

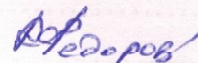
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Навчально-науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня магістра

галузі знань 27 «Транспорт»
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»
спеціалізації 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

на тему: «Дослідження імітаційної моделі руху потягу при управлінні процесом перевезень на залізничному транспорті»

Виконав: студент групи ОПЗТ-19зм
Федоров А.А.



(підпис)

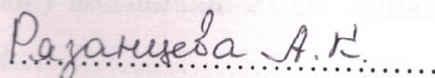
Керівник: доц. Ключев С.О.


(підпис)

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


(підпис)

Рецензент



(підпис)

Злиття основної кривої руху поїзда з кривою гальмування при виконанні тягових розрахунків на ЕОМ

Чисельні методи вирішення рівнянь використовуються в тягових розрахунках при злитті основної кривої руху поїзда з кривими розгону і гальмування.

Для знаходження точки злиття два кривих знаходимо її значення наближено, а потім уточнимо за допомогою методу половинного ділення. З початку будемо криву гальмування від кінцевої станції розрахункової ділянки по кроках ΔST_1 , ΔST_2 і так далі (рис. 2.1)

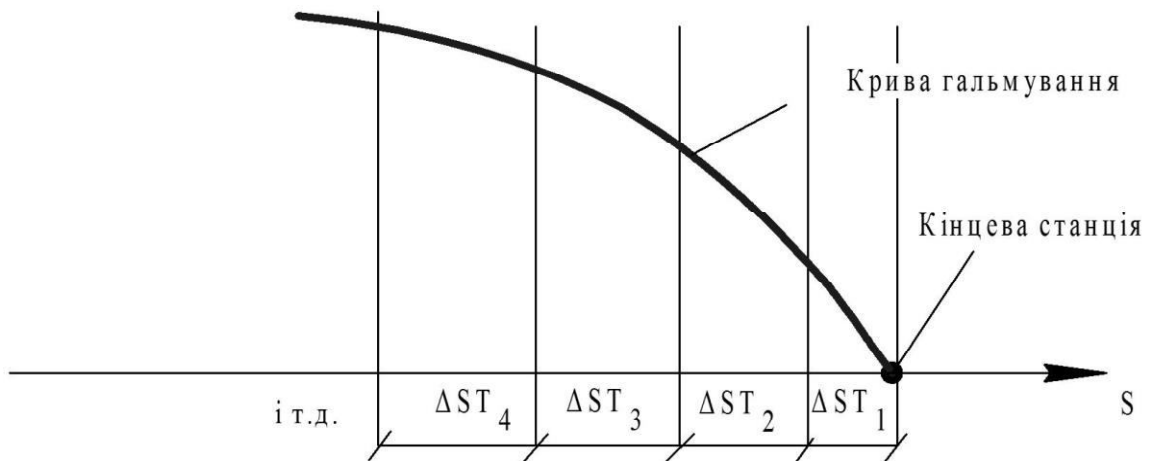


Рис.2.1. Побудова кривої гальмування

Далі після розрахунку кривої розгону будемо основну криву руху по кроках ΔS_1 , ΔS_2 і так далі (рис. 2.2)

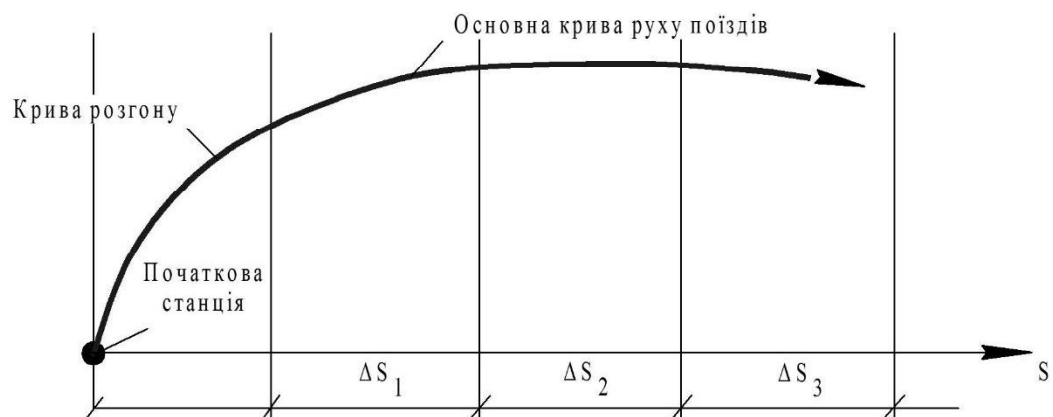


Рис. 2.2. Побудова кривої руху

Таким чином, ми наділили відрізок (a,b) , довжина якого дорівнює величині кроку ΔST_j на якому знаходиться необхідна крапка X (злиття основної кривої і кривої гальмування). Тепер її значення необхідно уточнити.

Розглянемо як це робиться методом половинного ділення. Для цього відрізок (a,b) , який ділиться навпіл $c_1=(a+b)/2$. На відрізку (c_1,b) (дивимося на рисунок) кореня рівняння (крапки X) немає. Тому переносимо праву межу відрізаня в точку c_1 ($b=c_1$). Одна ітерація виконана. Подальші ітерації виконують ті ж дії, але з крапками, які все ближче наближаються до кореня. На другій ітерації новий відрізок (a,b) знову ділимо навпіл $c_2=(a+b)/2$. На відрізку (a, c_2) (рис.2.3) кореня немає. Тому $a=c_2$ і на третій ітерації новий відрізок (a, b) знову ділимо навпіл.

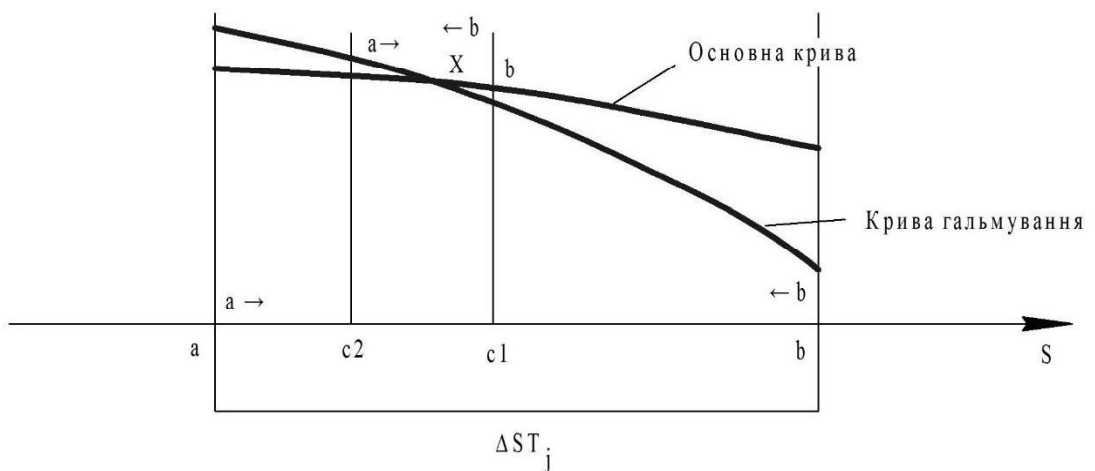


Рис. 2.3. Уточнення точки злиття методом половинного ділення

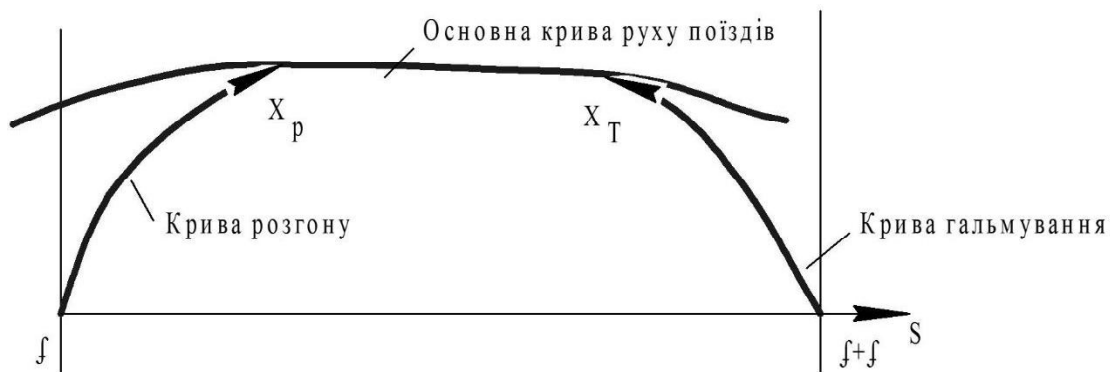


Рис.2.4. Графічна ілюстрація знаходження поправок на розгін і на уповільнення

Визначення поправки на розгін і поправки на уповільнення при розрахунку графіка руху поїздів.

