова система зв'язку), визначені основні переваги та недоліки. Набули подальшого розвитку принципи вирішення завдання забезпечення заданої точності виконання графіка руху.

Висвітлені основні інформаційні функції при вирішенні завдання зниження затримок поїздів в період технологічних "вікон«. Обгрунтовані вимоги до інформаційних функцій при вирішенні завдання забезпечення потрібної пропускної здатності ділянки.

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, БЕЗПЕКА РУХУ, ПЕРЕГІН, РЕГУЛЮВАННЯ
РУХУ, РУХОМИЙ СКЛАД, УПРАВЛІННЯ, СИСТЕМА, ПРОПУСКНА
ЗДАТНІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ФУНКЦІЇ, ГРАФІК РУХУ

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Поторянський</i>					4	69
<i>Перевір.</i>								
<i>Керівн.</i>		<i>Чернецька-Біл.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Чернецька-Біл.</i>				<i>СНУ ім. В. Даля, Кафедра ЛУБРТ</i>		

ЗМІСТ

	Вступ.....	6
1.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1.	Цілі і завдання управління рухом поїздів на перегонах	7
1.2.	Завдання управління з метою забезпечення заданої безпеки руху поїздів	7
1.3.	Завдання управління рухом поїздів з метою забезпечення потрібної пропускнуої здатності перегонів	11
1.4.	Завдання управління рухом поїздів з метою підвищення дільничної швидкості	12
1.5.	Завдання управління рухом поїздів з метою дотримання графіка руху.....	13
2.	РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	15
2.1.	Вимоги до функцій систем управління рухом поїздів на перегонах.	15
2.2.	Вимоги до інформаційних функцій при вирішенні завдання забезпечення безпеки руху.....	15
2.3.	Вимоги до інформаційних функцій при вирішенні завдання забезпечення потрібної пропускнуої здатності ділянки.....	18
2.4.	Інформаційні функції при вирішенні завдання підвищення дільничної швидкості.....	20
2.5.	Інформаційні функції при вирішенні завдання зниження затримок поїздів в період технологічних "вікон".....	21
2.6.	Вирішення завдання забезпечення заданої точності виконання графіка руху.....	22
2.7.	Комплекс систем управління рухом поїздів на перегонах.....	24
2.8.	Функціональні схеми координатних систем і систем з віртуальними блок-ділянками.....	33
2.9.	Структура системи ІР з лініями індуктивного зв'язку.....	36
2.10.	Розрахунок параметрів технологічної мережі станційного радіозв'язку.....	50
2.11.	Перевірка розрахункової маси состава.....	56
	Висновки.....	68
	Список використаних джерел.....	69

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

На самому початку реалізації залізничних перевезень, коли швидкості руху поїздів були незначними, безпека руху забезпечувалася шляхом відправлення поїздів один за одним через досить великі інтервали часу, коли досить було точно дотримуватися графіка руху. Зі збільшенням швидкостей і інтенсивності руху для забезпечення безпеки застосовувалися підлогові пристрої для передачі машиністам поїздів інформації про вільність розташованих попереду ділянок шляху. На початку ХХ ст. були розроблені перші пристрої, призначені для виключення руху поїздів по ділянках, що обгороджують закритими світлофорами - автостопами (АС).

Принципи їх дії ґрунтувалися на механічних взаємодіях між підлоговими і локомотивними пристроями. Наприклад, передбачався механічний зв'язок між світлофором, підловим пристроєм і стрілочним пристроєм. При в'їзді поїздів на педаль при закритому сигналі робився постріл, звук якого сповіщав машиніста про проходження поїздом цього закритого світлофора.

Автостопа не виключали проходження закритих світлофорів з червоними вогнями, а лише формували команди на негайну зупинку поїзда після проїзду таких підлогових сигналів.

В даний час розроблений повний комплекс автономних систем управління рухом поїздів на перегонах, об'єднаних в інтегровану систему управління рухом. Наступним етапом у розвитку систем управління рухом поїздів є створення єдиної системи управління рухом, в якій буде реалізовано координатний принцип інтервального регулювання і застосований цифровий радіозв'язок для обміну інформацією між її станційними і локомотивними модулями. Координатний принцип інтервального регулювання відрізняється тим, що регулювання рухом поїзда здійснюється на основі координат хвоста потягу. При цьому визначення цієї координати здійснюється з істотно більшою точністю (до декількох десятків метрів), ніж це реалізується за допомогою рейкових ланцюгів, що застосовуються в системах АБ.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Цілі і завдання управління рухом поїздів на перегонах

1.1.1 Цілі управління рухом поїздів

Під управлінням рухом поїзда розуміють процес зміни його швидкості та напрямку руху з метою досягнення заданих значень:

- показника безпеки його руху;
- дільничної швидкості;
- пропускної здатності перегонів;
- показника точності виконання ним графіка руху.

Показник безпеки руху поїзда - це ймовірність проходження поїзда по ділянці шляху без переходу руху в небезпечний стан, тобто зіткнення його з іншим поїздом, транспортним засобом іншого виду на переїзді і без сходу складових його одиниць рухомого складу з колії.

Дільнична швидкість поїзда визначається як середня швидкість руху по ділянці з урахуванням часу на розгони і уповільнення, а також часу стоянок на проміжних станціях.

Під пропускною здатністю перегону розуміють число поїздів, які можуть бути пропущені по ньому в обох напрямках за одиницю часу.

Показник точності виконання поїздом графіка руху відображає ступінь відхилення його руху від графікових.

1.2 Завдання управління з метою забезпечення заданої безпеки руху поїздів

При попутному русі відстань між сусідніми поїздами (міжпоїзний інтервал) безперервно змінюється. Так, при підході першого поїзда будь-якої пари сусідніх поїздів до станційної платформи, де він повинен зупинитися, його швидкість знижується, другий поїзд починає наздоганяти його і, як наслідок,

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

відстань між поїздами скорочується. Аналогічна ситуація має місце і при позаплановій зміні швидкостей поїздів через відмови елементів шляху, рухомого складу та інших технічних засобів. Міжпоїздні відстані змінюються також тому, що поїзди переміщуються досить часто по ділянках з різними планами і профілями. Разом з тим у всіх випадках вони повинні бути достатніми для запобіжників зіткнень поїздів.

На рис. 1.1 показані траєкторії руху поїздів, коли перший знижує швидкість до нуля внаслідок необхідності зупинки, а другий змушений знижувати швидкість для виключення зіткнення з ним. При цьому потрібно було, що гальмівний шлях другого поїзда S_{T2} більше гальмівного шляху першого S_{T1} . Другий поїзд встигне знизити швидкість і його локомотив зупиниться перед хвостовим вагоном першого тільки в разі, якщо в момент початку гальмування першого поїзда відстань $L_{ХГ}$ між його хвостовим вагоном і локомотивом другого поїзда буде не менше різниці гальмівних шляхів поїздів $S_{T1} - S_{T2}$. Отже, для виключення зіткнення двох сусідніх попутних поїздів система управління рухом повинна забезпечити виконання умови:

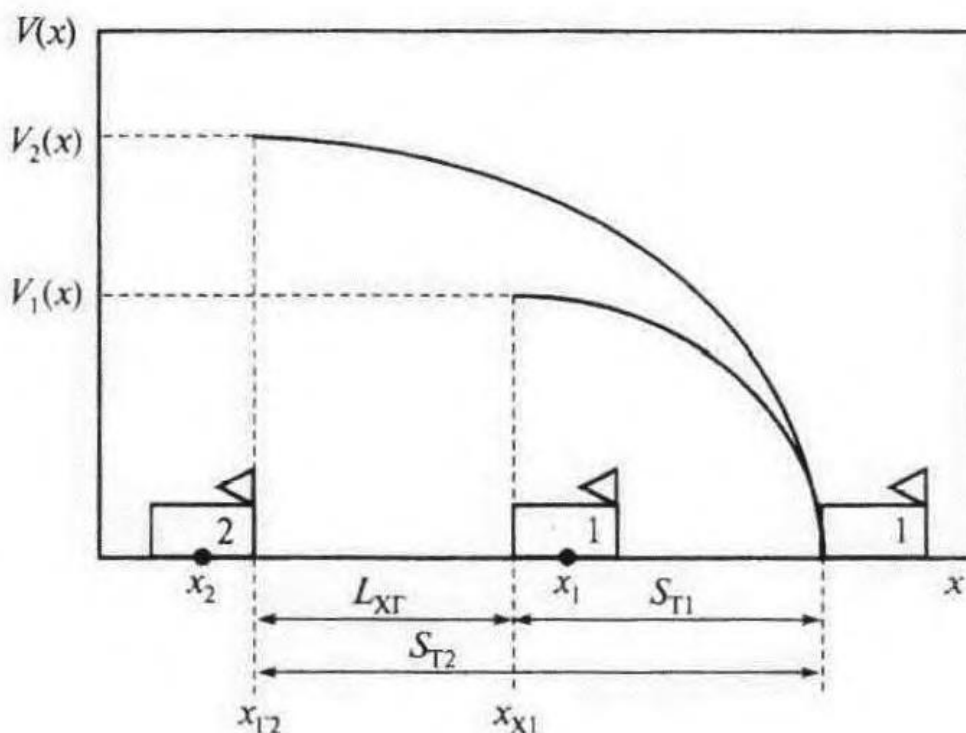


Рис. 1.1 Графіки швидкостей поїздів при зупинці поїзда 1

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

$$L_{XГ} \succ S_{T2} - S_{T1} \quad (1.1)$$

де $L_{XГ} = x_{x1} - x_{Г2}$

X_{X1} - координата хвостового вагона першого поїзда;

$x_{Г2}$ - координата локомотива другого поїзда.

Забезпечення нерівності (1.1) є першою найважливішою задачею управління рухом поїздів.

Відстань між поїздами прийнято визначати не через координати хвоста першого поїзда і голови другого, а через координати середин поїздів:

$$L = x_1 - x_2 = (x_{x1} + 0,5l_{П1}) - (x_{Г2} - 0,5l_{П2})$$

З огляду на те, що завжди мають місце похибки вимірювань координат поїздів, довжин їх складів і розрахунків гальмівних шляхів, мінімальне за умовами безпеки руху відстань між поїздами, яке прийнято називати розрахунковим, визначається за формулою:

$$L_p = S_{T2} - S_{T1} + 0,5(l_{П1} + l_{П2} + \Delta l_{П1} + \Delta l_{П2}) + \sum \Delta L_{Пi} \quad (1.2)$$

Таким чином, завдання запобігання зіткнення попутних поїздів зводиться до задачі забезпечення нерівності

$$L \succ L_p \quad (1.3)$$

На рис. 1.2 показана траєкторія руху центру поїзда при наявності ділянки обмеження швидкості до величини $V_{ог}$ з координатами X_H , x_k . Величина $V_{ог}$ встановлюється такий, щоб запобігти сходження рухомого складу поїзда з колії при русі по цій ділянці. Наприклад, швидкість руху по ділянці може бути обмежена через погіршення параметрів залізничної колії.

Система управління рухом повинна забезпечити фактичну швидкість входу локомотива на ділянку, фактичну швидкість руху поїзда по ділянці і фактичну швидкість виходу хвостового вагона поїзда з ділянки $V_{ф}$ не вище $V_{ог}$.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
						9
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

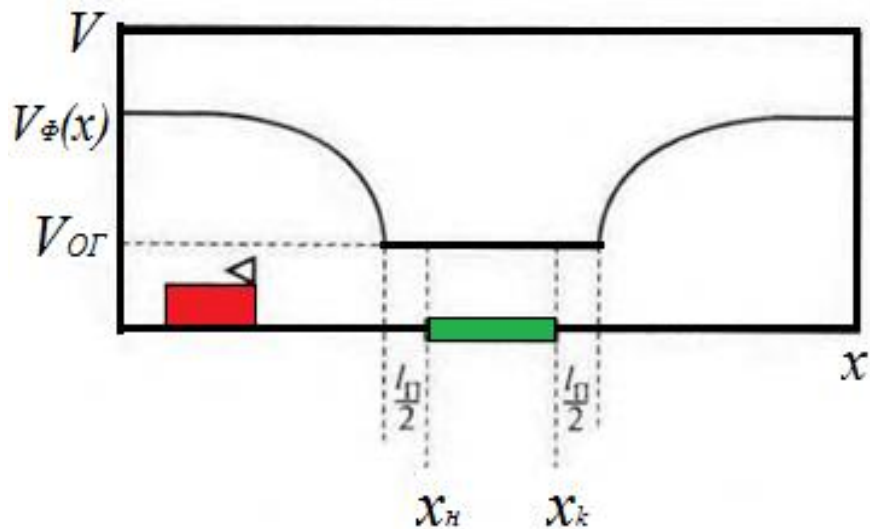


Рис. 1.2 Графік швидкості поїзда при русі по ділянці з обмеженням швидкості

Таким чином, другим завданням управління рухом поїзда є забезпечення виконання умови

$$V_{\phi}(x) < V_{ог} \quad (1.4)$$

в межах ділянки $(x_H - 0,5l_{п}; x_K + 0,5l_{п})$

Для виключення зіткнення поїзда з транспортним засобом іншого виду на переїзді система управління повинна своєчасно сформувати команду пристроїв, що обгороджують переїзд, на заняття положень, при яких був би виключений в'їзд транспортного засобу на залізничний переїзд перед самим поїздом. Це є третім завданням системи управління.

Таким чином, завданнями забезпечення безпеки при управлінні рухом поїздів є запобігання:

- зближення поїздів на відстань менше допустимого за умовами безпеки руху (запобігання зіткнення поїзда);
- руху поїздів зі швидкостями вище допустимих за умовами безпеки (запобігання сходу поїзда);
- заняття залізничного переїзду транспортним засобом будь-якого виду, якщо воно не зможе його звільнити до входу на переїзд поїзда.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Успішність вирішення цих завдань залежить від функціональних властивостей і технічних параметрів систем управління рухом.

1.3 Завдання управління рухом поїздів з метою забезпечення потрібної пропускної здатності перегонів

Потрібна пропускна здатність визначається на основі результатів аналізу необхідних розмірів руху пасажирських і вантажних поїздів, при яких можливе повне освоєння пасажиро- і вантажопотоків на даному напрямку.

Фактична пропускна здатність перегону повинна бути більше потрібної. Вона залежить від багатьох чинників і визначається наступними виразами:

- для одноколіїного ділянки з непакетного рухом:

$$N_H^O = 1440 / (t_1 + t_2 + \tau_A + \tau_B + t_{P3}) \quad (1.5)$$

- для одноколіїного ділянки з частково пакетним рухом:

$$N_{III}^O = 1440 / [(t_1 + t_2 + \tau_A + \tau_B + t_{P3})(1 - 0,5\gamma) + I\gamma] \quad (1.6)$$

- для одноколіїного ділянки з двоколіїними вставками при непакетного русі:

$$N_H^{OB} = 1440 / (t'_1 + t'_2 + \tau'_A + \tau'_B + t_{P3}) \quad (1.7)$$

- для одноколіїного ділянки з двоколіїними вставками при пакетному русі (з двома поїздами в пакеті):

$$N_H^{OB} = 2880 / (t'_1 + t'_2 + \tau'_A + \tau'_B + t_{P3} + I) \quad (1.8)$$

- для двоколіїного ділянки з непакетного рухом:

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$N_H^H = 1440 / (t_1 + \tau_{II} + t_{P3}) \quad (1.9)$$

- для двоколійного ділянки з пакетним рухом:

$$N_{II}^H = 1440 / I \quad (1.10)$$

де 1440 - число в добі;

t_1, t_2 - час ходу по обмежує перегону відповідно непарного і парного поїздів, хв;

τ_A, τ_B - станційні інтервали неодновременного прибуття і схрещення поїздів на станціях А і Б, хв;

t_{P3} - загальна витрата часу на розгін і уповільнення поїздів, що мають зупинки на станціях, хв;

γ - коефіцієнт пакетности, рівний відношенню числа поїздів, пропущених в пакетах, до загального числа поїздів, пропущених по дільниці;

I - межпоездной інтервал між сусідніми поїздами в пакеті, хв;

У наведених формулах пропускної здатності від властивостей систем управління рухом поїздів на перегонах залежать величини $I, t_1, t_2, t'_1, t'_2, \gamma$. Тому для забезпечення потрібної пропускної здатності ділянки повинна вирішуватися завдання забезпечення відповідних значень цих величин за допомогою системи управління рухом.

