

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра залізничних станцій та вузлів

**ФОРМАЛІЗАЦІЯ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ В СИСТЕМАХ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

«САПР ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ»

Частина 2

Харків – 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри залізничних станцій та вузлів 19 січня 2012 р., протокол № 6 .

Методичні вказівки містять пояснення до теоретичного матеріалу курсу лекцій з дисципліни «САПР залізничних станцій та вузлів» та призначені для самостійної підготовки студентів до практичних занять.

Дана учбово-методична розробка рекомендується для використання студентами спеціальності «Організація перевезень та управління на транспорті (залізничний транспорт)» денної форми навчання та слухачів ІППК.

Укладачі:

доц. О.М. Огар,
старші викладачі О.В. Розсоха,
М.Ю. Куценко,
асист. К.В. Таратушка

Рецензент

доц. Д.Ю. Бородін

ФОРМАЛІЗАЦІЯ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ В СИСТЕМАХ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ
СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

«САПР ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ»

Частина 2

Відповідальний за випуск Огар О.М.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 22.03.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Зміст

Вступ.....	4
1 Загальні принципи розрахунку параметрів плану колійного розвитку станцій.....	5
2 Розрахунок відстаней між характерними точками колійного розвитку.....	10
3 Розрахунок координат характерних точок колійного розвитку.....	17
...	
Список літератури.....	19

ВСТУП

Підвищення якості розробки проектів та скорочення термінів проектування є найважливішими проблемами, вирішення яких визначає рівень прискорення науково-технічного прогресу суспільства. Розвиток систем автоматизованого проектування (САПР) спирається на сучасні засоби обчислювальної техніки, нові способи подання та обробки інформації, створення нових чисельних методів вирішення інженерних завдань і оптимізації. Системи автоматизованого проектування дають можливість на основі новітніх досягнень фундаментальних наук відпрацьовувати і удосконалювати методологію проектування, стимулювати розвиток математичної теорії проектування складних систем і об'єктів.

Дані методичні вказівки містять загальні принципи та методику розрахунку параметрів плану колійного розвитку станцій, що розроблені вченими кафедри «Станції та вузли» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна професором В.І. Бобровським та ін.

1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ПЛАНУ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЙ

Методика розрахунку елементів плану колійного розвитку станції базується на визначенні координат всіх точок кожного базового елемента у локальній системі Σ_k та наступному перетворенні координат окремих точок для визначення параметрів кривих, що сполучають колії суміжних базових елементів.

Розрахунок координат точок окремого базового елемента виконується у системі Σ_k , у якій основна група колій паралельна осі абсцис Ox_k .

Розрахунок виконується у наступному порядку. Спочатку визначаються ординати точок, які знаходяться на коліях, що паралельні осі абсцис. При розрахунках використовуються дані про міжколійя. Прив'язка здійснюється через ординату заданої опорної точки y_o . Ординатам інших точок, а також абсцисам усіх точок, крім опорної, присвоюються невизначені значення ($y_i = \infty, x_i = \infty$).

Далі визначаються кути нахилу θ_j до осі абсцис усіх відрізків базового елемента. З цією метою здійснюється класифікація відрізків на горизонтальні та похилі за різницею ординат їх кінців. Якщо ординати невідомі ($y_i = \infty$), то відрізок відноситься до похилих. На базі отриманих даних здійснюється визначення кутів нахилу θ_j відрізків, суміжних з i -ю вершиною графа G . Якщо $v_i \in V^S$ (вершина v_i є центром перевалу), то визначається число відрізків n_{ni} з невідомим кутом нахилу, що примикають до стрілки ($n_{ni} \in [0;3]$). Далі визначається напівступінь виходу вершини $d^+(v_i)$, значення якого характеризує напрямок укладання перевалу (пошерсний – $d^+(v_i)=1$, протишерсний – $d^+(v_i)=2$). При цьому контролюється достовірність моделі ($\deg v = d^+(v_i) + d^-(v_i) = 3$) і складаються списки дуг, що виходять $k_i = d^+(v_i)$ і заходять $m_i = d^-(v_i)$ у вершину v_i . Параметри n_{ni} і $\deg^+(v_i)$

визначають вибір алгоритму розрахунку невідомих кутів нахилу відрізків, що примикають до стрілочного перевалу (вершини v_i). У розрахунках враховуються величина і знак кута хрестовини (для правосторонніх стрілок $\alpha < 0$). У випадку, якщо у стрілочного перевалу кути нахилу всіх відрізків, що примикають ($n_{ii} = 3$), невідомі, розрахунки не виконуються. Вони будуть виконані після знаходження кутів нахилу деяких із цих відрізків при розгляданні вершин, що є суміжними з v_i .