При розрахунку графіка руху поїздів (ГДП) основними початковими даними є чисті часи ходу по кожному перегону τ_{xi} , а також поправки на розгін τ_{pi} і уповільнення τ_{zi+1} для кожної станції і диспетчерської ділянки.

Для знаходження τ_{pi} необхідно визначити точку X_p злиття основної кривої та кривої розгону. Для знаходження τ_{zi+1} необхідно знайти крапку X_z злиття основної кривої та кривої гальмування. Як для знаходження τ_p , так і для знаходження τ_{zi+1} можна використовувати метод половинного ділення.

2.3 Розрахунок маси складу

Загальні вказівки

Масу складу і швидкість руху поїзда визначають виходячи з умов повного використання потужності і тягових якостей локомотивів, а також кінетичної енергії поїзда відповідно до норм, приведених в справжніх Правилах. У необхідних випадках для забезпечення заданої маси складу і технічної швидкості передбачати підштовхування, кратну тягу, більш потужні локомотиви, перенесення зупинок з роздільних пунктів, розташованих перед затяжними підйомами і так далі.

Залежно від характеру профілю шляху даної ділянки розрахунок маси складу вантажного поїзда виконувати виходячи з умов безупинного руху : по розрахунковому підйому з рівномірною швидкістю; по важких підйомах з нерівномірною швидкістю з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда.

У тих випадках, коли не представляється можливим реалізувати встановлені справжніми правилами розрахункові значення сили тяги локомотивів із-за обмеження маси поїзда по довжині станційних шляхів,

необхідності підвищення розрахункової швидкості при використанні повної потужності локомотива.

Для забезпечення стійкості роботи локомотивів на тих ділянках, де кліматичні умови значно змінюються залежно від пори року, розрахункову масу складу визначають для літньої і зимової пори року.

Маса складу розрахована по нормах сьогоденних правил, має бути проведена в досвідчених поїздках, що проводяться відповідно до інструктивних вказівок, що діють для цієї мети.

У тягових розрахунках, що виконуються при проектуванні нових залізниць і електрифікації ліній, що діють, для визначення маси складу силу тяги електровозів приймати на 5%, а тепловозів на 7% менше розрахунковою, передбаченою справжніми правилами.

Маса складу пасажирських поїздів встановлюється МПС по цілих напрямках залежно від категорії поїзда(швидкісний, пасажирський і т. д.).

При визначенні швидкості руху і часу ходу поїзд приймати за матеріальну крапку, в якій зосереджена вся його маса. Положення цієї крапки умовне вважати в середині поїзда.

Розрахунок маси складу за умови руху з рівномірною швидкістю на розрахунковому підйомі

Якщо найважчого на даній ділянці підйому, характер прилеглих до нього елементів профілю шляху, швидкості руху, що допускається, за станом шляху і розташування зупинних пунктів дозволяють встановити, що цей підйом не може бути подоланий з використанням кінетичної енергії поїзда, то такий підйом слід приймати розрахунковим. Маса складу в цьому випадку визначають по формулі:

$$Q = \frac{F_{\text{эд}} - (w'_0 + i_p)P}{w''_0 + i_p} \quad (2.20)$$

Розрахунок маси складу з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда(метод підбору)

Якщо характер профілю шляху, розташування зупинних пунктів і швидкості руху, що допускаються, за станом шляху на ділянці не дозволяють надійно визначати розрахунковий зтяжний підйом, то масу складу розраховують методом підбору.

Для цього слід задатися розрахунковим підйомом за значенням меншим, ніж найкрутіший на ділянці, визначити по ньому масу складу для даної серії локомотива і розрахувати питомі прискорюючі сили поїзда. Отриману масу складу перевірити на проходження поїздом ділянок профілю шляху з підйомами більшої крутизни, чим розрахунковий підйом, враховуючи при цьому використання кінетичної енергії поїзда; перевіряти графічним способом або аналітичним.

При графічній перевірці, використовуючи діаграми прискорюючих сил поїзда, необхідно визначити швидкість руху для всіх перегонів, на яких крутизну підйому, прийняту для розрахунку маси складу. Побудову залежності $V=V(S)$ слід починати з елемента профілю, де швидкість руху поїзда може бути заздалегідь відома (наприклад, від роздільного пункту, де була зупинка; від рівномірності швидкості, коли перед підйомом, що перевіряється, є зтяжні елементи профілю; від пункту, де є обмеження швидкості, і так далі).

Аналітичну перевірку робити по формулі:

$$S \leq \frac{4,17(V_i^2 - V_e^2)}{f_e + w_e}, \quad (2.21)$$

де S – довжина перевіряємої ділянки профілю с підйомом більшої крутизни, чім у розрахункового підйому, м;

V_H, V_K - швидкість руху потягу на початку та в кінці перевіряемого підйомом, км/год;

$f_{н- w_k}$ - середня прискорююча сила, яка діє на потяг в інтервалах по швидкості від $V_{н}$ до $V_{к}$, кгс/т.

Для збільшення точності аналітичного розрахунку інтервали змінення швидкості необхідно брати у межах 10 км/год. і тоді:

$$S \leq \sum S_i = \sum \frac{4,17(V_{ii}^2 - V_{ei}^2)}{(f_{e} - w_{e})i}, \quad (2.22)$$

де $V_{нi}$ – початкова та кінцева швидкості інтервалу, км/год;

S_i – шлях, яких проходить поїзд за час зміни швидкості від $V_{нi}$ до $V_{кi}$, м;

$(f_{н- w_k})i$ – середня прискорююча сила поїзда за час зміни швидкості від $V_{нi}$ до $V_{кi}$, кгс/т.

При перевірці будь-яким способом масу складу слід вважати за ту, що визначилася, якщо швидкість руху в кінці підйому, що перевіряється, вийшла рівною або декілька більш розрахунковій швидкості для даної серії локомотива. Маса, що рекомендується, розраховується по наступній формулі:

$$m_c = \frac{F_K - P * (\omega_0' + ig)}{\omega_0'' + ig}, \quad (2.23)$$

де F_K - тривала (розрахункова) сила тяги, кН ; * Кратність тяги * 1000 (для перекладу з кН в Н);

P - зчіпна маса локомотиву, т.;

ω_0' - питомий основний опір локомотиву, що розраховується по формулі:

$$\omega_0' = (a_e + b_e V + c_e V^2) \cdot g, \quad (2.24)$$

де a_e, b_e і c_e - коефіцієнти основного питомого опору руху локомотивів;

V - Швидкість в тривалому (розрахунковому) режимі, км/ч;

g - витрата палива, кг, $g = 9,81$;

ω_0'' - питомий основний опір вагону;

i - довжина ухилу ‰.

Для полегшення розрахунків постійно розробляються програмні продукти. Так для розрахунку перегінного часу ходу поїзду по перегону на кафедрі Організації перевезень і управління на залізничному транспорті розроблено програмне забезпечення «Розрахунок експлуатаційних показників руху потягу».

3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «ТЯГОВІ РОЗРАХУНКИ»

3.1. Вимоги до програмного забезпечення «Тягові розрахунки»

У даному підрозділі опишемо взаємодію користувача з автоматизованою системою для розрахунків тягових характеристик і моделювання руху поїзда по перегону.

Появлення та розвиток персональних ЕРМ, вдосконалення графічних можливостей моніторів призвело к виникненню нової багатівіконної технології організації людино-машинного діалогу.

На рис. 3.1. наведений приклад заповнення вкладки «Локомотив».



Род тяги	
<input checked="" type="radio"/>	Тепловозная
<input type="radio"/>	Электровозная

Характеристики локомотива	
Серия тепловоза	2ТЭ116
Кратность тяги	1
Мощность локомотива, кВт	2 * 2250
Масса локомотива, т	2 * 138
Сцепная масса локомотива, т	2 * 138
Длина локомотива, м	2 * 18,1
Конструкционная скорость, км/ч	100
Длительная (расчётная) сила тяги, кН	2 * 256
Скорость в длительном (расчётном) режиме, км/ч	24
Количество позиций контроллера	15

Рис.3.1. Характеристика локомотива

Наступним кроком є вкладка «Склад», рис. 3.2. На цій вкладці повинна заповнюватись інформація по складу для кожної категорії вагонів. При цьому вагони можуть бути порожні або навантажені.

Далі повинні заповнюватись характеристики шляху, рис. 3.3.