1.4 Завдання управління рухом поїздів з метою підвищення дільничної швидкості

Дільнична швидкість може бути розрахована за формулою:

$$V_y = \frac{\sum l_i}{\sum t_i + \sum t_{P3j} + \sum t_{ck}} \quad (1.11)$$

де l_i - довжина і-го перегону, км;

t_i - час ходу поїзда по і-му перегону, год;

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$t_{рзj}$ - час j-го розгону і уповільнення, год;

t_{ck} - середній час k-й стоянки, год.

Підвищення дільничної швидкості завжди актуально, так як сприяє зниженню собівартості перевезень. Тому потрібно завжди прагнути так управляти поїздом, щоб дільнична швидкість була максимальною.

З формули випливає, що V_y поїзда збільшується в міру зменшення його часу ходу t_i по кожному i-му перегону ділянки. У п. 1.3 розглянуто шляхи зниження t_i за рахунок вдосконалення управління рухом. Відмінність полягає лише в тому, що в даному випадку потрібно прагнути до максимального скорочення часу ходу по кожному перегону.

Що стосується величин $t_{рзj}$, то в даному випадку слід ще враховувати і необхідність оптимізації в енергетичному сенсі траєкторій руху.

Скорочення загального часу стоянок поїздів $\sum t_{ck}$ можливо за рахунок збільшення пакетності руху при малих межпоездної інтервалах.

Таким чином, завданнями управління рухом поїздів при підвищенні його дільничної швидкості є:

- зниження часу ходу поїзда по перегонам;
- скорочення межпоездної інтервалів.

І в даному випадку успішність вирішення цих завдань полягає від функціональних можливостей і технічних параметрів систем управління рухом поїздів.

1.5 Завдання управління рухом поїздів з метою дотримання графіка руху

Графік руху поїздів є організаційною основою роботи залізниць. Він координує роботу всіх підрозділів залізниць при здійсненні пасажирських і вантажних перевезень. Крім того, графік руху - це свого роду зобов'язання перевізника перед пасажиром і вантажовласником в тому, що надається їм послуга з перевезення буде виконана в задані терміни.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19δ.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

При розробці графіка руху прагнуть до того, щоб він був економічно доцільним. Економічність графіка визначається цілою низкою чинників, в тому числі енергетичними затратами на тягу поїздів, які залежать від втрат кінетичної енергії поїзда при гальмуваннях, а потім відновлення її в період розгону. Практика перевезень показала, що кількість гальмувань поїзда залежить не тільки від його запланованих зупинок, а й від якості управління рухом. При нераціональних в цьому сенсі траєкторіях руху кількість гальмувань більше і внаслідок цього витрата енергії на тягу також більше. Втрати енергії бувають настільки великі, що виникла необхідність у визначенні та реалізації оптимальних в енергетичному сенсі траєкторій руху.

При побудові графіка руху поряд з іншими параметрами задаються часи ходу по окремим перегонам, які, як зазначалося вище, залежать також від функціональних можливостей систем управління рухом.

Крім того, порушення графіків руху призводять до зниження ефективності як перевізного процесу, так і технологічних процесів в інших областях у зв'язку з запізненнями прибуття персоналу підприємств на робочі місця, порушеннями термінів доставки сировини і технологічного обладнання на підприємстві і т.п.

Таким чином, завданням управління рухом є також забезпечення оптимальних в сенсі мінімальних витрат енергії на тягу траєкторій руху при заданій точності виконання графіка руху.

Успішність вирішення цього завдання залежить від функціональних можливостей і технічних параметрів систем управління рухом поїздів.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2.РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Вимоги до функцій систем управління рухом поїздів на перегонах

Для вирішення завдань управління рухом, сформульованих вище, системи управління повинні бути здатними виконувати певні функції.

Ці функції поділяються на керуючі та інформаційні. Керуючі функції полягають у формуванні команд управління гальмами і тяговими двигунами поїзда, а інформаційні в отриманні необхідної для цього інформації.

Вимоги до цих функцій змінюються зі змінами вимог до безпеки руху, пропускної здатності перегонів, дільничної швидкості поїздів, точності виконання графіків.

2.2 Вимоги до інформаційних функцій при вирішенні завдання забезпечення безпеки руху

Для забезпечення безпеки руху поїзда має виконуватися умова, яке може бути записано у вигляді виразу:

$$L \leq L_p \quad (2.1)$$

Величина L_p розраховується за формулою (2.2), в яку входять гальмівні шляхи поїздів.

Гальмівний шлях поїзда - це відстань, яку проходить поїзд від моменту впливу команди на гальмівну систему до його повної зупинки. Однак між моментом впливу команди на гальма і початком їх ефективної дії проходить деякий час, так як гальмівна система поїзда володіє інерційністю. Це відбувається тому, що тиск повітря в гальмових циліндрах підвищується не відразу, а лише протягом часу підготовки гальм до дії $t_{п}$.

Відстань, яку проходить поїзд від початку зниження швидкості під дією гальм до повної зупинки поїзда, називається дійсним шляхом поїзда $S_{ТД}$ і визначається в результаті інтегрування рівняння руху поїзда. При використанні

					<i>РКБ.ОПЗТ-19δ.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

чисельного методу інтегрування довжина дійсного гальмівного шляху визначається виразом

$$S_{ТД} = \sum_{j=1}^n \frac{4,17(V_{Hj}^2 - V_{Kj}^2)}{b_{ij} + w_{oj} + w_{Дj}} \quad (2.2)$$

де n - число інтервалів зміни швидкості при розрахунку;

V_{Kj} - цільова кінцева швидкість, до якої повинна бути знижена швидкість V_{Hj} в результаті гальмування, км / год;

b_{ij} - питома гальмівна сила при середньому значенні швидкості в інтервалі j, Н / кН

w_{oj} - питомий основний опір руху, Н / кН;

$w_{Дj}$ - питомий додатковий опір руху, Н / кН

Основний опір руху поїзда - це опір, яке відчуває потяг під час руху за прямолінійним горизонтальному ділянці при температурі повітря від -20 до +25 С і швидкості вітру до 10 м / с. Воно утворюється за рахунок тертя між осями колісних пар і підшипниками, колесами і рейками, ударів коліс об рейки в місцях стиків і в результаті впливу повітря.

Питомий основний опір - це основний опір, віднесене до одиниці ваги поїзда.

Для кожної пари попутно рухомих поїздів повинна безперервно відбуватися перевірка співвідношення (2.1), і в разі його порушення повинні включатися гальма другого поїзда. Для цього необхідна інформація про кожному поїзді наступного змісту:

- координата;
- швидкість;
- питома гальмівна сила;
- основний опір руху;
- додатковий опір руху на ділянці гальмування;
- довжина складу;
- час початку зниження швидкості попереду поїзда, що йде.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Безпечне розрахункове відстань між поїздами буде мінімальним при виконанні наступних умов: інформація перерахованого вище смислового змісту абсолютно точна; затримка в передачі інформації від її джерел до пристроїв формування команд мінімальна; час формування команд мініимально.

Для запобігання сходу рухомого складу через перевищення поїздом допустимої за умовами безпеки руху необхідно, щоб швидкість руху поїзда обмежувалася на криволінійних ділянках шляху, на прямолінійних ділянках станом шляху, в тому числі на ділянках його ремонту, при русі по станціях. Крім того, швидкість руху поїзда обмежується конструкційної швидкістю його рухомого складу. Тому для виключення сходу рухомого складу поїзда необхідна інформація:

- про координати місць обмеження швидкості в криволінійних ділянках, в місцях ремонту ділянок шляху з параметрами нижче нормативних, зі зруйнованими рейками і в інших випадках, що вимагають руху зі зменшеною швидкістю;

- про допустимих швидкостях поїздів в місцях їх обмежень;

- про конструкційних швидкостях рухомого складу;

- про координаті поїзда, що наближається до місця обмеження швидкості;

- про довжину поїзда, що наближається до місця обмеження швидкості;

- про параметрах, необхідних для розрахунку шляху, який пройде поїзд при зниженні його швидкості від поточного до допустимого значення;

- про фактичну швидкості цього поїзда.

Для виключення зіткнення поїзда з транспортним засобом іншого виду на переїзді необхідна інформація про відстані між переїздом і наближається до нього поїздом.

Таким чином, інформаційні функції систем управління рухом поїздів повинні забезпечити:

- отримання експериментальним (від датчиків) або розрахунковим шляхом інформації перерахованого вище смислового змісту;

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- передачу інформації від місць її зародження до пристроїв формування команд управління рухом.

2.3 Вимоги до інформаційних функцій при вирішенні завдання забезпечення потрібної пропускної здатності ділянки

Найбільш жорсткі вимоги до інформаційних функцій систем управління пред'являються при вирішенні завдання максимального збільшення пропускної спроможності на ділянках зі зростаючими пасажиро- і вантажопотоками, коли потрібно забезпечити мінімальні міжпоїздні інтервали і мінімальні часи ходу поїздів по перегонах ділянки. Для цього системі управління необхідна повна і своєчасно отримана інформація наступного змісту:

- координати поїздів;
- швидкості поїздів;
- довжини складів поїздів;
- координати всіх місць обмеження швидкості;
- рівні допустимих швидкостей в місцях їх обмеження;
- значення параметрів, необхідних для визначення гальмівних властивостей поїздів.

Чим повніше і точніше буде ця інформація, тим менших значень межпоездної інтервалів і часів ходу поїздів по перегонах можна досягти і тим більша пропускна здатність ділянки може бути забезпечена.

На рис. 2.1 показана залежність пропускної здатності одноколіїної ділянки при частково пакетному графіку від величини міжпоїздного інтервалу в пакеті. На вертикальній осі відкладені значення коефіцієнта k_0 , що представляє собою відношення пропускної здатності перегону при частково пакетному графіку до пропускної спроможності при непакетному графіку, коли поїзди поділяються міжстанційним інтервалом.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

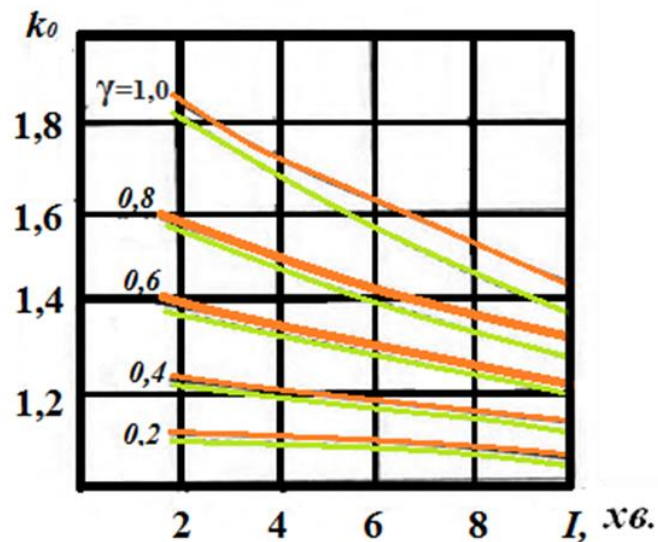


Рис. 2.1 Графіки відносної пропускної здатності одноколіїної ділянки

Графіки побудовані при середніх значеннях часів ходу поїзда по перегону для двох випадків: характеристики ділянки відповідають пропускної здатності при непакетного графіку 28 пар поїздів на добу (суцільні лінії); характеристики ділянки відповідають пропускної здатності при непакетного графіку 32 пар поїздів на добу (пунктирні лінії).

Приріст пропускної здатності при зменшенні величини міжпоездної інтервалу I істотно залежить від значення коефіцієнта пакетності γ . Так, при $\gamma = 0,2$, зменшення міжпоездної інтервалу з 10 до 2 хв дає приріст коефіцієнта k_0 на 0,04, тобто збільшує пропускну здатність на 4%, а при $\gamma = 1$ - на 44%.

На одноколіїних з двоколіїними вставками значення цього відносного показника при невпинному схрещенні пакетів поїздів також істотно залежать від величини міжпоездної інтервалу.

Зменшення міжпоездної інтервалу на 1 хв дозволяє зменшити довжину двоколіїних вставок в середньому на 1 км.

На двоколіїних ділянках величина відносного показника в залежності від довжини перегону може реально досягати значень 10 і більше. Отримана при цьому пропускну здатність дозволяє опанувати практично будь-яких необхідних об'ємом перевезень вантажів і пасажирів, включаючи і добові пікові коливання потреб в перевезеннях.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2.4 Інформаційні функції при вирішенні завдання підвищення дільничної швидкості

В умовах постійних потреб в перевезеннях або при наявності великого резерву наявних пропускних спроможностей більш актуальною стає завдання підвищення дільничної швидкості. Підвищення дільничної швидкості при заданих обсягах перевезень призводить до істотного зниження експлуатаційних витрат за рахунок вивільнення локомотивів, вагонів і локомотивних бригад.

Збільшення дільничної швидкості можна досягти шляхом скорочення часу стоянок вантажних поїздів під обгоном за рахунок зменшення інтервалу попутного прибуття на станцію (і відправлення зі станції) обгоняемого і обганяє поїздів при впровадженні більш досконалих систем управління рухом. Залежно від довжин перегонів і розмірів руху вантажних і пасажирських поїздів цей час при переході від непакетного графіка до пакетного скорочується в три рази і більше, що забезпечує збільшення дільничної швидкості на 5-10%. При цьому величина міжпоїздного інтервалу незначно впливає на дільничну швидкість. Так, при зменшенні міжпоїздного інтервалу на 1 хв вона збільшується тільки на 0,1%.

Подальше підвищення дільничної швидкості на двоколіїному ділянці може бути отримано при організації безобгонного графіка руху поїздів. Це стає можливим при збільшенні резерву пропускної здатності за рахунок зменшення міжпоїздного інтервалу.

Безобгонний графік руху передбачає створення такого інтервалу між пачками вантажних поїздів, який забезпечує проходження пасажирського поїзда між пакетами пасажирських поїздів по всій ділянці без перешкод з боку вантажних поїздів. При цьому відпадає необхідність зупинок вантажних поїздів стає рівною ходової.

На одноколіїних дільнична швидкість залежить від довжини ділянки L , ходової швидкості VX , розмірів руху N , тривалості стоянки вантажних поїздів під схрещеними і обгонами tCT і від числа таких зупинок KCT .

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

При організації частково-пакетного графіка руху величини $t_{СТ}$ і $K_{СТ}$ залежать від коефіцієнта пакетності і величини межпоездної інтервалу. Збільшення коефіцієнта пакетності призводить до збільшення часу стоянки поїздів через збільшення часу очікування проходження пакета. Це веде до зниження дільничної швидкості. З іншого боку, збільшення коефіцієнта пакетності сприяє зменшенню числа зупинок по схрещених і обгонам, що веде до підвищення дільничної швидкості. При пакетному графіку руху з $I \geq 6$ хв дільнична швидкість виявляється нижче, ніж при непакетного графіку руху. Однак подальше зменшення величини межпоездної інтервалу призводить до відповідного зменшення часу стоянки $t_{СТ}$, а також до деякого зменшення числа зупинок $K_{СТ}$, що веде до зростання дільничної швидкості.

2.5 Інформаційні функції при вирішенні завдання зниження затримок поїздів в період технологічних "вікон"

Технологічні "вікна" необхідні для ремонту залізничної колії. В період "вікна" повністю припиняється рух поїздів по ремонтваній ділянці шляху. Тоді двоколійна ділянка стає тимчасово одноколійною, її пропускна здатність зменшується і потяги пропускають по ділянці з затримками. Чим триваліше "вікно", тим більше загальна тривалість затримок поїздів, яка вимірюється в поїздо-годинах, і тим більше шкоди залізниць від цих затримок, вимірюваний в грошах. Разом з тим збільшення "вікна" дозволяє краще використовувати ремонтну техніку, якісніше виконувати ремонтні роботи і в результаті забезпечувати більший рівень безпеки руху. Тому існує економічно оптимальна тривалість "вікна".