Для вершин кутів повороту ($v_i \in V^c$) з відомою величиною β також визначається число відрізків, що примикають n_{ii} , з невідомим кутом нахилу ($n_{ii} \in [0; 2]$). У випадку, якщо $n_{ii} = 1$, визначається кут нахилу невідомого відрізка за відомим кутом нахилу іншого відрізка та кута повороту кривої β . Якщо ж кут β невідомий або $n_{ii} \neq 1$, розрахунок для вершини v_i не виконується.

Після розрахунку кутів нахилу відрізків визначаються параметри кривих (кут повороту β , тангенс T , довжина K). Кут повороту β визначається як різниця кутів нахилу відрізків, що примикають до його вершини. За абсолютною величиною розрахованого значення β визначається тангенс T та довжина кривої K .

Розраховані параметри доповнюють внутрішню модель станції, після чого на її базі здійснюється ідентифікація елементів плану станції та розрахунок відстаней l_j і вставок f_j , $j = 1, 2, \dots, n$ між його характерними точками. Далі здійснюється розрахунок ординат Y_i точок, які не знаходяться на горизонтальних коліях $\{Y_i : w_i = 0, i = 1, \dots, m\}$. Для розрахунку орграфу G перетворюється у неорієнтований граф \bar{G} , на якому будується остовне дерево з використанням алгоритму пошуку у глибину. Дерево будується таким чином, щоб у його вершинах були точки з відомими або розрахованими у процесі побудови ординатами. Кінцевими є вершини $v_i \in V^w$ (кінці колій) або вершини, інцидентні ребра яких мають невизначену вагу (тобто невідомий приріст ординати ΔY) та не дозволяють продовжити побудову дерева. З метою зменшення обсягів розрахунків

побудова дерева закінчується, коли для усіх вершин графа G ординати Y стануть відомими.

Після розрахунку ординат Y здійснюється аналіз кутів нахилу відрізків θ_j , що поставлені у відповідність дугам графа. При цьому можуть бути виявлені ребра з невизначеними значеннями θ_j ($\theta_j = \infty$). Це свідчить про наявність у схемі, що розглянута, таких кутів повороту, величини яких неможливо визначити як суми кутів відповідних стрілочних переводів. Подібний випадок може мати місце, наприклад, при наявності у схемі скорочених з'єднань. В такому випадку здійснюється розрахунок одного із невідомих кутів повороту, після чого виконується встановлення первісних значень координат всіх вершин графа G і вставок між ними і повторюються розрахунки всіх елементів плану. Вказане повторення необхідне, оскільки обчислене на черговому етапі розрахунків значення невідомого кута β впливає на параметри зв'язаних з ним елементів. Повторення продовжується до тих пір, поки не будуть визначені нахили θ_j всіх відрізків схеми.

На заключному етапі розрахунків обчислюються довжини всіх похилих відрізків за різницею ординат їх кінців

$$l_j^* = \frac{|Y_v - Y_u|}{\sin \theta_j}.$$

При цьому контролюються умови визначеності вказаних ординат $Y_v \neq \infty$, $Y_u \neq \infty$. Також контролюються можливі відмінності розрахованих довжин l_j^* від значень, що встановлені на попередніх етапах обчислень. Вказані відмінності будуть мати місце у ряді випадків, один з яких для прикладу наведено на рисунку 1.

Рисунок 1 – Схема коректування конструктивних вставок між стрілочними переводами 1-2-3

Як випливає із наведеного рисунка, кожна із вставок 1-2 і 2-3, що розглядається ізольовано від всієї схеми, являє собою конструктивну вставку при попутному укладанні переводів 1-2-3. В той же час в даній схемі їх сумарна довжина повинна відповідати відстані між осями колій 1 і 2. Враховуючи дану обставину, величина l_j^* , що розрахована за різницею ординат суміжних точок похилого відрізка, має пріоритет перед присвоєним раніше конструктивним значенням l_j^* і приймається як остаточне значення. Слід додати, що для визначеності вибору розрахункової і конструктивної вставок в схемі, що наведена на рисунку 1, необхідно в моделі розрахункову вставку помітити кодом 9999.

За завершенням визначення і контролю вставок на похилих відрізках здійснюється розрахунок абсцис X_i всіх точок плану. Методика розрахунку також заснована на побудові на неорієнтованому графі \bar{G} остовного дерева з коренем в опорній точці. При цьому, як і для розрахунку ординат вершин, використовується алгоритм пошуку в глибину. При побудові дерева одночасно здійснюється контроль зв'язності графа, оскільки при її відсутності неможливо визначити координати усіх точок плану.