The screenshot shows a software interface for configuring train parameters. It is divided into two main sections. The top section is for wagon composition, and the bottom section is for braking parameters.

Четырёхколёсные вагоны на подшипниках скольжения (Four-wheeled wagons on sliding bearings):

- Порожние: 0
- Грузные: 0

Четырёхколёсные вагоны на подшипниках качения (Four-wheeled wagons on roller bearings):

- Порожние: 0
- Грузные: 100

Шестиколёсные вагоны (Six-wheeled wagons):

- Порожние: 0
- Грузные: 0

Восьмиколёсные вагоны (Eight-wheeled wagons):

- Порожние: 0
- Грузные: 0

Пассажирские вагоны: 0

Тормозная задача (Braking task):

Количество осей в составе: 200

Тип тормозных колодок: чугунные

Расчётный тормозной коэффициент поезда: 3,3

Режим торможения (Braking mode):

- Службное: 0,5
- Полное службное: 0,8
- Экстренное: 1

Рис. 3.2. Характеристика склада

Завершующим етапом являється побудова графіку руху потягу, завдяки якому можливо моделювання руху потягу рис. 3.4.

Розробка та упровадження даного програмного забезпечення - це початкова сходинка до більш глобальної та трудомісткої мети.

Характеристики пути

Ввод данных
 Из файла Вручную

Тип участка железной дороги
 Звеньевой Бесстыковой

Название участка железной дороги

Название станции
 начальной
 конечной

Номер поезда

Характеристики элементов участка железной дороги
 Количество элементов участка железной дороги:

Номер	1	2	3	4	5	6
Длина, м	1050	9280	700	500	2300	1100
i, промили	0.03	0.82	14	2	9	0

Участки железной дороги с ограничением по тяге

Начало участка, м	
Конец участка, м	
Ограничение	

Использование тормозных средств

Начало участка, м	
Конец участка, м	
Ограничение	

Рис.3.3. Характеристика профілю і плану перегону

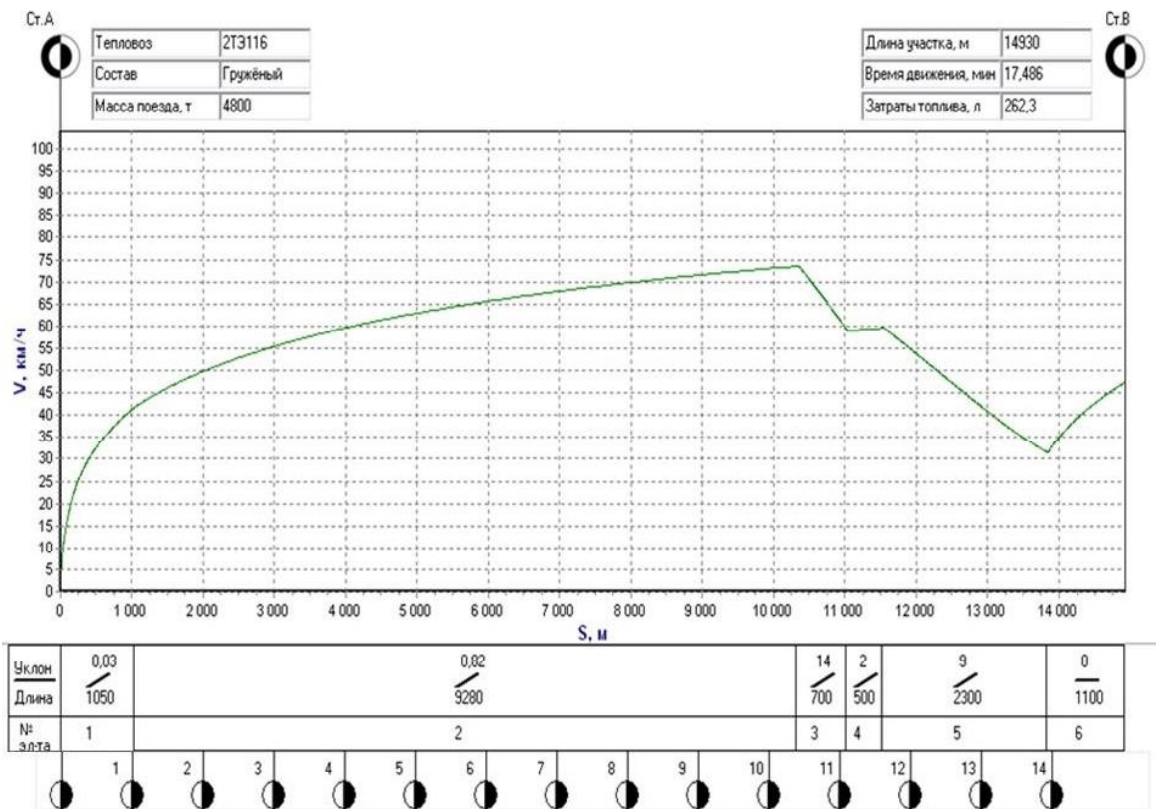


Рис 3.4. Графік руху потягу

3.2 Программний комплекс оптимізації графіка

Завданнями диспетчерського управління рухом поїздів являються порівняння відомостей про фактичних рух поїздів з встановленим графіком та коригування розкладу при істотних відхиленнях. При коригуванні розкладу для скорочення запізнень поїздів враховуються обмеження таких видів:

- топологічні (довжина шляхів, їх вільність, ухили, обмеження швидкості);
- поїзні (довжина поїзда, пріоритетність і тягові характеристики);
- графічні (час відправлення, проміжні зупинки і узгоджений підхід поїздів до станцій).

Компоненти системи диспетчерського управління

Пропонована система управління рухом поїздів складається з компонентів, показаних на рис. 3.5.



Рис.3.5. Компоненти системи диспетчерського управління рухом поїздів

База даних за графіками призначена для зберігання нормативних, оперативних та виконаних графіків диспетчерської системи.

Нормативний графік зазвичай складається автономними системами планування, і саме відповідно цього графіка оцінюються фактичні затримки поїздів. В оперативному графіку відображені як фактичне пересування поїздів у минулому, так і прогноз руху на заданий період. Даний графік використовується в автоматичній системі диспетчерського управління рухом поїздів. Виконаний графік - це підсумкове стан оперативного графіка.

Програма управління графіком формує оперативний графік, включаючи в нього отримані від програми стеження за поїздами, данні про їх поточне місцеположення. Розрахунок прогнозованого руху для одного або декількох поїздів здійснюється на основі даних про фактичний рух та існуючі обмеження (наприклад, обмеження швидкості або зайнятості шляхів). Істотні відхилення фактичного руху від заданого можуть привести до несумісності в прогнозованому графіку: одночасного підходу зустрічних поїздів до одноколіїної ділянки і т. п. Програма управління графіком автоматично виявляє подібні конфлікти і самостійно запускає їх вирішення компонентами автоматичного диспетчера. Сформований оперативний графік передається в систему управління для автоматичної установки поїзних маршрутів.

Автоматичний диспетчер являється основним механізмом регулювання конфліктів, які виникають в оперативному графіку. Крім того, для загальної оптимізації руху поїздів періодично може виконуватися повна зміна графіка.

Основною метою процедури оптимізації є зменшення запізнь поїздів (збільшення пропускної спроможності), викликаних експлуатаційними обмеженнями.