З огляду на те, що "вікно" знижує реальну пропускну спроможність ділянки, завдання збільшення тривалості "вікна" пов'язана зі створенням додаткового запасу пропускної здатності.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
						21
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 2.2 наведені графіки, що показують зниження затримки поїздів T_3 при скороченні інтервалу між поїздами в пачці I для різних інтервалів підходу I_p поїздів до тимчасово одноколіїної ділянки.

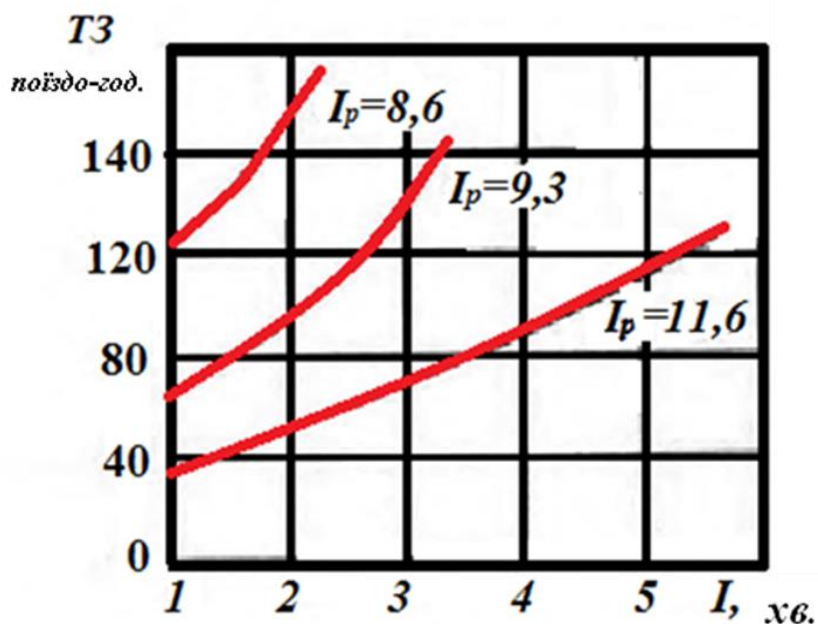


Рис.2.2. Графіки зниження затримки потягів

Таким чином, вимоги до інформаційних функцій при збільшенні технологічних "вікон" аналогічні вимогам до інформаційних функцій при вирішенні проблеми збільшення пропускної здатності ділянки.

Суттєвого зниження затримки поїздів можна досягти шляхом пропуску через тимчасово одноколіїну ділянку пачок поїздів з мінімальним інтервалом між поїздами в пачці.

2.6 Вирішення завдання забезпечення заданої точності виконання графіка руху

Як показники точності виконання графіка руху поїзда в контрольній точці використовують:

- максимальне відхилення від графіка руху поїзда в контрольній точці;
- середнє відхилення від графіка руху поїздів в декількох контрольних точках.

					РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Для того, щоб сформувати керуючі впливу на гальмівну систему або на тягові двигуни поїзда, система управління рухом повинна мати програму руху, яка містить інформацію про заданої траєкторії руху поїзда і дані про точність її виконання.

Інформація про цю програму має передаватися від місця її зберігання або зародження до органу, що виробляє керуючі команди.

Вихідними даними для розрахунку траєкторії руху поїзда є координата поїзда, його швидкість, тягові характеристики, усереднена маса, напруга в контактній мережі, профіль ділянки, допустимі швидкості руху.

Для побудови фактичної траєкторії руху в системі повинна бути інформація про фактичні значення параметрів, необхідних для побудови траєкторії.

Вимоги до керуючих функцій:

Керуючі функції систем управління рухом повинні забезпечити вироблення команд:

- включення службового гальмування за умовами безпеки руху і реалізації оптимальних траєкторії руху;
- включення екстреного гальмування, якщо службове гальмування своєчасно не застосовано або не привело до необхідного зниження швидкості поїзда за умовами безпеки;
- відключення тягових двигунів при необхідності включення гальмівних систем поїзда;
- відключення тягових двигунів відповідно до програми реалізації оптимальної траєкторії руху (режим вибігу);
- включення тягових двигунів при початку руху і відповідно до програми реалізації оптимальної траєкторії руху.

Команди формуються на основі інформації, одержуваної в результаті виконання інформаційних функцій, і реалізуються за допомогою ланцюгів управління гальмами і тяговими двигунами.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.7 Комплекс систем управління рухом поїздів на перегонах

2.7.1 Єдиний комплекс управління рухом поїздів

Всі функції управління рухом поїздів, розглянуті вище, можуть бути реалізовані за допомогою єдиного комплексу функціонально взаємопов'язаних технічних засобів і персоналу (ЕК-УДП). Структурна схема ЕК-УДП приведена на рис. 2.3.

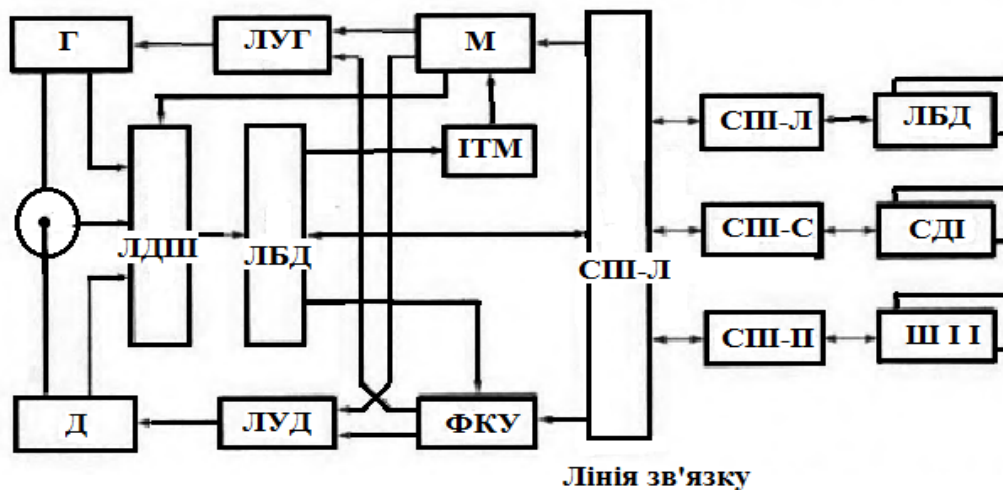


Рис. 2.3. Єдиний комплекс управління рухом поїздів з локомотивними ФКУ

Керуючі функції виконують машиніст (М) і автоматичний формувач команд управління (ФКУ). М і ФКУ формують команди, які за допомогою ланцюгів управління гальмами (ЦУТ) і тягою (ЦКД) впливають відповідно на гальмівну систему поїзда (Т) і на його тягові двигуни (Д).

Команди формуються таким чином, щоб забезпечити необхідний рівень безпеки руху, потрібну пропускну здатність, максимальну дільничну швидкість, мінімальну затримку потягів, виконання графіка руху із заданою точністю.

Спочатку, на перших етапах розвитку залізниць, управління рухом поїзда здійснював тільки машиніст локомотива, тільки він приймав рішення про зміни швидкості руху поїзда. Однак зі збільшенням швидкостей і інтенсивності руху поїздів ймовірність здійснення машиністом небезпечної помилки в управлінні поїздом зростала. Це зумовило необхідність додаткового застосування

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

автоматичних ФКУ для зниження ступеня впливу помилок локомотивних бригад на точність і своєчасність виконання керуючих функцій в цілому. Інакше кажучи, призначення ФКУ складається в парирування помилок локомотивних бригад в управлінні рухом поїзда.

Однак для своєчасного прийняття правильного рішення про зміну швидкості руху з тією чи іншою метою необхідно своєчасно отримувати повну і достовірну інформацію. Для цього необхідні технічні засоби, які забезпечили б виконання інформаційних функцій системи управління рухом.

До них відносяться, зокрема, локомотивні джерела первинної інформації (Липи) і локомотивні банки даних (ЛБД).

До Липи відносяться джерела інформації про параметри руху поїзда, а саме про його швидкості, прискорення і координати, про характеристики гальмівних систем і тягових двигунів, а також про дії і поточних психофізіологічних параметрах машиніста. Останні дані необхідні для включення гальм поїзда в разі, якщо машиніст не здатний забезпечити безпеку руху в силу його психофізіологічного стану або його дій, не передбачених регламентом управління рухом за умовами безпеки.

ЛБД необхідний для зберігання інформації, одержуваної від Липи, а також про довжину поїзда, граничних конструкційних швидкостях його вагонів і локомотива, що вводяться локомотивною бригадою перед початком руху.

Однак цієї інформації недостатньо для формування команд управління. Необхідна ще інформація про вільність колії і цілісності рейок, обмеження швидкості руху за умовами безпеки, плані і профілі окремих ділянок шляху, а також про характеристики гальмівних систем і параметри руху поїзда, що переміщається перед даними поїздом. Ця інформація передається від джерел інформації, розташованих на станціях (СІ), уздовж рейкового шляху перегонів (ПШ), а також на локомотивах інших поїздів ЛБД. Для її передачі необхідні системи передачі інформації (СПІ) між локомотивними, станційними і підлоговими пристроями ЕК-УДП. Локомотивні СПІ, позначені на рис. 3.1 у вигляді СПІ-Л, станційні та підлогові - відповідно СПІ-С, СНІД-П.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Інформаційне табло машиніста (ІТМ) призначене для надання машиністу інформації, необхідної йому при управлінні рухом поїзда.

ЕК-УДП функціонує наступним чином: інформація, необхідна для управління рухом поїзда, надходить до М і ФКУ від ЛБД, від Липи, а також від ЛБД йде попереду поїзда і від СІ, ПШ за спеціальними СПИ: частина інформації передається безпосередньо машиністу за допомогою інформаційного табло ІТМ, який на її основі формує команди за допомогою ЦУТ і ЦУД впливають на Т і Д, в результаті чого вирішуються завдання управління рухом поїзда.

Функціонування такої системи відрізняється тим, що команди управління рухом всіх поїздів на ділянці управління формує ФКУ центрального поста управління рухом (ЦП ФКУ). Для цього на ЦП передається вся інформація як від ЛБД всіх локомотивів, так і від джерел інформації, які перебувають на станціях і перегонах. На локомотивах замість ФКУ встановлюють концентратор команд управління (КУ), що надходять від ЦП ФКУ, для їх попередньої обробки.

ЕК-УДПП з локомотивних ФКУ має ту перевагу перед ЕК-УДП з ФКУ центрального поста, що відмова ФКУ одного локомотива не порушить нормального управління рухом інших локомотивів. Але ЕК-УДП з ЦП ФКУ відрізняється більш простим локомотивним обладнанням.

Доцільність реалізації того чи іншого варіанту КК-УДП залежить від ступеня розвитку систем передачі інформації на залізничному транспорті, а також від оснащеності залізничного транспорту сучасними інформаційними технологіями.

Відмінною здатністю всіх ЕК-УДП є те, що їх локомотивні пристрої, що виконують всі функції по управлінню рухом поїздів, розробляється у вигляді єдиного апаратно-програмного комплексу. Ця особливість реалізації має місце також у станційних і підлогових пристроїв.

Розвиток систем управління рухом поїздів йде в напрямку створення ЕК-УДП.

					<i>РКБ.ОПЗТ-190.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.7.2 Інтегрована автоматизована система управління рухом поїздів

Під інтегрованою автоматизованою системою управління рухом поїздів (ІС-УДП) розуміється сукупність конструктивно автономних, але функціонально взаємопов'язаних систем, призначених для вирішення завдань управління рухом поїздів (рис. 2.4.).

Експлуатовані в даний час на мережі залізниць системи управління рухом поїздів на перегонах утворюють саме таку інтегровану систему. Всі ці системи підрозділяються на шість класів:

- системи автоматичного і напівавтоматичного блокування;
- системи автоматичної локомотивної сигналізації;
- системи автоматичного управління гальмами поїздів за умовами забезпечення безпеки руху;
- системи контролю здатності машиніста забезпечити безпеку руху поїзда;
- координатні системи інтервального регулювання;
- системи управління тяговими двигунами і гальмами поїздів за умовами виконання графіка руху при мінімальних витратах енергії на тягу.

Системи цих класів спочатку конструктивно виконувалися як автономні.

Системи автоматичного (АБ) і напівавтоматичного (ПАБ) блокувань виконують тільки інформаційні функції.

Системи ПАБ:

- визначають вільність перегонів;
- передають машиністу поїзда інформацію про вільність перегонів вогнів світлофорів (С).

Системи АБ:

- визначають вільність блок-ділянок, на які ділиться перегін;
- визначають цілісність рейок в межах блок-ділянок при використанні рейкових ланцюгів;

					<i>РКБ.ОПЗТ-19δ.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- передають машиністу поїзда інформацію про стан блок-ділянок за допомогою вогнів світлофорів.

Таким чином, система ПАБ визначає координати поїздів з точністю до перегону, а системи АБ - з точністю до блок-ділянки.

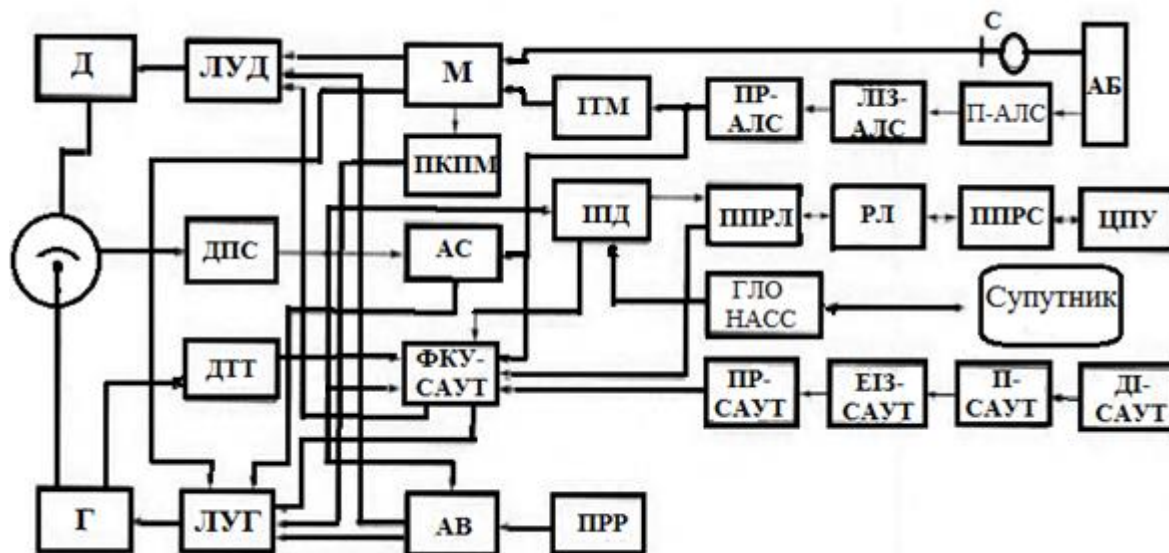


Рис. 2.4. Інтегрована автоматизована система управління рухом поїздів (ІС-УРП)

Машиніст (М) поїзда на підставі цієї інформації формує команди на управління тяговими двигунами (Д) поїзда і його гальмівною системою (Т) так, щоб виключити зіткнення попутно наступних поїздів. Команди реалізуються за допомогою ланцюгів управління (ЦКД і ЦУТ). Наприклад, при русі поїзда на світлофор з червоним вогнем машиніст повинен зупинити поїзд перед цим світлофором.

Таким чином, керуючі функції в системі управління рухом з АБ і ПАБ виконує тільки машиніст локомотива.

Недоліком таких систем з точки зору безпеки руху є те, що в умовах поганої видимості машиніст може занадто пізно виявити червоний вогонь світлофора, не зупинити поїзд, і він пройде на блок-ділянку, зайнятий іншим поїздом, або на блок-ділянку зі зруйнованим рейкою. У першому випадку може відбутися зіткнення поїздів, а в другому - сходження рухомого складу поїзда з колії.

Для максимально зменшити можливість виникнення подібних ситуацій розроблені системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС).