Після побудови дерева здійснюється розрахунок довжини та вставок між точками, що є кінцевими вершинами ребер графа \bar{G} , які не ввійшли в остовне дерево.

Наприкінці здійснюється розрахунок ординат усіх кінцевих вершин графа G (вершин, що є кінцями колій $v_i \in V^w$). При цьому всі відрізки, для яких у вхідній моделі не задано конкретну довжину, вирівнюються, відповідно, по лівій ($d^+(v_i)=1$) або по правій межі плану ($d^+(v_i)=0$). Після вирівнювання відрізків здійснюється розрахунок координат вершин $v_i \in V^w$ і визначаються довжини вставок, що знаходяться на інцидентних їм відрізках.

Розраховані таким чином параметри використовуються для побудови вихідної моделі станції та візуалізації графічного зображення її плану на екрані дисплею.

2 РОЗРАХУНОК ВІДСТАНЕЙ МІЖ ХАРАКТЕРНИМИ ТОЧКАМИ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ

Відстані між суміжними точками схеми (довжини відрізків та прямі вставки) залежать, в першу чергу від типу точок, що обмежують відрізки (ЦП, ВК, КП). Можливі п'ять різних комбінацій вказаних точок на кінцях відрізка: ЦП-ЦП, ЦП-ВК (ВК-ЦП), ЦП-КП (КП-ЦП), ВК-ВК, ВК-КП (КП-ВК).

Найбільший клас складають відрізки, що обмежені двома стрілочними переводами (ЦП-ЦП). Довжина між двома суміжними ЦП складається з трьох елементів

$$l_{jk} = d_j + f_{jk} + d_k,$$

де d_j, d_k – геометричні розміри a, b стрілочних переводів;
 f_{jk} – пряма вставка.

Геометричні розміри стрілочних переводів відомі і тому задача розрахунку відстані зводиться до знаходження вставки, яка визначається їх взаємним розташуванням. З цією метою всю множину варіантів взаємного розташування стрілочних переводів розподілено на ряд принципів схем, які розрізняються методом визначення вказаної прямої вставки. При цьому дев'ять з них створюються при з'єднанні двох переводів, у яких бокові колії відхиляються в один бік – двох правосторонніх (ПП) або двох лівосторонніх (ЛЛ) переводів. Ще дев'ять варіантів можливі при з'єднанні різносторонніх переводів – ПЛ або ЛП. Вказані 18 варіантів можуть бути зведені до шести принципів схем (рисунок 2).

a)

Рисунок 2 – Схеми взаємного розташування суміжних стрілочних переводів

Схема 1 (рисунок 2, а) – зустрічне укладання переводів з боковими коліями, що спрямовані у різні боки. Переводи розташовані гостряками назустріч один до одного; між стиками рамних рейок вкладається конструктивна вставка d .

Схема 2 (рисунок 2, б) – зустрічне укладання переводів з боковими коліями, що спрямовані в один бік. Переводи розташовані гостряками назустріч один до одного; між стиками рамних рейок вкладається конструктивна вставка d .

Схема 3 (рисунок 2, в) – попутне укладання переводів з боковими коліями, які спрямовані у різні боки. Між торцем хрестовини одного переводу та стиком рамної рейки іншого вкладається конструктивна вставка d .

Схема 4 (рисунок 2, г) – попутне укладання переводів з паралельними боковими коліями, які спрямовані в один бік. Між торцем хрестовини одного переводу та стиком рамної рейки іншого вкладається розрахункова вставка p , розмір якої залежить від відстані між осями колій, що відхиляються.

Схема 5 (рисунок 2, д) – зустрічне укладання переводів з паралельними боковими коліями, що спрямовані в різні боки. Між торцями хрестовин переводів вкладається конструктивна вставка p , розмір якої залежить від відстані між осями колій, що відхиляються.

Схема 6 (рисунок 2, е) – зустрічне укладання переводів з боковими коліями, що спрямовані в один бік. Між торцями хрестовин переводів вкладається розрахункова вставка p , розмір якої залежить від особливостей конструкції з'єднання колій, у якій використовується дана схема. Частіше всього схема 6 зустрічається у перехресних з'їздах (рисунок 3, а), а також у замкнутих контурах (рисунок 3, б).