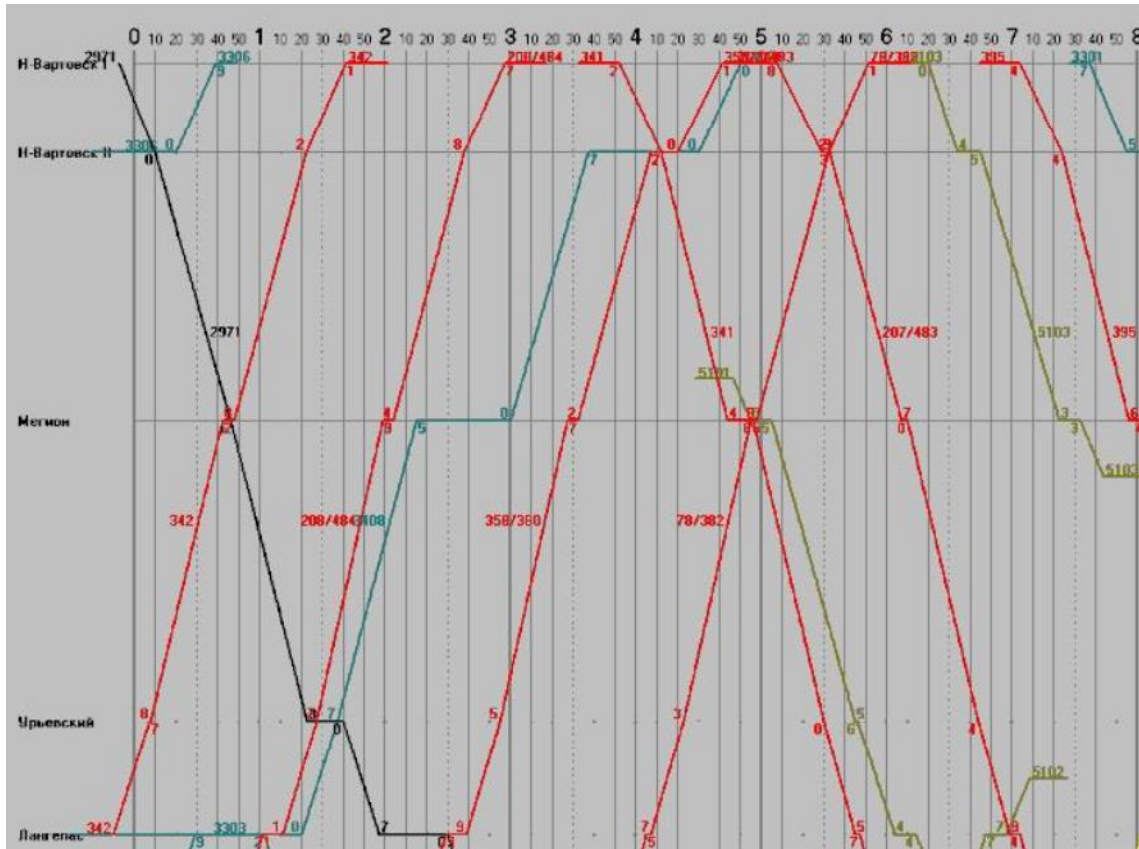


Рис.3.6. Графік руху поїзда

Результати оптимізації, виробленої автоматичним диспетчером, вносяться в оперативний графік програмою управління графіком. Також автономний диспетчер відповідає за обробку команд, що вводяться вручну оператором через графічний інтерфейс графіка руху.

Графічний інтерфейс користувача відображає графіки різних типів і дозволяє оператору вносити зміни у графік-прогноз. Головним вікном є інтерфейс диспетчерського графіка, в якому рух поїздів по нитках відображається як функція часу. На рис. 3.6 наведено приклад такого графіка. Користувач може працювати безпосередньо в самому вікні, створюючи, вибираючи, змінюючи або видаляючи об'єкти графіка (окремі нитки, маршрути, зупинки, схрещення і т. д.).

Імітаційна модель

Для оцінки ефективності роботи автоматичного диспетчера всі відповідні компоненти слід інтегрувати в імітаційну модель, розроблену для складання та коректування графіків руху поїздів (рис. 3.7). До складу моделі входять наступні компоненти.

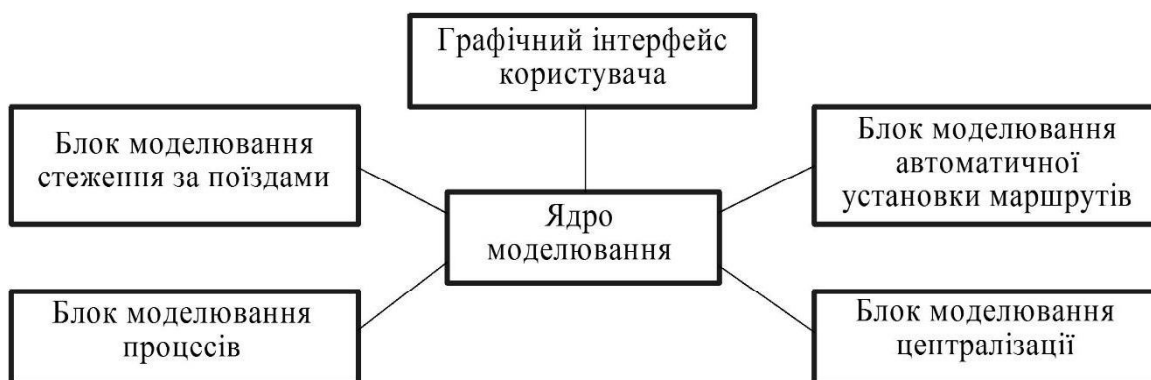


Рис.3.7. Компоненти імітаційної моделі

Ядро моделювання забезпечують зв'язок між блоками моделі і синхронізацію всіх подій в ході моделювання.

Блок моделювання процесів відповідає за реалістичне моделювання руху поїзда (криві швидкості) і підлогового обладнання (час переведення стрілок).

Блок моделювання стеження за поїздами генерує відомості про реальне місцезнаходження поїздів на рейкових ланцюгах на основі повідомлень про зайнятість шляхів, отриманих від систем централізації.

Блок моделювання автоматичної установки маршрутів передає вимоги на установку маршрутів в блок моделювання централізації на основі оперативного графіка.

Блок моделювання централізації імітує роботу систем централізації, що відповідають за безпеку руху поїздів на ділянці, яка моделюється.

Графічний інтерфейс користувача відображає топологію шляхів, потягів, що рухаються по них і стану систем централізації.

Взаємодія з системами залізничної автоматики

Для роботи програмного комплексу необхідна актуальна інформація про місцезнаходження потягу та основні параметри рухомого складу та колії, яка може надходити в диспетчерській системі як від локомотивних, так і від підлогових пристроїв. Крім того, при плануванні робіт на шляхах або в інших особливих випадках вона може вноситися в систему диспетчером. Після проведення розрахунків і коригування або формування нового графіка руху передбачається вплив автодиспетчера на системи установки маршрутів для забезпечення нагону одних або зниження швидкості руху інших поїздів. Нагін поїзда може, наприклад, досягатися пропуском його по маршрутах з найменшими швидкісними обмеженнями, а також скороченням запланованого часу зупинок на проміжних пунктах. Для своєчасного зниження швидкості прослідування поїзда з метою пропуску поїзду, який спізнюється може передбачати, наприклад, передача маршруту прямування по головній колії двухпутної вставки зустрічному поїзду, а також установка маршрутів за менше число блок-ділянок перед поїздом. Вибір варіантів впливу визначається застосовуваними системами ЗАТ, а також встановленими на залізницях правилами організації руху поїздів.

Для перевірки раціональності впровадження моделі необхідно провести експерименти з реальними даними.

3.3 Автоматизоване проектування ГРП

На залізницях для автоматизації управлінських функцій диспетчерського апарату впроваджуються автоматизовані системи дорожнім центром управління перевезеннями. Основне призначення даних систем є оперативне вплив на виконання якісних показників роботи залізниці (дільничної та технічної швидкості, оборот вагона, вага і довжина поїзда і т.д.) завдяки автоматизованому графіком виконаного руху, доступу в реальному режимі часу до інформації про поїзди, складах поїздів і локомотивах.

У навчальних цілях для роботи студентів на кафедрі «Організації перевезень і управління на залізничному транспорті» розроблено програмне

забезпечення «Автоматизоване проектування ГРП». Даний програмний продукт дозволяє будувати графік руху поїзда в автоматичному режимі.

На початковому етапі була поставлена задача проектування ГДП для приміських поїздів.

В якості вихідних даних для побудови розкладу і графіка руху приміських поїздів приймають масу (склад) і середнеходову швидкість приміських поїздів, інтервали між поїздами в пакеті, час на розгін, уповільнення і стоянку їх для висадки та посадки пасажирів, технологічні норми простою складів і локомотивів в пунктах обороту, розміри руху приміських поїздів по годинах доби. Якщо приміська лінія обслуговує змішаний рух (вантажне, далеке і місцеве пасажирське і приміське), то необхідні дані, нормативи і узгоджена прокладка на графіку всіх категорій поїздів. Під час масової доставки пасажирів на роботу доцільно поїзда інших категорій перенести на час з менш інтенсивним рухом, наприклад значну частину вантажних поїздів - на ніч, коли приміський рух припиняється.

При зонному непаралельному графіку руху необхідно передбачати прокладку приміських поїздів, що забезпечують міжзонний зв'язок пасажирів. Такі поїзди слідує із зупинками на всіх зонах. У передвихідні та вихідні дні, коли приміський пасажиропотік збільшується, число поїздів також слід, як правило, збільшувати. В цьому випадку додаткові поїзди, що відправляються в передмістя, розміщують на графіку в ранкові години, а повертаються з передмістя - у вечірні. Найбільш складно розподілити приміські поїзди по годинах доби. Кількість пасажирів, що прибувають на головну станцію вранці і відправляються з міста до місця проживання ввечері, визначають обстеженням зонних станцій, зупиночних пунктів, підприємств, навчальних закладів та ін, опитуванням населення, а також перевіркою населеності поїздів. Це дозволяє встановити частки пасажиропотоку по годинах доби на всій ділянці і по зонам.