Система АЛС включає до свого складу підлогові або станційні передавачі електричних сигналів (П-АЛС), лінію індуктивного зв'язку (ЛИС-АЛС), локомотивне приймальний пристрій (ПР-АЛС) і інформаційне табло машиніста (ІТМ). Інформація про стан блок-ділянки надходить на вхід П-АЛС і в кінцевому рахунку відображається на ІТМ. У найпростішому випадку ІТМ є локомотивний світлофор, показання якого повторюють показання підлогового світлофора, до якого наближається поїзд.

Іншою причиною несвоєчасного або недостатнього зниження швидкості поїзда за умовами безпеки є такий стан машиніста, коли він не в змозі адекватно реагувати на сигнали АБ і АЛС. Це, наприклад, може мати місце в результаті його перевтоми або захворювання.

Для зниження можливості несвоєчасного зниження машиністом швидкості поїзда за умовами безпеки і навіть проїзду світлофора з червоним вогнем розроблені пристрої контролю пильності машиніста (УКБМ). Основними функціями УКБМ є виявлення нездатності машиніста забезпечити безпеку руху і включити за допомогою ЦУТ гальмівну систему поїзда з метою його зупинки. Виявлення стану машиніста, коли він втрачає пильність при управлінні рухом, відбувається за допомогою спеціальних датчиків, наприклад, опору шкіри машиніста. Іншим прикладом УКБМ є рукоятка пильності машиніста, яку машиніст повинен періодично натискати і тим самим підтверджувати свій стан неспанья.

Наступним кроком в підвищенні безпеки руху є створення автоматичних систем управління гальмами поїзда (СУТ), які працюють паралельно з машиністом і приймають на себе управління рухом, коли машиніст з тих чи інших причин не знижує швидкість поїзда за умовами безпеки.

Першою такою системою був автостоп (АС). На один вхід АС надходять сигнали від АЛС про допустиму швидкість руху поїзда, а на іншій - сигнали від датчика пройденого шляху і фактичної швидкості поїзда (ДПС). Якщо

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

фактична швидкість перевищує допустиму за умовами безпеки, то АС автоматично формує команду на включення пневматичних гальм поїзда, яка реалізується за допомогою ЦУТ.

Недоліком АС є те, що він зупиняє поїзд тільки після перевищення величини допустимої швидкості. Так, при проходженні поїздом світлофора з червоним вогнем АС включить гальмівну систему поїзда, але поїзд зупиниться тільки за світлофором на відстані свого гальмівного шляху. Це може привести до його зіткнення з поїздом, що знаходяться за цим світлофором.

Таким чином, в системах АБ, АЛС і АС використовується досить обмежена частина інформації, необхідної для досягнення максимальної безпеки руху, пропускної здатності перегонів, максимальної дільничної швидкості.

Для подальшого підвищення безпеки руху необхідно було створити систему управління гальмами, яка примусово знижувала б швидкість перед місцями її обмеження, наприклад перед світлофором з червоним вогнем. Але для цього необхідно істотно збільшити інформативність системи: біліше точно визначити відстань між поїздом і найближчим світлофором, знати план і профіль колії на цій ділянці, гальмівні характеристики поїзда, його фактичну швидкість. Така система була створена і отримала назву системи автоматичного управління гальмами (САУТ). Для передачі додаткової інформації від її джерел (П-САУТ), розташованих на станціях або у колійних світлофорів, використовують спеціальну систему індуктивного зв'язку, що включає передавальний пристрій (П-САУТ), елементи індуктивного зв'язку (ЕІС-САУТ), локомотивної приймач (ПР-САУТ),

Ця інформація надходить на вхід ФКУ-Саут, на інші входи якого надходить інформація від АЛС, від датчика шляху і швидкості (ДПС) і датчика тиску в гальмівній магістралі (ДДТ). На основі цієї інформації розраховується допустима за умовами безпеки швидкість руху. В результаті порівняння фактичної швидкості і допустимої ФКУ-Саут виробляє команди управління гальмами поїзда і його тяговими двигунами.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Наступним кроком у розвитку систем інтервального регулювання стало створення координатних систем (ІР-К). Вони відрізняються від розглянутих вище систем тим, що при розрахунку мінімального за умовами безпеки інтервалу попутного прямування між поїздами використовується:

- точніша інформація про координати обох наступних один за одним поїздів;
- інформація про параметри їх руху;
- гальмівні характеристики поїздів.

Це означає, що при розташуванні ФКУ на локомотивах (рис. 2.3.,2.4) на кожному з них повинна бути така інформація як про своє поїзді, так і про попереду йде поїзді.

Для забезпечення систем ІР-К даною інформацією на локомотивах повинні бути вимірювачі координат і параметрів руху поїзда - швидкості, прискорення (ВПС). В даний час на локомотивах широко використовуються ДПС, принцип дії яких ґрунтується на підрахунку числа обертів колісних пар поїзда. За допомогою сигналів ДПМ і ВПС отримують інформацію про координати і параметри руху поїзда. Іншим напрямком реалізації ПД є використання глобальної навігаційної супутникової системи (ГЛОНАСС).

Для отримання інформації про координаті, параметри руху і гальмівних характеристика попереду знаходиться поїзда необхідний радіоканал для зв'язку між попутно наступними потягами. На рис. 2.4 його елементами є локомотивна (ППРЛ) і стаціонарна (ППРС) приймально-передавальна апаратура і радіолінія (РЛ). Цю інформацію отримує через центральний пункт управління (ЦПУ). Радіоканал може бути реалізований за допомогою систем стільникового або супутникового зв'язку.

На рис. 2.4. як ФКУ координатної системи використаний ФКУ-Саут для того, щоб не ускладнювати малюнок.

Формування команд управління Д і Т за умовами виконання графіка руху із заданою точністю здійснює система автоведення (АВ). Вона формує команди на основі інформації про програму руху поїзда (ПРД) по ділянці, а також даних

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

про координаті поїзда і швидкості, одержуваних від ДПС. В даний час розроблений ряд систем АВ для вантажних і пасажирських поїздів, поїздів метрополітену.

2.7.3. Системи диспетчерського контролю

Управління рухом поїздів здійснює не тільки машиніст локомотива за допомогою АВ, АЛС, АС, САУТ, УКБМ, але і поїзний диспетчер, і черговий по станції за допомогою спеціальних технічних засобів. Одним з них є система диспетчерського контролю (ДК).

Поїзний диспетчер при управлінні рухом вирішує завдання:

- забезпечення максимальної пропускнуої спроможності одноколійних ділянок шляхом раціонального пропуску поїздів по перегонах і станціях;
- зменшення затримок поїздів при збої графіка руху;
- пріоритетного пропуску поїздів певних категорій.

Для раціонального вирішення цих завдань ДСП повинен мати інформацію:

- про поїзної ситуації на ділянці управління рухом (в межах диспетчерського кола), тобто про вільність блок-ділянок на перегонах і головних приймально-відправних колій проміжних станцій;
- про показання вхідних і вихідних світлофорів на станціях.

Цю інформацію диспетчер отримує за допомогою системи ДК. На її основі він приймає рішення про порядок пропуску поїздів по перегонах і станціях і віддає по телефону відповідні розпорядження черговим по станціях. Відповідно до отриманих розпорядженнями чергові по станції встановлюють в потрібні положення стрілки і включають лампи відповідних вогнів вхідних і вихідних світлофорів.

Крім того, системи ДК дозволяють отримати поїзного диспетчера і чергових по станціях інформацію про стан перегінних технічних засобів АВ і переїзної сигналізації. Вона необхідна черговим по станції для оперативного

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

прийняття рішень щодо запобігання відмов технічних засобів або по їх ліквідації в найкоротші терміни.

Призначення підлогових пристроїв системи ДК полягає в отриманні інформації про стан контрольованих підлогових об'єктів і передачі її на найближчу проміжну станцію.

Функціями пристроїв ДК проміжних станцій є прийом сигналів від польових пристроїв, відображення отриманої інформації на табло чергового по станції і передача інформації про контрольовані підлогових і станційних об'єктах на центральний пост.

Пристрої ДК центрального поста призначені для прийому сигналів від проміжних станцій і відображення отриманої інформації про стан контрольованих об'єктів на табло поїзного диспетчера та інших споживачів.

2.8 Функціональні схеми координатних систем і систем з віртуальними блок-ділянками

Істотними відмінностями координатних систем інтервального регулювання (далі - системи IP-К) від розглянутих раніше є:

- регулювання руху (швидкості) поїзда на координату хвоста йде попереду, а не на кордон блок-ділянки;

- розрахунок мінімально допустимого за умовами безпеки руху межпоездної інтервалу з урахуванням реальних гальмівних характеристик обох поїздів відповідно до вираження $((1.1) L_{ХГ} \succ S_{T2} - S_{T1})$.

У ряді систем IP-К при розрахунку мінімального межпоездної інтервалу передбачається, що швидкість першого поїзда не може прийняти в будь-який момент часу значення, рівне нулю. Тоді мінімальна відстань між поїздами стає рівним довжині гальмівного шляху другого поїзда, тобто довжині одного блок-ділянки, як в системі тризначної автоблокування.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Тому такі системи називаються ще системами з рухомими блок-ділянками, так як положення безпечної ділянки між поїздами переміщається разом з їх рухом.

Системи інтервального регулювання з віртуальними блок-ділянками (далі - системи ІР-В) відрізняються тим, що інтервальне регулювання при їх застосуванні ґрунтується на використанні блок-ділянок, як і в системах АБ, але не реальних, а існують лише в математичних моделях перегонів.

Алгоритми функціонування систем ІР-К і ІР-В різні, але вони відрізняються від систем інтервального регулювання на базі АБ, АЛС, АС і САУТ тим, що всі функції кожної з цих систем виконує єдиний апаратно-програмний комплекс. Це загальний відмітна ознака дозволяє розглядати їх спільно - як новий клас перспективних систем інтервального регулювання.

Розробка ІР-К і ІР-В в різних країнах обґрунтовується необхідністю обліку різних експлуатаційних факторів.

Так, наприклад, в Японії застосування ІР-К обґрунтовується необхідністю забезпечення високої інтенсивності руху на ділянках, де швидкість руху вантажних і пасажирських поїздів істотно розрізняються, а застосування традиційних систем не дає необхідного позитивного ефекту.

У Європі в рамках створення Загальноєвропейської системи управління рухом поїздів початковою причиною створення ІР-К було прагнення застосування уніфікованої системи, яка дозволяла б без затримок перетинати кордони різних країн Європи. В даний час в цих країнах експлуатуються близько 20 різних національних систем управління рухом поїздів.

Пізніше придбав значимість і інший фактор, а саме економічна доцільність максимального скорочення підлогового обладнання.

У США доцільність застосування систем ІР-В обґрунтовується можливістю збільшення середньої технічної швидкості руху поїздів за рахунок переходу від східчастих кривих гальмування до плавним.

Актуальність застосування ІР-К на вітчизняних залізницях обумовлена необхідністю збільшення:

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

- готівкової пропускної здатності тимчасово одноколійних ділянок в період надання "вікон" для будівельно-монтажних і ремонтних колійних робіт;
- готівкової пропускної здатності окремої ділянки, лімітує результативну пропускну здатність цілого напрямку перевезень;
- пропускної здатності транспортних коридорів;
- пропускної здатності одноколійних ділянок.

Крім того, впровадження IP-K доцільно і з міркувань необхідності гармонізації руху високошвидкісних і звичайних поїздів, як в Японії, а також скорочення обсягу підлогового обладнання систем управління рухом, як у Європі.

Системи IP-K і IP-B в залежності від місця розташування ФКУ підрозділяються:

- на централізовані;
- децентралізовані;
- комбіновані.

З огляду на те, що найважливішим елементом систем IP-K і IP-B є система зв'язку для обміну інформацією між станційними і локомотивними пристроями цих систем, вони поділяються на системи:

- з індуктивним зв'язком;
- з радіозв'язком;
- із супутниковим зв'язком.

Залежно від використовуваних видів джерел інформації про параметри руху поїзда системи IP-K і IP-B підрозділяються на системи:

- з осьовими датчиками інформації;
- радіолокаційними локомотивними датчиками інформації;
- радіонавігаційними супутниковими датчиками інформації;
- лініями індуктивного зв'язку.

Оскільки системи IP-K і IP-B в цілому мають структурні схеми, нижче розглядаються лише особливості систем, обумовлені застосовуваними системами зв'язку між локомотивними і станційними модулями систем IP, а

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

також особливості побудови локомотивних джерел інформації про параметри руху поїздів.

2.9 Структура системи ІР з лініями індуктивного зв'язку

Структурна схема систем ІР-К і ІР-В з провідними лініями індуктивного зв'язку (ЛИС) приведена на рис. 2.5. Особливістю її є наявність ЛИС у вигляді лінійних провідників (шлейфів) і індуктивно пов'язаних з ними локомотивних котушок.

До кожного лінійного шлейфу на станції підключена приємопередаюча апаратура системи зв'язку (СПИ-С) для обміну інформацією між станційною системою обробки інформації (СОІ) і локомотивними модулями систем ІР. СПИ-С на рис. 2.5 відповідає СПИ-С на рис. 2.3 і 2.4, а СОІ на рис. 2.5 відповідає СІ на рис. 2.3 і 2.4.

До локомотивних ІК підключається апаратно-програмний комплекс, який реалізує функції локомотивних пристроїв в залежності від того, яка система реалізується.

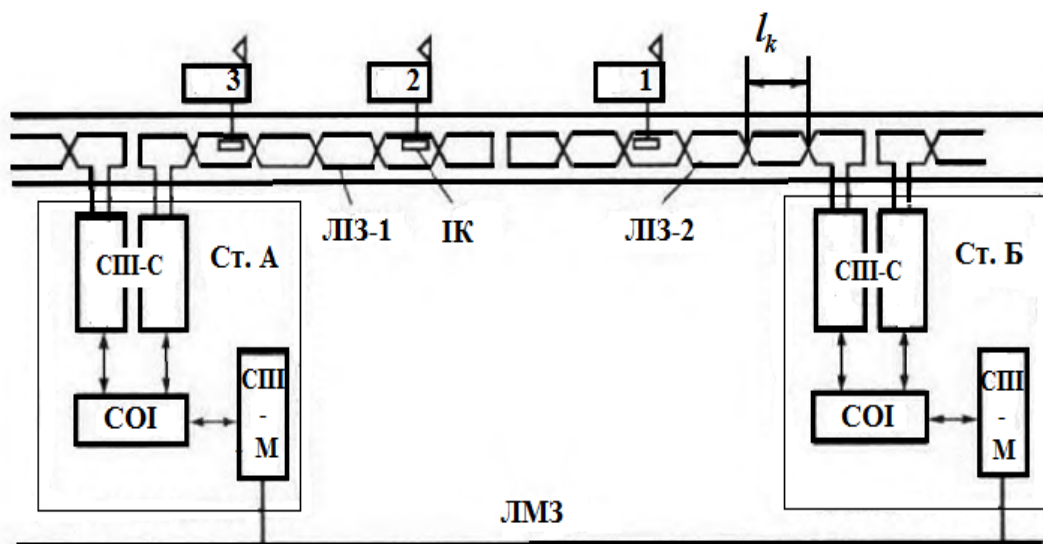


Рис. 2.5 Система ІР з лініями індуктивного зв'язку

В системі ЛИС реалізовані два тракту передачі інформації. Один з них реалізований за допомогою локомотивної і станційної приймально-

					РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

передавальної апаратури з традиційними функціональними вузлами. В іншому тракті передачі інформації в якості модулятора використовується ЛИС, провідники якої змінюють положення щодо поздовжньої осі рейкової колії. На рис. 2.5 провідники перехрещуються через певні відрізки шляху Ік, звані координатними відрізками. Якщо в такій системі до локомотивної ІК підключити джерело синусоїдальних сигналів, то під дією її магнітного поля в підлогових провідниках будуть наводитися також синусоїдальні сигнали.

З рис. 2.5 випливає, що в межах одного шлейфу може перебувати кілька поїздів. Тому для організації каналів зв'язку з кожним поїздом необхідно використовувати або різні частотні діапазони, або різні часові канали.