На основі графіка руху приміських поїздів будують графік обороту складів, визначають потребу в них, а також у вагонах і локомотивах,

підраховують їх середньодобовий пробіг. При цьому прагнуть до того, щоб обслужити приміський рух найменшою кількістю складів. Основні критерії якості графіка обороту складів - середньодобовий їх пробіг і коефіцієнт потреби на одну пару поїздів. Графік руху поїздів складають, враховуючи можливий оборот складів. Так, час з моменту прибуття складу на зонну станцію до моменту відправлення в зворотний рейс повинно бути не менше суми часу на операції з прибуття і відправлення цього складу, кількість складів, що відправляються на ніч на зонну станцію, має відповідати її подорожнього розвитку.

Іноді для побудови графіка обороту необхідно пересунути нитку графіка, як правило, в межах години проходження даного поїзда.

Графік обороту складів встановлює: режим роботи рухомого складу, місце і час екіпіровки складів (один раз на добу повна і з міжпоїздним ремонтом і періодично сухе прибирання складів на станціях обороту), потрібну кількість бригад провідників.

Складають графік руху на спеціальній масштабній сітці. Відстані між окремими пунктами відкладаються по вертикалі, а час - по горизонталі. Горизонтальними лініями позначають роздільні пункти (їх осі), а вертикальними час (жирними - годинні періоди, штриховими - півгодинні, тонкими - десятихвилинні інтервали). Над годинними вертикалями вказують час. Час вказується від 00.00 до 24.00 годин, або від 18.00 до 18.00.

Рух поїздів на графіку зображають прямими похилими лініями (лінія ходу поїзда, або нитка графіка), умовно приймаючи, що в межах перегону швидкість їх рівномірна (використовується перегінні час ходу, спеціально обчислюється залежно від профілю колії, типу поїзда, напрями ходу, досвіду роботи провідних машиністів і т. д. - за даними тягових розрахунків).

Для цього точку відправлення поїзда з попередньою станції безпосередньо з'єднують з точкою його прибуття (проходження) на наступну станцію.

Час прибуття, відправлення або безупинного проходження поїздів кожного роздільного пункту визначається перетином лінії ходу поїзда з віссю відповідного роздільного пункту. Його відзначають цифрою, що вказує число хвилин в даному 10-хвилинному інтервалі. Цифри, що визначають час прибуття, відправлення або проходження поїздів, проставляються в тупому куті, утвореному лінією ходу поїзда і віссю роздільного пункту. Проходження поїзда без зупинки відзначають цифрою як відправлення з роздільного пункту. Якщо лінія ходу перетинається з віссю станції на 10-хвилинному розподілі (наприклад, відправлення о 11 год 20 хв), то в тупому куті проставляють нуль.

Будь який програмний продукт без спірно облегує життя. «Автоматизована побудова ГРП» допоможе студентам кафедри «Логістичного управління та безпеки руху на транспорті» у виконанні індивідуальної роботи по дисципліні «Пасажирські перевезення» та покращити навички користування програмними забезпеченнями.

Злиття основної кривої руху поїзда з кривою гальмування при виконанні тягових розрахунків на ЕОМ

Чисельні методи вирішення рівнянь використовуються в тягових розрахунках при злитті основної кривої руху поїзда з кривими розгону і гальмування.

Для знаходження точки злиття два кривих знаходимо її значення наближено, а потім уточнимо за допомогою методу половинного ділення. З початку будемо криву гальмування від кінцевої станції розрахункової ділянки по кроках ΔST_1 , ΔST_2 і так далі (рис. 2.1)

Далі після розрахунку кривої розгону будемо основну криву руху по кроках ΔST_1 , ΔST_2 і так далі (рис. 2.2)

Таким чином, ми наділили відрізок (a,b), довжина якого дорівнює величині кроку ΔST_j на якому знаходиться необхідна крапка X (злиття основної кривої і кривої гальмування). Тепер її значення необхідно уточнити.

Розглянемо як це робиться методом половинного ділення. Для цього відрізок (a, b) , який ділиться навпіл $c_1 = (a+b)/2$. На відрізку (c_1, b) (дивимося на рисунок) кореня рівняння (крапки X) немає. Тому переносимо праву межу відрізання в точку c_1 ($b=c_1$). Одна ітерація виконана. Подальші ітерації виконують ті ж дії, але з крапками, які все ближче наближаються до кореня. На другій ітерації новий відрізок (a, b) знову ділимо навпіл $c_2 = (a+b)/2$. На відрізку (a, c_2) (рис.2.3) кореня немає. Тому $a=c_2$ і на третій ітерації новий відрізок (a, b) знову ділимо навпіл.

Визначення поправки на розгін і поправки на уповільнення при розрахунку графіка руху поїздів.

При розрахунку графіка руху поїздів (ГДП) основними початковими даними є чисті часи ходу по кожному перегону t_{xi} , а також поправки на розгін tr_i і уповільнення $tzi+1$ для кожної станції і диспетчерської ділянки.

Для знаходження tr_i необхідно визначити точку Xr злиття основної кривої та кривої розгону. Для знаходження $tzi+1$ необхідно знайти крапку Xt злиття основної кривої та кривої гальмування. Як для знаходження tr , так і для знаходження $tzi+1$ можна використовувати метод половинного ділення.

Загальні вказівки

Масу складу і швидкість руху поїзда визначають виходячи з умов повного використання потужності і тягових якостей локомотивів, а також кінетичної енергії поїзда відповідно до норм, приведених в справжніх Правилах. У необхідних випадках для забезпечення заданої маси складу і технічної швидкості передбачати підштовхування, кратну тягу, більш потужні локомотиви, перенесення зупинок з роздільних пунктів, розташованих перед затяжними підйомами і так далі.

Залежно від характеру профілю шляху даної ділянки розрахунок маси складу вантажного поїзда виконувати виходячи з умов безупинного руху : по розрахунковому підйому з рівномірною швидкістю; по важких підйомах з

нерівномірною швидкістю з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда.

У тих випадках, коли не представляється можливим реалізувати встановлені справжніми правилами розрахункові значення сили тяги локомотивів із-за обмеження маси поїзда по довжині станційних шляхів, необхідності підвищення розрахункової швидкості при використанні повної потужності локомотива.

Для забезпечення стійкості роботи локомотивів на тих ділянках, де кліматичні умови значно змінюються залежно від пори року, розрахункову масу складу визначають для літньої і зимової пори року.

Маса складу розрахована по нормах сьогоденних правил, має бути проведена в досвідчених поїздках, що проводяться відповідно до інструктивних вказівок, що діють для цієї мети.

У тягових розрахунках, що виконуються при проектуванні нових залізниць і електрифікації ліній, що діють, для визначення маси складу силу тяги електровозів приймати на 5%, а тепловозів на 7% менше розрахунковою, передбаченою справжніми правилами.

Маса складу пасажирських поїздів встановлюється МПС по цілих напрямках залежно від категорії поїзда(швидкісний, пасажирський і т. д.).

При визначенні швидкості руху і часу ходу поїзд приймати за матеріальну крапку, в якій зосереджена вся його маса. Положення цієї крапки умовне вважати в середині поїзда.

Розрахунок маси складу за умови руху з рівномірною швидкістю на розрахунковому підйомі

Якщо найважчого на даній ділянці підйому, характер прилеглих до нього елементів профілю шляху, швидкості руху, що допускається, за станом шляху і розташування зупинних пунктів дозволяють встановити, що цей підйом не може бути подоланий з використанням кінетичної енергії поїзда, то

такий підйом слід приймати розрахунковим. Масу складу в цьому випадку визначають по формулі:

$$(2.20)$$

Розрахунок маси складу з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда(метод підбору)

Якщо характер профілю шляху, розташування зупинних пунктів і швидкості руху, що допускаються, за станом шляху на ділянці не дозволяють надійно визначати розрахунковий зтяжний підйом, то масу складу розраховують методом підбору.

Для цього слід задатися розрахунковим підйомом за значенням меншим, ніж найкрутіший на ділянці, визначити по ньому масу складу для даної серії локомотива і розрахувати питомі прискорюючі сили поїзда. Отриману масу складу перевірити на проходження поїздом ділянок профілю шляху з підйомами більшої крутизни, чим розрахунковий підйом, враховуючи при цьому використання кінетичної енергії поїзда; перевіряти графічним способом або аналітичним.