Довжина лінійних шлейфів, згідно рис. 2.5, не перевищує половини довжини перегонів. Справа в тому, що завдання про доцільною довжині лінійних шлейфів повинна вирішуватися з урахуванням можливої енергоємності системи, допустимої ширини діапазону робочих частот або допустимої інерційності системи при використанні тимчасових каналів. При використанні тимчасових каналів передача інформації на локомотиви і отримання її від локомотивів відбувається по черзі в певні інтервали часу. Тому має місце затримка в передачі і прийомі інформації.

Оскільки ЛИС-1 і ЛИС-2 з'єднані з апаратурою систем ІР різних станцій, а для розрахунку допустимого попутного інтервалу між поїздами 1 і 2 необхідна інформація, наявна в СОІ обох станцій, між ними необхідна додаткова система межстанційної зв'язку для обміну інформацією. До її складових на рис. 2.5 відносяться приймально-передавальна апаратура межстанційної зв'язку (СПИ-М) і лінія межстанційної зв'язку (ЛМС).

Система інтервального регулювання з ЛИС експлуатується в Німеччині на ділянці Мюнхен-Ганновер. Один з провідників ЛИС покладений на підшві рейок, а інший - в середині рейкової колії. провідники періодично перехрещуються через 100 м. Несучі каналів мають частоти близько 40 кГц.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Провідні ЛИС використовуються також в метрополітенах в системах управління рухом поїздів з координатними відрізками як постійної, так і змінної довжини.

Недоліком ЛИС з підлоговими провідниками є їх слабка захищеність від механічних впливів, в тому числі вандалного характеру. Крім того, вони створюють певні труднощі при проведенні колійних робіт, а саме, в деяких випадках потрібно прибирати провідники ЛИС з місця проведення ремонтних робіт.

2.9.1 Системи IP-K і IP-B з цифровою радіозв'язком

Системи IP-K і IP-B з цифровим радіозв'язком (СЦР) реалізують відповідно до схем єдиного або інтегрованого комплексів управління рухом поїздів. Відмінною особливістю цих систем є те, що для обміну інформацією між локомотивними і станційними пристроями систем IP використовують системи цифрового стільникового радіозв'язку (рис. 2.6). Для цього на локомотивах необхідно встановити модулі цифрового радіозв'язку (МЦР).

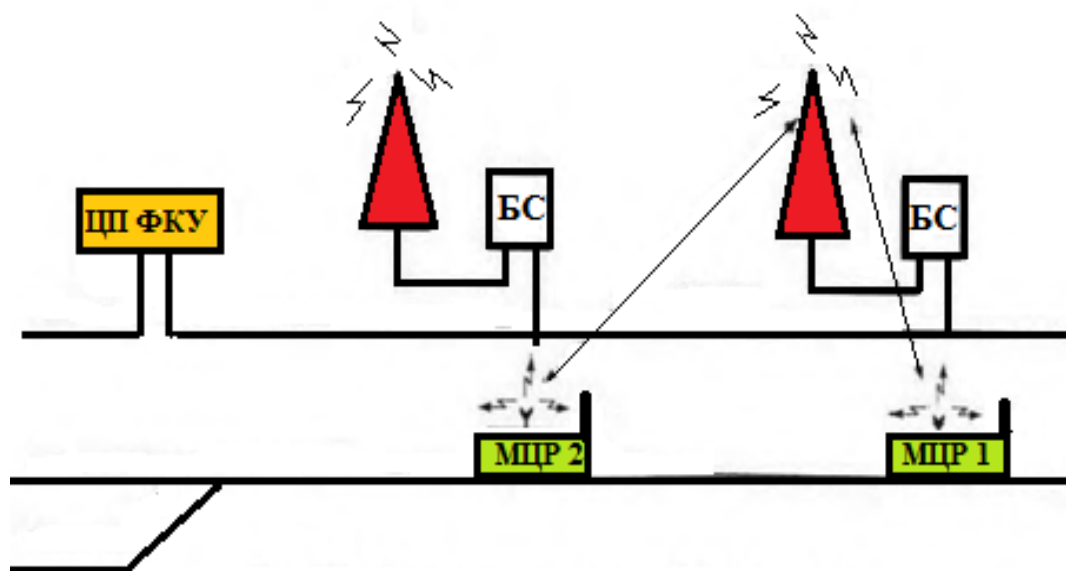


Рис. 2.6. Схема взаємодії КВІР з СЦР

Для забезпечення безпечного міжпоїздного інтервалу між поїздами № 1 і № 2, з поїзда № 1 по каналу СЦР інформація передається на найближчу базову станцію (БС) і від неї на поїзд № 2. Якщо поїзда знаходяться в зонах зв'язку різних БС, то інформація між ними передається по волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) або за допомогою систем інших видів.

При реалізації централізованої системи ЦП ФКУ інформація про координати поїздів і довжинах їх гальмівних шляхів передається спочатку по каналах СЦР, а потім по ВОЛЗ на центральних пункт управління до ЦП ФКУ. ЦП ФКУ на основі цієї інформації формує команди для управління тяговими двигунами і гальмівними системами кожного поїзда з метою забезпечення безпечних межпоездної інтервалів. Ці команди передаються спочатку по ВОЛЗ, а потім по СЦР до локомотивних пристроїв ІР.

Інформація про параметри руху поїздів виходить за допомогою локомотивних пристроїв, що використовують осьові датчики.

Інформація про координати поїздів може бути отримана і за допомогою Глобальної навігаційної супутникової системи (ГЛОНАСС). Однак в європейській системі ETCS і в системі, призначеної для залізниць Японії, застосовують пристрої з осьовими датчиками пройденого шляху і швидкості (ДПС). На лініях з великим числом тунелів і кривих процес визначення координат поїздів з їх допомогою вважається більш стійким, ніж при використанні ГЛОНАСС.

Однак осьові ДПС характеризуються помилками, зумовленими юзом і боксування коліс локомотива, а також зміною їх діаметра. Тому для коригування даних осьових ДПС на шляху встановлюють реперні пристрої, координати яких точно відомі і за допомогою яких враховується накопичується помилка.

У США реалізована система ІР-В з стільникового цифровим зв'язком (ІТС) і супутниковою навігаційною системою (GPS) для оцінки параметрів руху поїздів.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Європейські країни створюють IP-К (ETCS) з використанням системи цифрового зв'язку (GSM-R).

Японські фахівці вважають, що більш доцільно використовувати радіозв'язок діапазону надвисоких частот, що дозволяє забезпечити більш високу частоту руху на ділянках зі змішаним рухом поїздів.

2.9.2 Система IP з ГЛОНАСС і ССС

На рис 2.7 наведена схема, яка пояснює взаємодію ГЛОНАСС, супутникової системи зв'язку (ССС) і локомотивних пристроїв системи IP.

При використанні ГЛОНАСС на всіх локомотивах встановлюються локомотивні модулі ГЛОНАСС (М1). Модуль кожного локомотива сприймає сигнали супутникових передавачів ГЛОНАСС, і в результаті їх обробки визначають координату локомотива.

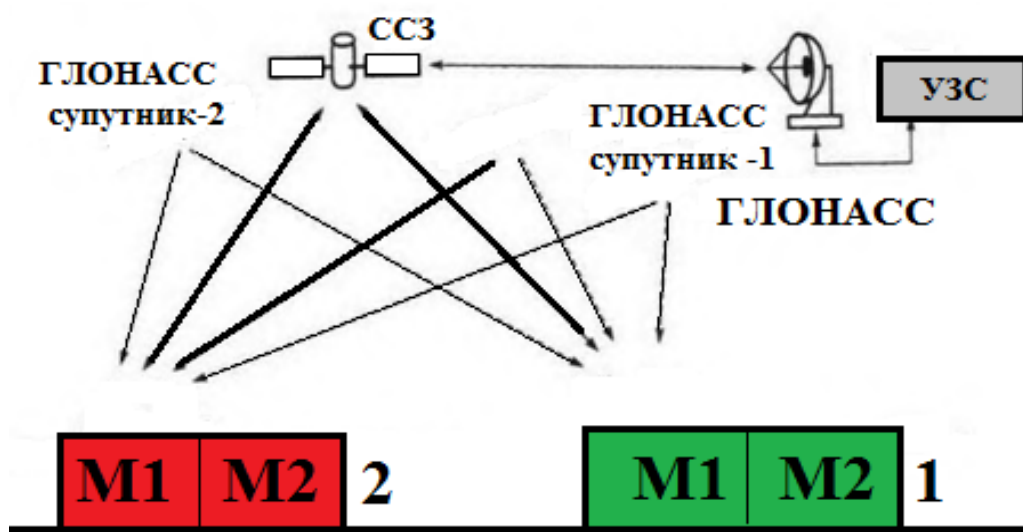


Рис. 2.7 Схема взаємодії КВІР, ГЛОНАСС і ССС

Передача цих сигналів позначена пунктирними лініями. Локомотивний модуль ГЛОНАСС і пристрої визначення координат локомотива позначені на рис. 2.3 блоком ЛПП. У блоці ЛПП на основі інформації про зміну координати локомотива розраховуються також швидкість і прискорення поїзда. Крім того, в цьому ж блоці розраховується дійсний гальмівний шлях поїзда. У ЛБД також

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

повинна зберігатися інформація про довжину поїзда, яка дозволяє Липи розрахувати координату хвоста поїзда.

Для визначення мінімального безпечного інтервалу між поїздами № 1 і № 2, наведеними на рис 2.7, необхідно інформацію про координаті хвоста №1 і про величину його гальмівного шляху ST_1 передати на вхід ФКУ локомотива № 2. На рис. 2.7 для цієї мети передбачені модулі М2 ССС, які на рис. 2.3 позначені СПИ-Л. Таким чином, на всіх локомотивах повинні бути встановлені приймач ССС і влаштування їх сполучення з системою ІР.

Інформація про координаті і швидкості першого поїзда передається за допомогою локомотивного передавача ССС в апаратуру супутника ССС, яка транслює її на вузлову наземну станцію ССС (УЗС). Далі передавач УЗС через апаратуру супутника ССС передає цю інформацію за допомогою локомотивного приймача ССС поїзда № 2 на вхід ФКУ цього поїзда. Після отримання цієї інформації, знаючи координату локомотива, ФКУ поїзда № 2 у відповідності з $(L > L_p)$ Розраховує мінімально допустимий інтервал між поїздами №1 і №2 і формує команди для Т і Д з метою забезпечення безпечного інтервалу між поїздами.

Вся інформація між локомотивами передається через УЗС, тому є технічні передумови для реалізації системи ІР з ФКУ центрального поста відповідно до схеми рис. 2.4. У такій системі команди на зміну швидкостей поїздів з метою забезпечення безпеки їх руху формуються ЦП ФКУ і передаються на локомотиви по каналах ССС.

Аналогічним чином реалізується і автономна система ІР у відповідності зі схемою рис. 2.5

2.9.3. Функціональні схеми систем автоведення поїздів

При класифікації систем використовують кілька класифікованих ознак: за місцем розташування апаратури, способам управління і алгоритмами управління.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19δ.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

За місцем розташування апаратури системи підрозділяються на автономні та централізовані.

В автономних системах вся апаратура розташована на локомотиві і забезпечує управління рухом поїздів без урахування інших рухомих по лінії поїздів. Обмеження по швидкості руху вводяться в систему від апаратури АЛС. Тому основна мета, яка ставиться при розробці систем автоведення - це забезпечення руху поїзда відповідно до графіка руху і по можливості оптимізація витрат палива. Забезпечення безпеки в цьому випадку покладається на системи АЛС, АС, САУТ, які включають гальма поїзда при перевищенні фактичної швидкості руху над допустимою.

У централізованих системах команди управління рухом поїзда (розгін, вибіг, гальмування) формуються для кожного поїзда на центральному посту управління. У таких системах можна оперативно змінювати графік руху поїзда в залежності від конкретної поїзної обстановки на лінії. Централізовані системи отримали застосування на метрополітенах, а автономні - на магістральному залізничному транспорті.

За способами управління системи підрозділяються на системи з розімкненим і замкнутим управлінням. Розірвані системи більш прості, але не знаходять застосування, оскільки будь-які зовнішні обурення призводять до суттєвих помилок в управлінні рухом. У замкнутих, тобто системах із зворотними зв'язками, використовують сигнали від датчиків, які контролюють ступінь виконання системою команд. У якості сигналів зворотних зв'язків використовують сигнали про швидкість руху поїзда в точках її контролю.

За алгоритмам управління системи підрозділяють на системи управління за швидкістю і системи управління щодо прискорення.

2.9.4 Функціональна схема автономної системи автоведення

Централізовані системи автоведення дозволяють вирішувати задачу автоматичного керування безліччю поїздів на ділянці. Для технічної реалізації такої системи потрібна велика кількість каналів зв'язку. Економічно доцільне

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

застосування централізованої системи при значному числі однотипних поїздів на ділянці.

До складу системи управління входять елементи, що забезпечують регулювання швидкості руху V . Це регулятор струму (РТ), регулятор швидкості (РС) і задатчик струму (ЗТ), який визначає задається струм I_3 в залежності від неузгодженості по швидкості ΔV і фактичної V швидкістю. Значення заданої швидкості визначається як найменше з трьох можливих:

- граничного значення швидкості, що задається машиністом за допомогою контролера управління (КМ), - $V_{ЗКМ}$;

- обмеження швидкості, які задаються в блоці обмеження швидкості (БОС), що забезпечують постійні обмеження на даній ділянці, а також обмеження за показаннями АЛС, - $V_{ЗО}$;

- обмеження швидкості, які задаються блоком прицільного гальмування (БЦТ), - $V_{ЗЦТ}$. Ця швидкість є залежність швидкості поїзда від гальмівного шляху, що забезпечує зупинку поїзда в заданому місці - біля платформи або перед заборонним сигналом світлофора.

Блоки обмеження швидкості (БОС) і прицільного гальмування (БЦТ) отримують інформацію про пройдений шлях від блоку вимірювання параметрів руху поїзда (БПД), який безперервно обчислює поточну координату поїзда за рахунок інтегрування сигналу про фактичну швидкості, що надходить від датчика швидкості (ДС). Блок переходу на вибіг (БПВ) відповідно до заданого часу ходу по перегону визначає моменти відключення тягових двигунів, наприклад, на ділянках шляху, де швидкість руху даного поїзда обмежена. Машиніст може на свій розсуд знижувати швидкість руху поїзда за допомогою контролера КМ. Це дозволяє виконати вимоги з безпеки руху, так як машиніст реагує на непередбачені ситуації, які не запрограмовані в блоці БПВ.

2.9.5 Системи диспетчерського контролю

На вітчизняних мережах залізниць експлуатуються три системи диспетчерського контролю (ДК): система частотного диспетчерського

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

контролю (ЧДК), виконана на електромагнітному реле; автоматизована система диспетчерського контролю (АСДК), що представляє собою апаратно-програмний комплекс; апаратно-програмний комплекс диспетчерського контролю (АПК-ДК) з розширеними функціональними можливостями.

Доцільність вивчення ЧДК обумовлена тим, що вона ще застосовується на мережі залізниць, і кожна функція цієї системи виконується конструктивно окремим пристроєм, що дозволяє краще зрозуміти структуру, функціональні можливості і принципи реалізації всіх систем ДК.

Вивчення АПК-ДК необхідно тому, що, по-перше, вона є перспективною системою, яка інтенсивно впроваджується на мережі залізниць; по-друге, її технічна реалізація демонструє можливості АПК в розширенні функцій систем ДК.

Користувачами системи ЧДК є поїзні диспетчери (ДНЦ), чергові по станції (ДСП), диспетчери служби автоматики і телемеханіки (ШЧД).

Користувачами системи АПК-ДК є як користувачі системи ЧДК, так і керівники ШЧ, ПЧ, ТЧ, а також ДНЦ, ЕЧЦ, ДНЦО, ДНЦС, ШНД і ін.

Система ЧДК застосовується на ділянках, обладнаних системами ДАБ з рейковими ланцюгами.

До функцій системи ЧДК відносяться:

- забезпечення ДНЦ інформацією, необхідною йому для прийняття раціональних рішень щодо пропуску поїздів по ділянках і станціях;
- забезпечення ДСП і ШЧД інформацією, необхідною для прийняття своєчасних заходів щодо попередження затримок поїздів через відмови технічних засобів систем ДАБ, АПС і ЕЦ;
- відображення інформації на табло ДНЦ, ДСП і ШЧД.

Для отримання цієї інформації системою ЧДК контролюються стану наступних об'єктів контролю.

На перегонах:

- блок-ділянки;

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- основні та резервні нитки розжарювання ламп червоних вогнів світлофорів;
- ізолюючі стики рейкових ланцюгів;
- дешіфраторной осередку приймальних пристроїв ДАБ;
- джерела основного і резервного живлення систем ДАБ;
- ланцюги подвійного зниження напруги на лампах світлофорів (ДСН).

На переїздах:

- приймально-відправні колії проміжних станцій;
- вхідні та вихідні світлофори проміжних станцій;
- ділянки наближення і видалення.

Система контролює стану блок-ділянок, а саме їх вільність (зайнятість). Контроль здійснюється за допомогою контактів колійних ДАБ. При використанні системи АБ-ЧК колійне реле працює в імпульсному режимі, тому стан блок-ділянки фіксується з допомогою сигнального реле жовтого вогню Ж, яке знаходиться під струмом при вільному блок ділянці і в знеструмленому стані - при зайнятій. Таким образом, стану блок-ділянок контролюють за допомогою рейкових кіл.

Нитки розжарювання ламп червоних вогнів світлофорів контролюють з метою визначення їх цілісності при горінні лампи і в холодному стані, коли лампи не горять.

У ізолюючих стиків контролюють цілісність (порушення) ізоляції між рейковими нитками сусідніх рейкових кіл. При порушенні ізоляції може статися помилка при прийнятті рішення про вільність блок-ділянки або цілісності рейкових ниток.

Контролюють стан дешіфраторной осередків приймальних пристроїв системи АБ-ЧК. Від правильності їх функціонування залежить правильність оцінки стану блок-ділянок та, отже, безпеку руху.

Контроль стану джерел основного і резервного живлення необхідний для своєчасного виявлення їх відмов і відновлення функціонування системи ДАБ.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Система ЧДК контролює наступні стану пристроїв переїзної сигналізації:

- ділянку наближення вільний і все контрольовані пристрої справні;
- переїзд закритий, всі контрольовані пристрої справні;
- несправність одного або декількох контрольованих пристроїв:

перегоріла нитка розжарення лампи переїзного або загороджувального світлофора; несправний комплект, що забезпечує миготіння лампи світлофора; знеструмилось реле ДСН; брус шлагбаума не прийняв горизонтальне положення; відсутня напруга живлення змінного струму; відмова конденсаторного блоку.

Інформація про ці відмови необхідна для їх якнайшвидшого усунення з метою як запобігання зниженню безпеки руху, так і зниження ефективності перевізного процесу через затримку потягів.

Так, наприклад, знеструмлення реле ДСН призводить до зниження напруги на лампах прохідних світлофорів і різкого погіршення їх видимості в денний час.

На проміжних станціях здійснюється контроль вільності приймально-відправних колій і показань (станів) вхідних і вихідних світлофорів. Отримана в результаті цього інформація підвищує оперативність диспетчерського управління перевезеннями.

Перегінні пристрою системи ЧДК: Перегінні пристрої системи ЧДК призначені для передачі інформації про результати контролю стану перегінних об'єктів контролю на проміжні станції диспетчерського ділянки. До них відносяться передавачі (П) і ланцюги їх підключення до провідної лінії (ДСН), а також до пристроїв ДАБ і АПС (рис. 2.8).

Передача інформації від кожної сигнальної точки ДАБ і від АПС перегону на проміжну станцію відбувається за окремим частотному каналу. Для цього застосовано частотне ущільнення лінії ДСН. Всього в системі ЧДК 16 частотних каналів з несучими в діапазоні 300-1600 Гц. Передавачі цих каналів розташовані в релейних шафах сигнальних точок ДАБ і АПС, а приймачі - на проміжній станції.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Внаслідок того що в системі ДК застосовано частотне ущільнення лінії ДСН, вона отримала назву частотної (ЧДК).

На одноколійних і двоколійних ділянках використовується одна лінія ДСН, тому на двоколійних ділянках до лінії ДСН підключаються передавачі П двох шляхів перегону. У тих випадках, коли на перегоні число сигнальних точок та АПС більше 16, лінію ДСН ділять на дві, як це показано на рис. 6.1. Тоді на перегоні максимально можливе число контрольованих сигнальних точок ДАБ і АПС збільшується до 32. Для збільшення обсягу переданої інформації про стан пристроїв АПС на переїздах встановлюють два передавача П.

Структура передавачів П традиційна, наприклад, така ж, як в системах АБ. Однак вони відрізняються технічною реалізацією окремих функціональних вузлів.

Генератори несучих коливань системи ЧДК виконані з камертоном резонаторами для забезпечення необхідної стабільності частот. Підвищені вимоги до стабільності частот обумовлені необхідністю виключення взаємних впливів між 16 частотними каналами, розташованими у відносно вузькій смузі частот.

У всіх передавачах застосовані амплітудні маніпулятори, які змінюють амплітуди несучих від нуля до номінального значення відповідно до переданої кодової комбінацією.

Для кодування інформації застосовують кодери двох видів. В якості одного з них використовують КПТ системи АБ-ЧК. Кодова комбінація №1 являє собою константу "1", і на виході модулятора має місце безперервний сигнал змінного струму однієї з 16 можливих частот.

При подачі на вхід модулятора кодової комбінації константи "0" на виході модулятора сигнал змінного струму відсутня і, отже, він не передається в лінію зв'язку. при передачі кодових комбінацій № 3-7 на виході модулятора мають місце імпульсні сигнали змінного струму.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

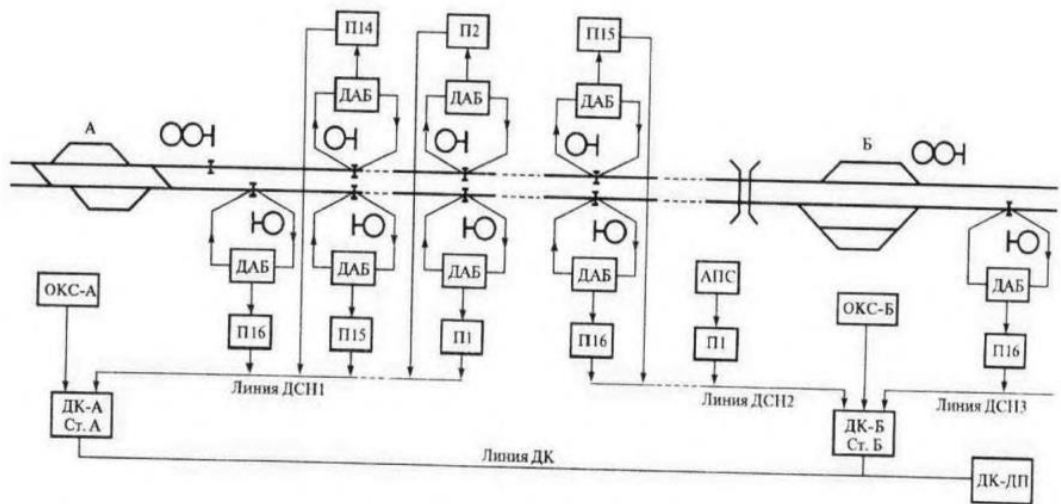


Рис. 2.8 – Перегінні пристрої ЧДК

Сигнали амплітудного модулятора далі посилюються і обмежуються по спектру смуговим фільтром з метою зниження взаємних впливів між окремими частотними каналами.

До складу кожного передавача входить також джерело живлення у вигляді випрямляча змінного струму.

Паралельно з передавачем до лінії ДСН підключається реле ДСН.

З огляду на те що загасання провідних ліній зі збільшенням частоти переданих по ним сигналів підвищується, передавачі з несучими більш високих частот необхідно розташовувати ближче до проміжної станції, на якій розташовується апаратура прийому цих сигналів. Саме так розташовані передавачі на рис. 2.8, так як у передавачів з більш високими порядковими номерами більш високі частоти несучих.

До пристроїв ЧДК проміжних станцій підключаються також їх станційні об'єкти контролю (ГКС), функціонування яких необхідно контролювати. так, наприклад, пристрої ЧДК підключаються до контактів реле цих пристроїв для контролю стану ділянок видалення в парному і непарному напрямках, приймально-відправних колій, дозвільних вогнів вхідних і вихідних світлофорів і ін.

Інформація про стан перегінних об'єктів контролю знімається з контактів електромагнітних реле пристроїв ДАБ і АПС, тобто для цього не використовуються спеціальні датчики.

Перегінні передавачі ЧДК виконані на елементах дискретної електроніки.

Система АПК-ДК. Функції системи АПК-ДК і об'єкти контролю: Система АПК-ДК, як і система ЧДК, застосовується на ділянках, обладнаних системами ДАБ з рейковими ланцюгами.

До функцій АПК-ДК відносяться:

- функції, що виконуються системою ЧДК;
- ведення виконаного графіка руху;
- складання прогностичного графіка руху;
- розрахунок запізнень поїздів, затримок поїздів; швидкостей руху;
- аналіз дій персоналу з управління рухів поїздів;
- оптимізація процесу пошуку та усунення відмов;
- логічне визначення удаваної вільності ділянки і небезпечного зближення поїздів.

Таким чином, збільшено число функцій АПК-ДК порівняно з ЧДК, а також число об'єктів контролю і число їх контрольованих параметрів. Це стало можливим у зв'язку із застосуванням нових інформаційних технологій, зокрема, апаратно-програмних комплексів. До об'єктів контролю відносяться:

- об'єкти, контрольовані системою ЧДК;
- об'єкти контролю системи АБ-ЧК;
- об'єкти контролю станційних систем;
- пристрої АПС на переїздах;
- буксові вузли рухомого складу.

Для виконання перерахованих вище функцій використовується додаткова інформація, наявна в інших системах.

Перегінні пристрої системи АПК-ДК: Перегінні пристрої системи АПК-ДК призначені для передачі інформації про результати контролю стану

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

технічних засобів ДАБ і АПС на проміжні станції диспетчерського ділянки. До них відносяться передавачі П, а також ланцюги їх підключення до провідної лінії ДСН і пристроїв ДАБ, АПС.

Функції передавачів і схеми їх підключення в системі АПК-ДК такі ж, як в системі ЧДК. У передавачах П відбувається формування несучих коливань, їх модуляція відповідно до переданими кодовими комбінаціями, формування кодових комбінацій відповідно до переданої інформації про стан об'єктів контролю. Кожен з передавачів АПК-ДК працює на одній з 30 несучих з частотами f_H від 384 до 4224 Гц з інтервалом між ними 128 Гц. У них застосована частотна маніпуляція з девіацією ± 8 Гц.

На входи кожного передавача, встановленого на сигнальній точці АБ-ЧК, може надійти інформація про стан контактів не більше 11 реле, в тому числі реле Ж, контролюючого зайнятості блок-ділянки, і трьох порогових пристроїв, контролюючих рівні живлячої напруги. У 10 реле нормальними прийнято вважати замкнуті стану контактів; у реле Ж нормальним прийнято розімкнутий стан при зайнятій блок-ділянці. Стану порогових пристроїв прийнято вважати нормальними, якщо контрольовані напруги знаходяться в встановлених межах. контакти 11 реле і 3 порогових пристроїв опитуються в певному порядку, і таким чином формуються 14 інформаційних елементів кодової комбінації.

2.10. Розрахунок параметрів технологічної мережі станційного радіозв'язку

1 Визначити висоту установки станційної антени РС для заданої дальності зв'язку РС-РВ.

2 Розрахувати дальність зв'язку РС-РН.

3 Розрахувати дальність зв'язку РН-РС.

4 Розрахувати дальність зв'язку РВ-РВ.

5 Розрахувати дальність зв'язку РН-РН.

Вихідні дані:

Технологічна мережа - радіозв'язок пункту технічного огляду (ПТО);

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Ділянка залізниці на станції -не електрифікована;
 Надійність зв'язку - 60%;
 Антенно-фідерний пристрій - кабель типу РК-50-4-13;
 Загасання кабелю – $a=0,15$ Дб/м; Хвильовий опір фідера – $R_{\phi}=50$ Ом;
 Висота антени локомотивної станції РВ- $h_2 = 5$ м; Висота антени переносної радіостанції РН - $h_2'' = 1,5$ м;

Довжина фідера стаціонарної антени – l_1 ($h_1 \leq l_1 \leq 2h_1$)

Довжина фідера локомотивної антени - $l_2' = 4$ м;

Довжина фідера переносної радіостанції - $l_2'' = 0$ м;

Тип антени РС станційної радіостанції -АС-6/2;

Коефіцієнт підсилення антени РС- $G_1 = 5$ дБ;

Тип антени локомотивної радіостанції РВ- АЛП/2,3 ($G_2 = 0$ дБ);

Коефіцієнт підсилення антени переносної радіостанції - $G_2 = -2$ дБ;

Траса для переносної радіостанції – траса відкрита;

Тип і потужність радіостанцій РС, РВ, РН –РС- радіостанція типу ЖРУ-
 $P = 8$ Вт, $R_{\text{вх}} = R_{\text{вих}} = 75$ Ом; потужність РВ–радіостанції, що
 возиться,«Транспорт» - $P = 8$ Вт, $R_{\text{вх}} = R_{\text{вих}} = 50$ Ом; потужність РН–
 переносної радіостанції - $P = 1$ Вт, $R_{\text{вх}} = R_{\text{вих}} = 50$ Ом;

Радіозв'язок ПТО: РС = 1-2, РВ=?, РН = 4-12, дальність РС-РВ = 5 км.

2.10.1 Визначення висоти установки станційної антени РС для заданої дальності зв'язку РС-РВ

Визначимо мінімально допустимий рівень сигналів на вході приймача, виходячи з умов електрифікації ділянки залізниці:

- Ділянка не електрифікована $U_{2\text{min}} = 4$ Дб/мкВ.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

На границі зони обслуговування(при максимальній дальності зв'язку) напруга на вході приймача U_2 має бути рівна U_{2min} . При цьому напруга на виході передатчика визначається:

$$U_2' = U_{2min} + \alpha_1 \ell_1 + \alpha_2 \ell_2 - G_1 - G_2 + B_k + B_l - B_i + B_m - B_r - B_R + B_h + B_{PH},$$

де α_1, α_2 – коефіцієнти загасання приймального кабелю у фідері;

ℓ_1, ℓ_2 – довжина передавального и приймального фідера;

G_1, G_2 – коефіцієнти підсилення антен відповідно передавальної і приймальної;

B_k – коефіцієнт, що враховує додаткове ослаблення напруженості поля контактною мережею на електрифікованих ділянках $B_k = 8$ дБ;

B_l – коефіцієнт, що враховує додаткове ослаблення напруженості поля через вплив кузова (для зв'язку з РВ) $B_l = 9$ дБ;

B_i – коефіцієнт, що враховує інтерференційні завмирання (флуктуації) сигналів в каналах станційного радіозв'язку і залежний від прийнятої надійності каналу по полю, визначається по графіку функції розподілу рівнів напруженості поля: крива 1 – для автономної тяги, крива 2 – для електрифікованих ділянок. радіозв'язок залізничний антена радіостанція



Рис. 2.9 – Графіки залежності коефіцієнта B_i від надійності зв'язку.

Виходячи з графіку $B_i = -1$ дБ;

B_m – коефіцієнт, що враховує відмінність потужності приймального

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

передавача в системі «Транспорт» від 12 Вт. Для РС ЖРУ і «Транспорт» $V_M = 0$, для одноватних передавачів радіостанцій РН $\hat{A}_1 = 10 \lg \frac{12}{1} = 11$ дБ;

V_R – коефіцієнт, що враховує відмінність вхідного опору приймача – R_2 від 75 Ом, прийнятих за основу при розрахунках:

$$\hat{A}_R = 10 \lg \frac{R_2}{75} = 10 \lg \frac{50}{75} = -1,8(\text{дБ});$$

V_T – коефіцієнт, що враховує неспівпадання значень вхідного опору передавача радіостанції і хвильового опору фідера :

$$\hat{A}_T = 10 \lg \frac{r_1}{r_2} = \frac{50}{50} = 0(\text{дБ});$$

V_h – коефіцієнт ослаблення поля, що враховує низьке розташування антенносимих радіостанцій РН. Використовується тільки при $h_1 h_2 < 25 \text{ м}^2$. Оскільки передбачимо, що $h_1 > 5 \text{ м}$, то $V_h = 0$ дБ;

\hat{A}_{DI} – коефіцієнт ослаблення поля, що враховує погіршення умов передачі інформації в каналах зпереносними радіостанціями РН-РН, РН-РВ, РН-РС (закриття на трасах, глибини флуктуацій), визначається з таблиці.