При графічній перевірці, використовуючи діаграми прискорюючих сил поїзда, необхідно визначити швидкість руху для всіх перегонів, на яких крутизну підйому, прийняту для розрахунку маси складу. Побудову залежності $V=V(S)$ слід починати з елемента профілю, де швидкість руху поїзда може бути заздалегідь відома (наприклад, від роздільного пункту, де була зупинка; від рівномірності швидкості, коли перед підйомом, що перевіряється, є зтяжні елементи профілю; від пункту, де є обмеження швидкості, і так далі).

Аналітичну перевірку робити по формулі:

$$(2.21)$$

де S – довжина перевіряємої ділянки профілю с підйомом більшої крутизни, чім у розрахункового підйому, м;

V_n, V_k - швидкість руху потягу на початку та в кінці перевіряємого підйомом, км/год;

$f_n - w_k$ - середня прискорюючая сила, яка діє на потяг в інтервалах по швидкості від V_n до V_k , кгс/т.

Для збільшення точності аналітичного розрахунку інтервали змінення швидкості необхідно брати у межах 10 км/год. і тоді:

$$, \quad (2.22)$$

де V_{ni} – початкова та кінцева швидкості інтервалу, км/год;

S_i – шлях, яких проходить поїзд за час зміни швидкості від V_{ni} до V_{ki} , м;

$(f_n - w_k)_i$ – середня прискорюючая сила поїзда за час зміни швидкості від V_{ni} до V_{ki} , кгс/т.

При перевірці будь-яким способом масу складу слід вважати за ту, що визначилася, якщо швидкість руху в кінці підйому, що перевіряється, вийшла рівною або декілька більш розрахунковій швидкості для даної серії локомотива. Маса, що рекомендується, розраховується по наступній формулі:

$$, \quad (2.23)$$

де F_k - тривала (розрахункова) сила тяги, кН ; * Кратність тяги * 1000 (для перекладу з кН в Н);

- зчїпна маса локомотиву, т.;

- питомий основний опір локомотиву, що розраховується по формулі:

$$, \quad (2.24)$$

де $, i$ - коефіцієнти основного питомого опору руху локомотивів;

V - Швидкість в тривалому (розрахунковому) режимі, км/ч;

- g- витрата палива, кг, $g = 9,81$;
- питомий основний опір вагону;
- i- довжина ухилу ‰.

Для полегшення розрахунків постійно розробляються програмні продукти. Так для розрахунку перегінного часу ходу поїзду по перегону на кафедрі Організації перевезень і управління на залізничному транспорті розроблено програмне забезпечення «Розрахунок експлуатаційних показників руху потягу».

У даному підрозділі опишемо взаємодію користувача з автоматизованою системою для розрахунків тягових характеристик і моделювання руху поїзда по перегону.

Появлення та розвиток персональних ЕРМ, вдосконалення графічних можливостей моніторів призвело к виникненню нової багатогоконної технології організації людино-машинного діалогу.

Наступним кроком є вкладка «Склад», рис. 3.2. На цій вкладці повинна заповнюватись інформація по складу для кожної категорії вагонів. При цьому вагони можуть бути порожні або навантажені.

Далі повинні заповнюватись характеристики шляху, рис. 3.3.

Завершуючим етапом являється побудова графіку руху потягу, завдяки якому можливо моделювання руху потягу рис. 3.4.

Розробка та упровадження даного програмного забезпечення - це початкова сходинка до більш глобальної та трудомісткої мети.

Завданнями диспетчерського управління рухом поїздів являються порівняння відомостей про фактичних рух поїздів з встановленим графіком та

коригування розкладу при істотних відхиленнях. При коригуванні розкладу для скорочення запізнень поїздів враховуються обмеження таких видів:

- топологічні (довжина шляхів, їх вільність, ухили, обмеження швидкості);
- поїзні (довжина поїзда, пріоритетність і тягові характеристики);
- графічні (час відправлення, проміжні зупинки і узгоджений підхід поїздів до станцій).

Компоненти системи диспетчерського управління

Пропонована система управління рухом поїздів складається з компонентів, показаних на рис. 3.5.

База даних за графіками призначена для зберігання нормативних, оперативних та виконаних графіків диспетчерської системи.

Нормативний графік зазвичай складається автономними системами планування, і саме відповідно цього графіка оцінюються фактичні затримки поїздів. В оперативному графіку відображені як фактичне пересування поїздів у минулому, так і прогноз руху на заданий період. Даний графік використовується в автоматичній системі диспетчерського управління рухом поїздів. Виконаний графік - це підсумкове стан оперативного графіка.

Програма управління графіком формує оперативний графік, включаючи в нього отримані від програми стеження за поїздами, дані про їх поточне місцеположення. Розрахунок прогнозованого руху для одного або декількох поїздів здійснюється на основі даних про фактичний рух та існуючі обмеження (наприклад, обмеження швидкості або зайнятості шляхів). Істотні відхилення фактичного руху від заданого можуть привести до несумісності в прогнозованому графіку: одночасного підходу зустрічних поїздів до одноколіїної ділянки і т. п. Програма управління графіком автоматично виявляє подібні конфлікти і самостійно запускає їх вирішення компонентами автоматичного диспетчера. Сформований оперативний графік передається в систему управління для автоматичної установки поїзних маршрутів.

Автоматичний диспетчер являється основним механізмом регулювання конфліктів, які виникають в оперативному графіку. Крім того, для загальної оптимізації руху поїздів періодично може виконуватися повна зміна графіка. Основною метою процедури оптимізації є зменшення запізнень поїздів (збільшення пропускнуої спроможності), викликаних експлуатаційними обмеженнями.

Результати оптимізації, виробленої автоматичним диспетчером, вносяться в оперативний графік програмою управління графіком. Також автономний диспетчер відповідає за обробку команд, що вводяться вручну оператором через графічний інтерфейс графіка руху.

Графічний інтерфейс користувача відображає графіки різних типів і дозволяє оператору вносити зміни у графік-прогноз. Головним вікном є інтерфейс диспетчерського графіка, в якому рух поїздів по ниткам відображається як функція часу. На рис. 3.6 наведено приклад такого графіка. Користувач може працювати безпосередньо в самому вікні, створюючи, вибираючи, змінюючи або видаляючи об'єкти графіка (окремі нитки, маршрути, зупинки, схрещення і т. д.).

Імітаційна модель

Для оцінки ефективності роботи автоматичного диспетчера всі відповідні компоненти слід інтегрувати в імітаційну модель, розроблену для складання та коректування графіків руху поїздів (рис. 3.7). До складу моделі входять наступні компоненти.

Ядро моделювання забезпечують зв'язок між блоками моделі і синхронізацію всіх подій в ході моделювання.

Блок моделювання процесів відповідає за реалістичне моделювання руху поїзда (криві швидкості) і підлогового обладнання (час переведення стрілок).

Блок моделювання стеження за поїздами генерує відомості про реальне місцезнаходження поїздів на рейкових ланцюгах на основі повідомлень про зайнятість шляхів, отриманих від систем централізації.

Блок моделювання автоматичної установки маршрутів передає вимоги на установку маршрутів в блок моделювання централізації на основі оперативного графіка.

Блок моделювання централізації імітує роботу систем централізації, що відповідають за безпеку руху поїздів на ділянці, яка моделюється.

Графічний інтерфейс користувача відображає топологію шляхів, потягів, що рухаються по них і стану систем централізації.

Взаємодія з системами залізничної автоматики

Для роботи програмного комплексу необхідна актуальна інформація про місцезнаходження потягу та основні параметри рухомого складу та колії, яка може надходити в диспетчерській системі як від локомотивних, так і від підлогових пристроїв. Крім того, при плануванні робіт на шляхах або в інших особливих випадках вона може вноситися в систему диспетчером. Після проведення розрахунків і коригування або формування нового графіка руху передбачається вплив автодиспетчера на системи установки маршрутів для забезпечення нагону одних або зниження швидкості руху інших поїздів. Нагін поїзда може, наприклад, досягатися пропуском його по маршрутах з найменшими швидкісними обмеженнями, а також скороченням запланованого часу зупинок на проміжних пунктах. Для своєчасного зниження швидкості прослідування поїзда з метою пропуску поїзду, який спізнюється може передбачати, наприклад, передача маршруту прямування по головній колії двухпутной вставки зустрічному поїзду, а також установка маршрутів за менше число блок-ділянок перед поїздом. Вибір варіантів впливу визначається застосовуваними системами ЗАТ, а також встановленими на залізницях правилами організації руху поїздів.