Таблиця 2.1

Ділянка	А, дБ	
	Відкрита траса	Закрита траса
Неелектрифікована	4	10
Електрифікована	0	2

Виходячи з того, що ділянка не електрифікована і траса відкрита, $V_{РН} = 4$ дБ.

					<i>РКБ.ОПЗТ-190.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Тоді напруга на виході передавача:

$$U_2' = 14 + 0,07(20 + 4) - 3 - 0,5 + 8 + 9 - (-7) + 0 - 0 - (-1,8) + 0 + 2 \approx 40 \text{ (дБ)}$$

По наступним графікам визначаємо криву $h_1 h_2$ на перетині дальності зв'язку $r \cong 6 \text{ км}$ (шкала осі абсцис) і $U_2' = 40 \text{ дБ}$ (шкала осі ординат).

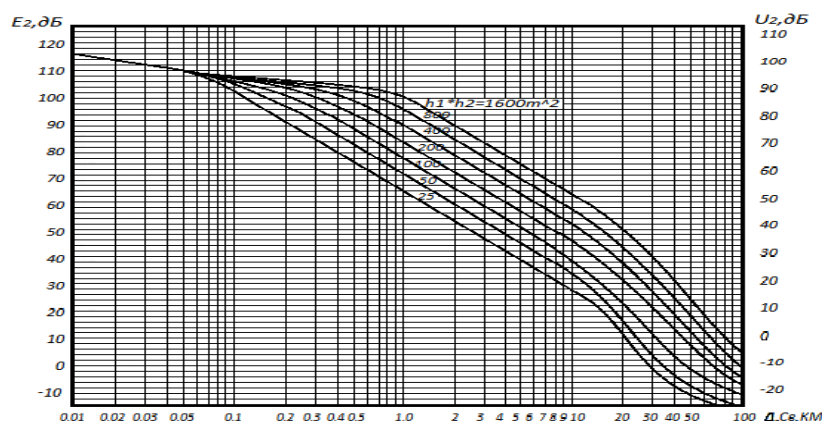


Рис. 2.10 – Залежність дальності радіозв'язку від висоти установки антен

Отже, вибираємо $h_1 h_2 = 150 \text{ м}^2$. Так як $h_2 = 5 \text{ м}$, то $h_1 = \frac{h_1 h_2}{h_2} = \frac{150}{5} = 30 \text{ (і)}$.

2.10.2 Розрахунок дальності зв'язку РС-РН

Дано: $h_1 = 15 \text{ м}$, $h_2 = 1,5 \text{ м}$, $l_1 = 20 \text{ м}$, $l_2 = 0 \text{ м}$, $G_1 = 3 \text{ дБ}$, $G_2 = -2 \text{ дБ}$, $B_k = 8 \text{ дБ}$, $B_i = -7 \text{ дБ}$, $B_m = 0$, $B_R = -1,8 \text{ дБ}$, $B_r = 0 \text{ дБ}$, $B_h = 0 \text{ дБ}$, $\hat{A}_{D_i} = 2 \text{ дБ}$.

Тоді $U_2' = 14 + 0,07(20 + 0) - 3 - (-2) + 8 - (-7) + 0 - (-1,8) - 0 + 0 + 2 = 33,2 \text{ (дБ)}$.

$h_1 h_2 = 22,5 \text{ м}^2$. По графіках (рис.2.10) знаходимо дальність зв'язку $D \cong 4 \text{ км}$.

2.10.3 Розрахунок дальності зв'язку РН-РС

Коефіцієнт $B_m = 11 \text{ дБ}$, так як потужність передавача РН складає 1 Вт . Тоді $U_2' = 33,2 + 11 = 44,2 \text{ (дБ)}$. $h_1 h_2 = 22,5 \text{ м}^2$. По графіках знаходимо дальність зв'язку

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$D \cong 1,8$ км.

Розрахунок дальності зв'язку РВ-РВ: Дано: $h_1 = h_2 = 5$ м, $l_1 = l_2 = 4$ м, $G_1 = G_2 = 0,5$ дБ, $V_{\text{л}} = 9 + 9 = 18$ дБ (так як екрануються і прийомна й передавальна антени), $V_i = -7$ дБ, $V_{\text{м}} = 0$ дБ, $V_{\text{R}} = V_{\text{r}} = -1,8$ дБ.

$$U'_2 = 14 + 0,07(4+4) - 0,5 - 0,5 + 18 - (-7) + 0 - 2(-1,8) = 42,16(\text{дБ}).$$

$h_1 h_2 = 25$ м², отже, дальність зв'язку $D \cong 2$ км.

Розрахунок дальності зв'язку РН-РН: Дано: $h_1 = h_2 = 1,5$ м, $l_1 = l_2 = 0$ м, $G_1 = G_2 = -2$ дБ, $V_{\text{к}} = 8$ дБ, $V_{\text{л}} = 0$ дБ, $V_i = -7$ дБ, $V_{\text{м}} = 11$ дБ, $V_{\text{R}} = V_{\text{r}} = 0$ дБ, $V_{\text{h}} = 20 \lg \frac{25}{2,25} = 21$ (дБ), $V_{\text{РН}} = 2$ дБ.

$$U'_2 = 14 + 0 - (-2) - (-2) + 8 + 0 - (-7) + 11 - 0 - 0 + 21 + 2 = 67(\text{дБ}).$$

По графіках (крива $h_1 h_2 = 25$ м²) знаходимо дальність зв'язку $D \cong 0,4$ км.

Технологічні основи побудови радіомереж

Залізничний технологічний радіозв'язок призначений для оперативного управління роботою залізничного транспорту, організації перевізного процесу, регулювання вантажопотоків, підвищення ефективності використання рухомого складу, забезпечення взаємодії підрозділів і служб залізниць. Розрізняють магістральну мережу зв'язку, дорожню мережу зв'язку і мережу станційного зв'язку.

Станційний радіозв'язок (СРЗ) є комплексом пристроїв телефонного радіозв'язку, призначеного для службових переговорів. Залежно від технологічної потреби організуються мережі маневрового радіозв'язку, радіозв'язку пунктів технічного обслуговування вагонів і локомотивів, радіозв'язку пунктів комерційного огляду вагонів, контейнерних майданчиків, бригад по обслуговуванню і ремонту технічних засобів СЦБ, зв'язку, доріг, контактних мереж і ін.

Організація різних мереж станційного радіозв'язку залежить від призначення станції, її схеми і технічної оснащеності, видів технологічних процесів і прийнятого способу управління ними. Залежно від основного

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

призначення і характеру роботи залізничної станції ділять на проміжні, дільничні, вантажні, сортувальні, пасажирські і технічні.

Поїзний радіозв'язок призначений для службових переговорів поїзного і локомотивного диспетчерів, чергових по станціях і інших працівників, пов'язаних з рухом поїздів, з машиністами локомотивів, а також машиністів зустрічних локомотивів між собою. Користуючись радіозв'язком, диспетчер може більш оперативно керувати рухом поїздів, передавати локомотивним бригадам вказівки про зміну швидкості, уточнювати місце розташування поїзда на перегоні, з'ясовувати причини його затримки і проводити інші заходи щодо введення в графік поїздів, що запізнюються. Чергові по станції можуть попереджувати машиністів про прийом поїзда на боковий путь, час відправлення поїзда зі станції, виникнення аварійної обстановки, що вимагає екстреної зупинки поїзда, і передавати інші повідомлення, сприяючи підвищенню оперативності роботи і безпеки руху поїзда на станціях і прилеглих перегонах.

Вживання засобів радіозв'язку є найбільш ефективним способом передачі інформації при управлінні рухомими об'єктами в різних технологічних ланках.

2.11. Перевірка розрахункової маси состава

Перевірка на можливість подолання швидкісного підйому виконується аналітичним методом з урахуванням використання кінетичної енергії, накопиченої на подолання "легких" елементах профілю. При цьому використовується розрахункове співвідношення:

$$s = \frac{4,17 \cdot (v_k^2 - v_n^2)}{f_{\text{д сер}} - w_{0 \text{ сер}}} \quad \text{м,}$$

де v_n - швидкість на початку перевіряемого підйому; приймається із умов підходу до перевіряемого елемента i_{np}

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

v_k - швидкість в кінці перевіряемого підйому. Ця швидкість повинна бути не менша за розрахункову.

Питому силу тяги $f_{\delta_{ср}}$ і питомий опір $w_{0_{ср}}$ в межах вибраного інтервалу зміни швидкостей приймаємо рівними їх значенням при середній швидкості розглядаемого інтервалу:

$$v_{ср} = \frac{v_n + v_k}{2}, \text{ км/ГОД}$$

Ці питомі сили обраховуються по формулам в Н/кН:

$$f_{\delta_{ср}} = \frac{F_{\delta_{ср}}}{(P + Q) \cdot g}; w_{0_{ср}} = \frac{(w'_{0_{ср}} + i_{np}) \cdot P \cdot g + (w''_{0_{ср}} + i_{неp}) \cdot Q \cdot g}{(P + Q) \cdot g}$$

Значення сили тяги локомотиву $F_{к_{ср}}$ для середньої швидкості $v_{ср}$ визначають по тяговій характеристиці локомотиву. Для цієї ж середньої швидкості визначаємо основний питомий опір $w'_{0_{ср}}$ локомотиву - по графікам в ПТР, і основний питомий опір $w''_{0_{ср}}$ поїзду.

Якщо сума отриманих відстаней більша або рівна довжині перевіряемого підйому $s_{неp}$, тобто $s \geq s_{неp}$, то на цьому перевірці закінчується, і робиться висновок про те, що при розрахунковій масі поїзду Q поїзд надійно подолає перевіряемий підйом.

Перевірку проводимо для елемента з ухилом 12.0‰ і довжиною 1500 метрів.

$$F_{\delta_{ср}} = 96000 \text{ Н}$$

$$v_{ср} = \frac{90 + 80}{2} = 85 \text{ км / год}$$

$$f_{\delta_{ср}} = \frac{96000}{(240 + 3750) \cdot 9,81} = 2,45 \text{ Н / кН}$$

$$w'_{0_{ср}} = 1,9 + 0,01 \cdot 85 + 0,0003 \cdot 85^2 = 4,92 \text{ Н / кН}$$

					РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$\omega''_{04\kappa\sigma\sigma} = 0,7 + \frac{8 + 0,1 \cdot 85 + 0,0025 \cdot 85^2}{21,5} = 2,3 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$\omega''_{04\kappa\sigma\psi} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 85 + 0,0025 \cdot 85^2}{22} = 2,04 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$\omega''_{04} = 0,95 \cdot 2,04 + 0,05 \cdot 2,3 = 2,053 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w''_{08\text{cep}} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot 85 + 0,0021 \cdot 85^2}{20,75} = 1,88 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w''_{0\text{cep}} = 0,82 \cdot 2,053 + 0,18 \cdot 1,88 = 2,02 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w_{0\text{cep}} = \frac{(4,92 + 12,0) \cdot 240 \cdot 9,81 + (2,02 + 12,0) \cdot 3750 \cdot 9,81}{(240 + 3750) \cdot 9,81} = 14,19 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$s = \frac{4,17 \cdot (80^2 - 90^2)}{2,45 - 14,19} = 603,83 \text{ м}$$

$$603,83 < 1500$$

$$F_{\partial\text{cep}} = 120000 \text{ H}$$

$$v_{\text{cep}} = \frac{80 + 70}{2} = 75 \text{ км} / \text{год}$$

$$f_{\partial\text{cep}} = \frac{120000}{(240 + 3750) \cdot 9,81} = 3,07 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w'_{0\text{cep}} = 1,9 + 0,01 \cdot 75 + 0,0003 \cdot 75^2 = 4,34 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$\omega''_{04\kappa\sigma\sigma} = 0,7 + \frac{8 + 0,1 \cdot 75 + 0,0025 \cdot 75^2}{21,5} = 2,075 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$\omega''_{04\kappa\sigma\psi} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 75 + 0,0025 \cdot 75^2}{22} = 1,82 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$\omega''_{04} = 0,95 \cdot 1,82 + 0,05 \cdot 2,075 = 1,833 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w''_{08\text{cep}} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot 75 + 0,0021 \cdot 75^2}{20,75} = 1,7 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w''_{0\text{cep}} = 0,82 \cdot 1,833 + 0,18 \cdot 1,7 = 1,806 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

$$w_{0\text{cep}} = \frac{(4,34 + 12,0) \cdot 240 \cdot 9,81 + (1,806 + 12,0) \cdot 3750 \cdot 9,81}{(240 + 3750) \cdot 9,81} = 13,96 \text{ H} / \kappa\text{H}$$

					РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$s = \frac{4,17 \cdot (70^2 - 80^2)}{3,07 - 13,96} = 574,38 \text{ м}$$

$$1178,21 \text{ м} < 1500 \text{ м}$$

$$F_{\text{дсер}} = 136000 \text{ Н}$$

$$v_{\text{сер}} = \frac{70 + 60}{2} = 65 \text{ км / год}$$

$$f_{\text{дсер}} = \frac{136000}{(240 + 3750) \cdot 9,81} = 3,475 \text{ Н / кН}$$

$$w'_{\text{дсер}} = 1,9 + 0,01 \cdot 65 + 0,0003 \cdot 65^2 = 3,81 \text{ Н / кН}$$

$$w''_{04\text{ков}} = 0,7 + \frac{8 + 0,1 \cdot 65 + 0,0025 \cdot 65^2}{21,5} = 1,87 \text{ Н / кН}$$

$$w''_{04\text{коч}} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 65 + 0,0025 \cdot 65^2}{22} = 1,61 \text{ Н / кН}$$

$$w''_{04} = 0,95 \cdot 1,61 + 0,05 \cdot 1,87 = 1,623 \text{ Н / кН}$$

$$w''_{08\text{сер}} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot 65 + 0,0021 \cdot 65^2}{20,75} = 1,54 \text{ Н / кН}$$

$$w''_{\text{дсер}} = 0,82 \cdot 1,623 + 0,18 \cdot 1,54 = 1,61 \text{ Н / кН}$$

$$w_{\text{дсер}} = \frac{(3,81 + 12,0) \cdot 240 \cdot 9,81 + (1,61 + 12,0) \cdot 3750 \cdot 9,81}{(240 + 3750) \cdot 9,81} = 13,74 \text{ Н / кН}$$

$$s = \frac{4,17 \cdot (60^2 - 70^2)}{3,475 - 13,74} = 527,85 \text{ м}$$

$$1706,06 \text{ м} > 1500 \text{ м}$$

Отже, при розрахунковій масі рухомого складу $Q = 3750$ т поїзд надійно подолає підйом довжиною 1500 метрів.

2.11.1 Перевірка можливості зрушення поїзда з місця при зупинках на роздільних пунктах

Ця перевірка виконується по формулі

					РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$Q_{зруш} = \frac{F_{д зруш}}{(w_{зруш} + i_{зруш}) \cdot g} - P$$

де $F_{д зруш}$ - сила тяги локомотиву при зрушенні з місця, Н;

$i_{зруш}$ - крутизна найбільш важкого елемента на роздільних пунктах заданої ділянки, ‰ (у сторону руху);

$w_{зруш}$ - питомий опір поїзду при зрушенні з місця (на площадці), Н/кН;

$$w_{зруш} = \alpha (\delta \cdot w_{зруш 4}^{коч} + \varepsilon \cdot w_{зруш 4}^{ков}) + \beta \cdot w_{зруш 6}^{коч} + \gamma \cdot w_{зруш 8}^{коч}$$

де $w_{зруш 4}^{коч}$ і $w_{зруш 4}^{ков}$ – питомі опори при зрушенні з місця відповідно 4-вісних вагонів на підшипниках кочення і на підшипниках ковзання;

δ і ε - відповідно долі 4-вісних вагонів з підшипниками кочення і підшипниками ковзання; в курсовій роботі $\delta = 0,95$; $\varepsilon = 0,05$.