Для перевірки раціональності впровадження моделі необхідно провести експерименти з реальними даними.

На залізницях для автоматизації управлінських функцій диспетчерського апарату впроваджуються автоматизовані системи дорожнім центром управління перевезеннями. Основне призначення даних систем є оперативне вплив на виконання якісних показників роботи залізниці (дільничної та технічної швидкості, оборот вагона, вага і довжина поїзда і т.д.) завдяки автоматизованому графіком виконаного руху, доступу в реальному режимі часу до інформації про поїзди, складах поїздів і локомотивах.

У навчальних цілях для роботи студентів на кафедрі «Організації перевезень і управління на залізничному транспорті» розроблено програмне забезпечення «Автоматизоване проектування ГРП». Даний програмний продукт дозволяє будувати графік руху поїзда в автоматичному режимі.

На початковому етапі була поставлена задача проектування ГДП для приміських поїздів.

В якості вихідних даних для побудови розкладу і графіка руху приміських поїздів приймають масу (склад) і середнеходову швидкість приміських поїздів, інтервали між поїздами в пакеті, час на розгін, уповільнення і стоянку їх для висадки та посадки пасажирів, технологічні норми простою складів і локомотивів в пунктах обороту, розміри руху приміських поїздів по годинах доби. Якщо приміська лінія обслуговує змішаний рух (вантажне, далеке і місцеве пасажирське і приміське), то необхідні дані, нормативи і узгоджена прокладка на графіку всіх категорій поїздів. Під час масової доставки пасажирів на роботу доцільно поїзда інших категорій перенести на час з менш інтенсивним рухом, наприклад значну частину вантажних поїздів - на ніч, коли приміський рух припиняється.

При зонному непаралельному графіку руху необхідно передбачати прокладку приміських поїздів, що забезпечують міжзонний зв'язок пасажирів. Такі поїзди слідує із зупинками на всіх зонах. У передвихідні та вихідні дні, коли приміський пасажиропотік збільшується, число поїздів також слід, як правило, збільшувати. В цьому випадку додаткові поїзди, що відправляються в передмістя, розміщують на графіку в ранкові години, а повертаються з

передмістя - у вечірні. Найбільш складно розподілити приміські поїзди по годинах доби. Кількість пасажирів, що прибувають на головну станцію вранці і відправляються з міста до місця проживання ввечері, визначають обстеженням зонних станцій, зупиночних пунктів, підприємств, навчальних закладів та ін, опитуванням населення, а також перевіркою населеності поїздів. Це дозволяє встановити частки пасажиропотоку по годинах доби на всій ділянці і по зонам.

На основі графіка руху приміських поїздів будують графік обороту складів, визначають потребу в них, а також у вагонах і локомотивах, підраховують їх середньодобовий пробіг. При цьому прагнуть до того, щоб обслужити приміський рух найменшою кількістю складів. Основні критерії якості графіка обороту складів - середньодобовий їх пробіг і коефіцієнт потреби на одну пару поїздів. Графік руху поїздів складають, враховуючи можливий оборот складів. Так, час з моменту прибуття складу на зонну станцію до моменту відправлення в зворотний рейс повинно бути не менше суми часу на операції з прибуття і відправлення цього складу, кількість складів, що відправляються на ніч на зонну станцію, має відповідати її подорожнього розвитку.

Іноді для побудови графіка обороту необхідно пересунути нитку графіка, як правило, в межах години проходження даного поїзда.

Графік обороту складів встановлює: режим роботи рухомого складу, місце і час екіпіровки складів (один раз на добу повна і з міжпоїздною ремонтом і періодично сухе прибирання складів на станціях обороту), потрібну кількість бригад провідників.

Складають графік руху на спеціальній масштабній сітці. Відстані між окремими пунктами відкладаються по вертикалі, а час - по горизонталі. Горизонтальними лініями позначають роздільні пункти (їх осі), а вертикальними час (жирними - годинні періоди, штриховими - півгодинні, тонкими - десятихвилинні інтервали). Над годинними вертикалями вказують час. Час вказується від 00.00 до 24.00 годин, або від 18.00 до 18.00.

Рух поїздів на графіку зображають прямими похилими лініями (лінія ходу поїзда, або нитка графіка), умовно приймаючи, що в межах перегону швидкість їх рівномірна (використовується перегінні час ходу, спеціально обчислюється залежно від профілю колії, типу поїзда, напрямки ходу, досвіду роботи провідних машиністів і т. д. - за даними тягових розрахунків).

Для цього точку відправлення поїзда з попередньої станції безпосередньо з'єднують з точкою його прибуття (проходження) на наступну станцію.

Час прибуття, відправлення або безупинного проходження поїздів кожного роздільного пункту визначається перетином лінії ходу поїзда з віссю відповідного роздільного пункту. Його відзначають цифрою, що вказує число хвилин в даному 10-хвилинному інтервалі. Цифри, що визначають час прибуття, відправлення або проходження поїздів, проставляються в тупому куті, утвореному лінією ходу поїзда і віссю роздільного пункту. Проходження поїзда без зупинки відзначають цифрою як відправлення з роздільного пункту. Якщо лінія ходу перетинається з віссю станції на 10-хвилинному розподілі (наприклад, відправлення о 11 год 20 хв), то в тупому куті проставляють нуль.

Будь який програмний продукт без спірно облегує життя. «Автоматизована побудова ГРП» допоможе студентам кафедри «Логістичного управління та безпеки руху на транспорті» у виконанні індивідуальної роботи по дисципліні «Пасажирські перевезення» та покращити навички користування програмними забезпеченнями.

Для полегшення розрахунків постійно розробляються програмні продукти. Так для розрахунку перегінного часу ходу поїзду по перегону на кафедрі Організації перевезень і управління на залізничному транспорті розроблено програмне забезпечення «Розрахунок експлуатаційних показників руху потягу».

У даному підрозділі опишемо взаємодію користувача з автоматизованою системою для розрахунків тягових характеристик і моделювання руху поїзда по перегону.

Появлення та розвиток персональних ЕРМ, вдосконалення графічних можливостей моніторів призвело к виникненню нової багатовіконної технології організації людино-машинного діалогу.

Наступним кроком є вкладка «Склад», рис. 3.2. На цій вкладці повинна заповнюватись інформація по складу для кожної категорії вагонів. При цьому вагони можуть бути порожні або навантажені.

Далі повинні заповнюватись характеристики шляху, рис. 3.3.

Завершуючим етапом являється побудова графіку руху потягу, завдяки якому можливо моделювання руху потягу рис. 3.4.

Розробка та упровадження даного програмного забезпечення - це початкова сходинка до більш глобальної та трудомісткої мети.

Завданнями диспетчерського управління рухом поїздів являються порівняння відомостей про фактичний рух поїздів з встановленим графіком та коригування розкладу при істотних відхиленнях. При коригуванні розкладу для скорочення запізнень поїздів враховуються обмеження таких видів:

- топологічні (довжина шляхів, їх вільність, ухили, обмеження швидкості);
- поїзні (довжина поїзда, пріоритетність і тягові характеристики);
- графічні (час відправлення, проміжні зупинки і узгоджений підхід поїздів до станцій).

Компоненти системи диспетчерського управління

Пропонована система управління рухом поїздів складається з компонентів, показаних на рис. 3.5.

База даних за графіками призначена для зберігання нормативних, оперативних та виконаних графіків диспетчерської системи.

Нормативний графік зазвичай складається автономними системами планування, і саме відповідно цього графіка оцінюються фактичні затримки поїздів. В оперативному графіку відображені як фактичне пересування поїздів у минулому, так і прогноз руху на заданий період. Даний графік використовується в автоматичній системі диспетчерського управління рухом поїздів. Виконаний графік - це підсумкове стан оперативного графіка.

Програма управління графіком формує оперативний графік, включаючи в нього отримані від програми стеження за поїздами, данні про їх поточне місцеположення. Розрахунок прогнозованого руху для одного або декількох поїздів здійснюється на основі даних про фактичний рух та існуючі обмеження (наприклад, обмеження швидкості або зайнятості шляхів). Істотні відхилення фактичного руху від заданого можуть привести до несумісності в прогнозованому графіку: одночасного підходу зустрічних поїздів до одноколіїної ділянки і т. п. Програма управління графіком автоматично виявляє подібні конфлікти і самостійно запускає їх вирішення компонентами автоматичного диспетчера. Сформований оперативний графік передається в систему управління для автоматичної установки поїзних маршрутів.

Автоматичний диспетчер являється основним механізмом регулювання конфліктів, які виникають в оперативному графіку. Крім того, для загальної оптимізації руху поїздів періодично може виконуватися повна зміна графіка. Основною метою процедури оптимізації є зменшення запізнь поїздів (збільшення пропускнуої спроможності), викликаних експлуатаційними обмеженнями.

Результати оптимізації, виробленої автоматичним диспетчером, вносяться в оперативний графік програмою управління графіком. Також автономний диспетчер відповідає за обробку команд, що вводяться вручну оператором через графічний інтерфейс графіка руху.

Графічний інтерфейс користувача відображає графіки різних типів і дозволяє оператору вносити зміни у графік-прогноз. Головним вікном є інтерфейс диспетчерського графіка, в якому рух поїздів по ниткам відображається як функція часу. На рис. 3.6 наведено приклад такого графіка. Користувач може працювати безпосередньо в самому вікні, створюючи, вибираючи, змінюючи або видаляючи об'єкти графіка (окремі нитки, маршрути, зупинки, схрещення і т. д.).

Імітаційна модель

Для оцінки ефективності роботи автоматичного диспетчера всі відповідні компоненти слід інтегрувати в імітаційну модель, розроблену для складання та коректування графіків руху поїздів (рис. 3.7). До складу моделі входять наступні компоненти.

Ядро моделювання забезпечують зв'язок між блоками моделі і синхронізацію всіх подій в ході моделювання.

Блок моделювання процесів відповідає за реалістичне моделювання руху поїзда (криві швидкості) і підлогового обладнання (час переведення стрілок).

Блок моделювання стеження за поїздами генерує відомості про реальне місцезнаходження поїздів на рейкових ланцюгах на основі повідомлень про зайнятість шляхів, отриманих від систем централізації.

Блок моделювання автоматичної установки маршрутів передає вимоги на установку маршрутів в блок моделювання централізації на основі оперативного графіка.

Блок моделювання централізації імітує роботу систем централізації, що відповідають за безпеку руху поїздів на ділянці, яка моделюється.

Графічний інтерфейс користувача відображає топологію шляхів, потягів, що рухаються по них і стану систем централізації.

Взаємодія з системами залізничної автоматики

Для роботи програмного комплексу необхідна актуальна інформація про місцезнаходження потягу та основні параметри рухомого складу та колії, яка може надходити в диспетчерській системі як від локомотивних, так і від підлогових пристроїв. Крім того, при плануванні робіт на шляхах або в інших особливих випадках вона може вноситися в систему диспетчером. Після проведення розрахунків і коригування або формування нового графіка руху передбачається вплив автодиспетчера на системи установки маршрутів для забезпечення нагону одних або зниження швидкості руху інших поїздів. Нагін поїзда може, наприклад, досягатися пропуском його по маршрутах з найменшими швидкісними обмеженнями, а також скороченням запланованого часу зупинок на проміжних пунктах. Для своєчасного зниження швидкості прослідування поїзда з метою пропуску поїзду, який спізнюється може передбачати, наприклад, передача маршруту прямування по головній колії двухпутной вставки зустрічному поїзду, а також установка маршрутів за менше число блок-ділянок перед поїздом. Вибір варіантів впливу визначається застосовуваними системами ЗАТ, а також встановленими на залізницях правилами організації руху поїздів.

Для перевірки раціональності впровадження моделі необхідно провести експерименти з реальними даними.

На залізницях для автоматизації управлінських функцій диспетчерського апарату впроваджуються автоматизовані системи дорожнім центром управління перевезеннями. Основне призначення даних систем є оперативне вплив на виконання якісних показників роботи залізниці (дільничної та технічної швидкості, оборот вагона, вага і довжина поїзда і т.д.) завдяки автоматизованому графіком виконаного руху, доступу в реальному режимі часу до інформації про поїзди, складах поїздів і локомотивах.

У навчальних цілях для роботи студентів на кафедрі «Організації перевезень і управління на залізничному транспорті» розроблено програмне забезпечення «Автоматизоване проектування ГРП». Даний програмний продукт дозволяє будувати графік руху поїзда в автоматичному режимі.

На початковому етапі була поставлена задача проектування ГДП для приміських поїздів.

В якості вихідних даних для побудови розкладу і графіка руху приміських поїздів приймають масу (склад) і середнеходову швидкість приміських поїздів, інтервали між поїздами в пакеті, час на розгін, уповільнення і стоянку їх для висадки та посадки пасажирів, технологічні норми простою складів і локомотивів в пунктах обороту, розміри руху приміських поїздів по годинах доби. Якщо приміська лінія обслуговує змішаний рух (вантажне, далеке і місцеве пасажирське і приміське), то необхідні дані, нормативи і узгоджена прокладка на графіку всіх категорій поїздів. Під час масової доставки пасажирів на роботу доцільно поїзда інших категорій перенести на час з менш інтенсивним рухом, наприклад значну частину вантажних поїздів - на ніч, коли приміський рух припиняється.

При зонному непаралельному графіку руху необхідно передбачати прокладку приміських поїздів, що забезпечують міжзонний зв'язок пасажирів. Такі поїзди слідує із зупинками на всіх зонах. У передвихідні та вихідні дні, коли приміський пасажиропотік збільшується, число поїздів також слід, як правило, збільшувати. В цьому випадку додаткові поїзди, що відправляються в передмістя, розміщують на графіку в ранкові години, а повертаються з передмістя - у вечірні. Найбільш складно розподілити приміські поїзди по годинах доби. Кількість пасажирів, що прибувають на головну станцію вранці і відправляються з міста до місця проживання ввечері, визначають обстеженням зонних станцій, зупиночних пунктів, підприємств, навчальних закладів та ін, опитуванням населення, а також перевіркою населеності поїздів. Це дозволяє встановити частки пасажиропотоку по годинах доби на всій ділянці і по зонам.

На основі графіка руху приміських поїздів будують графік обороту складів, визначають потребу в них, а також у вагонах і локомотивах, підраховують їх середньодобовий пробіг. При цьому прагнуть до того, щоб обслужити приміський рух найменшою кількістю складів. Основні критерії

якості графіка обороту складів - середньодобовий їх пробіг і коефіцієнт потреби на одну пару поїздів. Графік руху поїздів складають, враховуючи можливий оборот складів. Так, час з моменту прибуття складу на зонну станцію до моменту відправлення в зворотний рейс повинно бути не менше суми часу на операції з прибуття і відправлення цього складу, кількість складів, що відправляються на ніч на зонну станцію, має відповідати її подорожнього розвитку.

Іноді для побудови графіка обороту необхідно пересунути нитку графіка, як правило, в межах години проходження даного поїзда.

Графік обороту складів встановлює: режим роботи рухомого складу, місце і час екіпіровки складів (один раз на добу повна і з міжпоїздним ремонтом і періодично сухе прибирання складів на станціях обороту), потрібну кількість бригад провідників.

Складають графік руху на спеціальній масштабній сітці. Відстані між окремими пунктами відкладаються по вертикалі, а час - по горизонталі. Горизонтальними лініями позначають роздільні пункти (їх осі), а вертикальними час (жирними - годинні періоди, штриховими - півгодинні, тонкими - десятихвилинні інтервали). Над годинними вертикалями вказують час. Час вказується від 00.00 до 24.00 годин, або від 18.00 до 18.00.

Рух поїздів на графіку зображають прямими похилими лініями (лінія ходу поїзда, або нитка графіка), умовно приймаючи, що в межах перегону швидкість їх рівномірна (використовується перегінні час ходу, спеціально обчислюється залежно від профілю колії, типу поїзда, напрями ходу, досвіду роботи провідних машиністів і т. д. - за даними тягових розрахунків).

Для цього точку відправлення поїзда з попередньою станції безпосередньо з'єднують з точкою його прибуття (проходження) на наступну станцію.

Час прибуття, відправлення або безупинного проходження поїздів кожного роздільного пункту визначається перетином лінії ходу поїзда з віссю відповідного роздільного пункту. Його відзначають цифрою, що вказує число

хвилин в даному 10-хвилинному інтервалі. Цифри, що визначають час прибуття, відправлення або проходження поїздів, проставляються в тупому куті, утвореному лінією ходу поїзда і віссю роздільного пункту. Проходження поїзда без зупинки відзначають цифрою як відправлення з роздільного пункту. Якщо лінія ходу перетинається з віссю станції на 10-хвилинному розподілі (наприклад, відправлення о 11 год 20 хв), то в тупому куті проставляють нуль.

Будь який програмний продукт без спірно облегує життя. «Автоматизована побудова ГРП» допоможе студентам кафедри «Логістичного управління та безпеки руху на транспорті» у виконанні індивідуальної роботи по дисципліні «Пасажирські перевезення» та покращити навички користування програмними забезпеченнями.