Для вагонів на підшипниках кочення

$$w_{зруш}^{коч} = \frac{28}{q_0 + 7}$$

Для вагонів на підшипниках ковзання

$$w_{зруш}^{ков} = \frac{142}{q_0 + 7}$$

У цих випадках q_0 - маса, що припадає на одну колісну пару для даної групи вагонів.

$$w_{зруш 4}^{коч} = \frac{28}{22 + 7} = 0,966 \text{ Н/кН}$$

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$W_{зруш\ 4}^{ков} = \frac{142}{21,5 + 7} = 4,982 \text{ Н/кН}$$

$$W_{зруш\ 8}^{ков} = \frac{28}{20,75 + 7} = 1,009 \text{ Н/кН}$$

$$w_{зруш} = 0,82 \cdot (0,095 \cdot 0,966 + 0,05 \cdot 4,982) + 0,18 \cdot 1,009 = 1,138 \text{ Н/кН}$$

$$Q_{тр} = \frac{706320}{(1,138 - 1,5) \cdot 9,81} - 240 = 27052,117 \text{ т}$$

$$Q_{зруш} > Q$$

$$27052 > 3750$$

Отже, рушення поїзду з місця і розгін поїзда забезпечені на всіх роздільних пунктах ділянки.

Перевірка маси состава по довжині приймально-відправних колій.

Щоб виконати перевірку, необхідно визначити число вагонів в поїзді, довжину поїзда і порівняти з довжиною приймально-відправних колій станцій.

Число вагонів у складі вантажного поїзда:

а) 4-вісних
$$m_4 = \frac{\alpha \cdot Q}{g_4}$$

За наявності 4-вісних вагонів з різною масою бруто необхідно попередньо визначити усереднену масу бруто з урахуванням частки 4-вісних вагонів із кожною масою;

б) 6-вісних
$$m_6 = \frac{\beta \cdot Q}{g_6}$$

в) 8-вісних
$$m_8 = \frac{\gamma \cdot Q}{g_8}$$

Отримані кількості вагонів потрібно округлити до цілих значень.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Довжини вагонів приймаємо рівними: 4-вісного – 15 м; 6-вісного – 17 м; 8-вісного – 20 м. Загальна довжина поїзда:

$$l_n = 20 \cdot m_8 + 17 \cdot m_6 + 15 \cdot m_4 + l_l + 10 \text{ м}$$

де l_l - довжина локомотива, рівна 36 м;

10 м – запас довжини на неточність встановлення поїзда.

Перевірка можливості встановлення поїзда на приймально-відправних коліях виконується по співвідношенню

$$l_n \leq l_{пек}$$

де $l_{пек}$ - довжина приймально-відправних колій, м ($l_{пек} = 850$ м , згідно завдання)

Якщо довжина поїзду менше або рівна довжині приймально-відправних колій станції заданої ділянки, то масу поїзду не коректують.

Якщо ж розрахована довжина поїзду буде більша за довжину приймально-відправних колій, то масу поїзду потрібно буде зменшити так, щоб довжина поїзду не перевищувала довжину приймально-відправних колій.

$$g_{сер} = (0,95 \cdot 88 + 0,05 \cdot 86) = 87,9 \text{ т}$$

$$m_4 = 0,82 \cdot 3750 / 87,9 = 35 \text{ вагонів}$$

$$m_8 = 0,18 \cdot 3750 / 166 = 4 \text{ вагонів}$$

$$l_n = 20 \cdot 4 + 15 \cdot 35 + 36 + 10 = 651 \text{ м}$$

$$651 \text{ м} \leq 850 \text{ м}$$

$l_n \leq l_{пек}$ Отже, масу поїзду зменшувати не потрібно.

2.11.2 Визначення максимально допустимої швидкості руху на найбільш крутому спуску

Для того, щоб визначити максимально допустиму швидкість руху на найбільш крутому спуску, потрібно побудувати криві швидкості і часу

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

проходження поїзду по ділянці, тобто розв'язати гальмівну задачу при заданих гальмівних засобах і прийнятому гальмівному шляху. Ця задача розв'язується графічним способом.

Повний (розрахунковий) гальмівний шлях

$$s_{\Gamma} = s_{\Pi} + s_{\Delta}$$

де S_{Π} – шлях підготовки гальмів до дії, на протязі якого гальма поїзда умовно приймаються недіючими;

S_{Δ} – дійсний гальмівний шлях, на протязі якого поїзд рухається з діючими в повну силу гальмами.

Рівність дозволяє шукати допустиму швидкість як величину, яка відповідає точці перетину графічних залежностей підготовчого шляху S_{Π} і дійсного гальмівного шляху S_{Δ} від швидкості руху поїзда в режимі гальмування.

Тому розв'язуємо задачу слідуючим чином.

По даним розрахункової таблиці питомих рівнодіючих сил будуюмо по точках графічну залежність питомих уповільнюючих сил при екстремому гальмуванні від швидкості $w_{ox} + b_{\tau} = f(v)$, а поруч, справа, встановлюємо у відповідності з масштабом систему координат $V-S$ так, щоб осі координат швидкостей в двох системах були паралельні, а осі питомих сил $(w_{ox} + b_{\tau})$ і шляху S повинні лежати на одній прямій (рис 3)

Оскільки, $i_c = -10\%$, то повний гальмівний шлях $S_{\Gamma} = 1200$ м. Побудувавши згідно методичних вказівок криві, будуюмо в системі координат $V-S$ залежність підготовчого шляху від швидкості

$$s_{\Pi} = 0,278 \cdot v_{\text{поч}} \cdot t_n$$

де V_{Π} – швидкість на початок гальмування, км/год;

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$t_{\text{п}}$ – час підготовки гальмів до дії, с; цей час для автогальмів вантажного типу дорівнює:

- для поїздів довжиною 200 осей і менше:

$$t_{\text{п}} = 7 - \frac{10 \cdot i_c}{b_T}$$

- для поїздів довжиною від 200 до 300 осей:

$$t_{\text{п}} = 10 - \frac{15 \cdot i_c}{b_T}$$

- для поїздів довжиною більш ніж 300 осей;

$$t_{\text{п}} = 12 - \frac{18 \cdot i_c}{b_T}$$

Тут i_c – крутизна ухилу, для якого розв'язується гальмівна задача;

b_T – питома гальмівна сила при початковій швидкості гальмування $V_{\text{н}}$.

Число осей в складі $n = n_4 + n_6 + n_8$

Побудова залежності підготовчого гальмівного шляху $S_{\text{п}}$ від швидкості виконують по двох точках, для чого підраховуємо значення $S_{\text{п}}$ при $V_{\text{н}}=0$ (в цьому випадку $S_{\text{п}}=0$) і при $V_{\text{н}}=v_{\text{констр}}=100$ км/год.

Обчислюємо підготовчий гальмівний шлях при $V_{\text{н}}=100$ км/год

$$n = 4 \cdot 35 + 8 \cdot 4 = 172$$

$$t_{\text{п}} = 7 - \frac{10 \cdot (-10,0)}{27,9} = 10,58 \text{ с}$$

$$S_{\text{п}} = 0,278 \cdot 100 \cdot 10,58 = 294 \text{ м}$$

Проведена пряма $S_{\text{п}}=f(V_{\text{н}})$ перетне ламану лінію ABCDEFGHNP в точці N. Точка N визначає максимально допустиму швидкість руху поїзду на найбільш крутому спуску ділянки:

$$V_{\text{доп}} = 75.5 \text{ км/год};$$

$$S_{\text{п}} = 300 \text{ м};$$

$$S_{\text{д}} = 900 \text{ м}.$$

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Результати розв'язання гальмівної задачі враховуються при побудові кривої швидкості руху поїзда $V=f(s)$ з тим, щоб не перевищити швидкості, тобто щоб поїзд зміг завжди зупинитися на відстані, яка не перевищує довжини повного гальмівного шляху.

Побудова кривих швидкості $V=F(S)$ ТА ЧАСУ $T=F(S)$. При виконанні тягових розрахунків поїзд розглядається як матеріальна точка, в якій зосереджена вся маса поїзду і до якої прикладені зовнішні сили. Умовно приймають, що ця матеріальна точка знаходиться в середині поїзда.

Крива швидкості будується для руху поїздів в одному (заданому) напрямку, виходячи з того, що поїзд відправляється зі ст.А, проходить без зупинки станцію К та робить зупинку на ст.Е. При цьому потрібно зберігати умову, що швидкість поїзда по вхідних стрілках станції, на якій передбачена зупинка, відповідно до правил ПТЕ не повинна перевищувати 50 км/год внаслідок можливого прийому на бокову колію для схрещення чи обгону.

По побудування кривої швидкості потрібно перевірити проходження поїздом підйому більшої крутизни, ніж розрахунковий .

При побудування кривої $V=f(s)$ необхідно враховувати обмеження найбільшої допустимої швидкості руху поїзду. В даній роботі ми приймаємо наступні обмеження:

- конструкційна швидкість вантажних вагонів 100 км/год;
- найбільша допустима швидкість поїзду по міцності колії 100 км/год;
- конструкційна швидкість локомотиву (у нашому випадку 100 км/год);
- найбільша допустима швидкість поїзду по гальмівних засобах визначена вище і дорівнює 75.5 км/год.

Максимально допустима швидкість руху поїзду при побудуванні кривої $V=f(s)$ повинна прийматись як найменша з чотирьох вже перерахованих раніше обмежених швидкостей. Якщо при побудові кривої швидкості поїзда на спусках швидкість прагне перевищити допустиму, то необхідно застосовувати службове

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

регулювальне гальмування. В таких випадках рекомендується керуватись п.1.4.8 ПТР, у відповідності з якими дозволяється будувати криву швидкості $V=f(s)$ на таких спусках у вигляді горизонтальної лінії, що проводиться нижче рівня допустимої швидкості на величенну поправки ΔV .

Обов'язково потрібно мати на увазі, що при виконанні тягових розрахунків необхідно прагнути до можливо більш повного використання тягових можливостей та потужності локомотиву з тим, щоб час руху поїзду на перегонах був мінімальним. Тільки в цьому випадку можна досягнути найбільшої пропускної здатності ділянки. Саме тому перехід з режиму тяги на режим холостого ходу чи гальмування може бути виправданий лише в тих випадках, коли швидкість, зростаючи, доходить до найбільшого допустимого значення. При побудови кривої $V=f(s)$ потрібно враховувати перевірку гальм, яка згідно Інструкції по експлуатації гальм виконується при досягненні поїздом швидкості 40-60 км/год на площадці чи схилі; зменшення швидкості при цьому для вантажних допускається на 15-20 км/год .

При графічних побудовах рахуємо, що центр маси поїзду розміщується приблизно по середині поїзду по його довжині, вісі станцій – в середині елементів, на яких вони розміщені, вхідні стрілки – відповідно на відстані 425 м від осі станції $\left(\frac{l_{пек}}{2}\right)$.

Крива швидкості зображує рух центру маси поїзду. Коли локомотив, наприклад, входить на вхідні стрілки, центр маси поїзду знаходиться від них на відстані, що дорівнює половині довжини поїзду $\left(\frac{l_n}{2}\right) = 651 / 2 = 325.5 м$. В даному випадку допустима швидкість руху 50 км/год для точки, що зображує центр маси поїзду, повинна витримуватися не на рубіжі, де розміщені стрілки, а на відстані $\frac{l_n}{2}$ від вертикальної лінії, що проводиться через місце розміщення вхідних стрілок на станційному елементі профілю.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Визначення часу ходу поїзда по перегонах. Всі данні зводяться у таблицю 2.2. розрахункові дані беруться по кривій $t=f(s)$ з точністю до 0.1 хв, а прийняті для графіку руху поїздів час ходу по перегонах округлюються з точністю до 1 хв.

Таблиця 2.2

Часи ходу по перегонам

Перегони	Довжина, км	Час ходу, хв	
		По розрахунку	Прийняте для графіку руху
А – К	20,3	19,9	20
К – Е	28,06	47,9	48
По ділянці	48,36	67,8	68

Технічна швидкість руху поїзду по ділянці в км/год:

$$V_T = \frac{L \cdot 60}{t_1 + t_2} \quad V_T = \frac{48,36 \cdot 60}{19,9 + 47,9} = 42,8 \text{ км / год}$$

де t_1 і t_2 – відповідно час ходу поїзду по першому і по другому перегону заданої ділянки А – К – Е, хв; L – довжина ділянки, км.

ВИСНОВКИ

В даний час розроблений повний комплекс автономних систем управління рухом поїздів на перегонах, об'єднаних в інтегровану систему управління рухом. Наступним етапом у розвитку систем управління рухом поїздів є створення єдиної системи управління рухом, в якій буде реалізовано координатний принцип інтервального регулювання і застосований цифровий радіозв'язок для обміну інформацією між її станційними і локомотивними модулями. Координатний принцип інтервального регулювання відрізняється тим, що регулювання рухом поїзда здійснюється на основі координат хвоста потягу.

Доцільність вивчення ЧДК (система частотного диспетчерського контролю) обумовлена тим, що вона ще застосовується на мережі залізниць, і кожна функція цієї системи виконується конструктивно окремим пристроєм, що дозволяє краще зрозуміти структуру, функціональні можливості і принципи реалізації всіх систем ДК. Користувачами системи ЧДК є поїзні диспетчери (ДНЦ), чергові по станції (ДСП), диспетчери служби автоматики і телемеханіки (ШЧД).

В роботі визначена структура системи інтервального регулювання (ІР) з лініями індуктивного зв'язку. Розглянуто системи ІР з ГЛОНАСС і ССС (супутникова система зв'язку), визначені основні переваги та недоліки. Набули подальшого розвитку принципи вирішення завдання забезпечення заданої точності виконання графіка руху. Висвітлені основні інформаційні функції при вирішенні завдання зниження затримок поїздів в період технологічних "вікон". Обгрунтовані вимоги до інформаційних функцій при вирішенні завдання забезпечення потрібної пропускної здатності ділянки.

В роботі були визначені основні завдання управління рухом поїздів з метою забезпечення потрібної пропускної здатності перегонів та побудовані графіки швидкості поїзда при русі по ділянці з обмеженням швидкості.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19д.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизированная грузовая железнодорожная линия // Железные дороги мира, 1996. №9. С. 19—23.
2. Развитие автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах / Б.С. Рязанцев, Д.А. Бунин, Н.З. Шацев, Н.М. Степанов; Под ред. Б.С. Рязанцева. — М.: Трансиздат, 1986. — 279 с.
3. Эксплуатация железных дорог (грузовая работа, организация движения и станции): Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / В.В. Повороженко. А.А. Смехов. 3-е изд., перераб. — М.: Транспорт, 1982. — 382 с.
4. Эксплуатационные основы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл.В. Сапожников, И.М. Кокурин, В.А. Кононов, А.А. Лыков, А.Б. Никитин; Под ред. проф. Вл.В. Сапожникова. — М.: Маршрут, 2006. — 247 с.
5. Войшвилло Г.В. Усилительные устройства, — М.: /Связь/, 1975. — 108с.
6. Радиосвязь на железнодорожном транспорте. — Под ред. П.Н. Рамлау. — М.: Транспорт, 1983. — 132 с.
7. Радиотехнические цепи и сигналы /Под ред. А.П. Гоноровского. — М.: Советское радио, 1977. — 150 с.
8. Основы радиотехники и антенны. Ч. I,II/ Под ред. Г.Б. Белеоцерковского. — М.: Советское радио, 1978. — 95 с.
9. Правила организации и расчёта сетей поездной радиосвязи. — М.: Транспорт, 1991. — 176 с.
10. Радиотехнические системы железнодорожного транспорта. — М.: Транспорт, 1991. — 109 с.
11. Осипов С.И. Основы электрической и тепловозной тяги. М.: Транспорт, 1985.
12. Правила тяговых расчетов для поездной работы. М.: Транспорт, 1985.
13. Хуторянский Н.М. Решение тормозной задачи. М.: ВЗИИТ 1990

					<i>РКБ.ОПЗТ-190.311.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69