а) перехресний з'їзд; б) замкнутий контур

Рисунок 3 – Варіанти використання схеми 6 на планах станцій:

Якщо хоча б один з кінців відрізка є кінцем колії або вершиною кута, то такий відрізок відноситься до схем 7-9 (рисунок 4).

Схема 7 (рисунок 4, а, б) – хоча б один з кінців відрізка є кінцем колії; при цьому другим кінцем може бути як центр переводу, так і вершина кута.

Схема 8 (рисунок 4, в) – один з кінців відрізка є центром переводу, а інший – вершиною кута.

Схема 9 (рисунок 4, г) – обидва кінці відрізка є вершинами кутів.

Запропонована класифікація відрізків достатньо ефективна та дозволяє визначати як необхідну довжину прямої вставки, так і загальну довжину кожного відрізка.

a)

Рисунок 4 – Схеми відрізків, у яких хоча б один із кінців є стрілочним переводом

Як відомо, вставки між стрілочними переводами діляться на конструктивні та розрахункові. Конструктивні вставки (схеми 1, 3) визначаються за нормативними таблицями в залежності від типу принципової схеми, категорії колії, умов укладання та допустимої швидкості руху поїздів стрілочними переводами.

Розрахункові вставки (схеми 4, 5) визначаються, як правило, за умовою забезпечення необхідної відстані g_{jk} між осями паралельних колій

$$f_{ik} = \frac{g_{ik}}{\sin \alpha} - (d_j + d_k),$$

де α – кут хрестовини.

Можливі два різних варіанти визначення відстані g_{jk} . В першому випадку стрілочні переводи j і k знаходяться на різних горизонтальних коліях з відомими ординатами, відповідно Y_j і Y_k ; при цьому $g_{jk} = |Y_j - Y_k|$. В другому випадку, коли стрілочні переводи знаходяться на одній горизонтальній колії, відстань g_{jk} повинна бути заданою у явному вигляді у вхідній моделі горловини; в іншому випадку при розрахунках буде прийнято стандартне значення $g_{jk} = 5,3$ м. Якщо стрілочні переводи j і k

знаходяться на похилій колії, а відстань g_{jk} або безпосередньо вставка f_{jk} не задані, то величина f_{jk} знаходиться за різницею ординат точок j і k та кутом нахилу цієї колії до осі абсцис

$$f_{jk} = \frac{|Y_j - Y_k|}{\sin \theta_{jk}} - (d_j + d_k).$$

При цьому передбачається, що схема горловини і набір заданих параметрів дозволяють знайти ординати Y_j і Y_k .

Для відрізків, що віднесені до схеми 6, розрахунок залежить від величини p_{jk} , яка задана у вхідній моделі. Якщо вставка p_{jk} задана явно, то її числове значення використовується для розрахунку загальної відстані l_{jk} між точками j і k . Якщо $p_{jk} = 9999$, то відповідна вставка визначається за різницею координат точок j і k за формулами (1) і (2), що наведені нижче. Якщо ж $p_{jk} = 0$, то ці стрілочні переводи ідентифікуються як частини перехресного з'їзду; при цьому вставка f_{jk} визначається як

$$f_{jk} = \frac{e}{\operatorname{tg} \alpha} - (b_j + b_k).$$

При цьому одночасно визначаються вставки $f_{\Gamma\Pi}$ з'їзду, що проходить через глухе перехрещення

$$f_{\Gamma\Pi} = \frac{1}{2} \left(\frac{e}{\sin \alpha} - (2 \cdot b + l_{\Gamma\Pi}) \right),$$

де $l_{\Gamma\Pi}$ – довжина глухого перехрещення, м.

В окремих випадках, коли, наприклад, вставка, що відноситься до будь-якого типу схеми, замикає деякий контур, її величина визначається за різницею координат кінців відповідного відрізка

$$f_{jk} = \frac{\Delta x_{jk}}{\cos \theta_{jk}} - (d_j + d_k) \quad (1)$$

або

$$f_{jk} = \frac{\Delta y_{jk}}{\sin \theta_{jk}} - (d_j + d_k), \quad (2)$$

де θ_{jk} – кут нахилу відрізка l_{jk} до осі абсцис.

У цих випадках розрахунок вставки відкладається до кінця розрахунків відповідних координат. Вважаючи, що вибір вставки, яка визначається за умови замкнутості контуру, може бути неоднозначним, відповідні дуги у вхідній моделі повинні бути відмічені кодом 9999.

Окремі вставки можуть бути задані явно у вхідній моделі; зокрема може бути задана довжина розрахункової колії, що визначає корисну довжину всіх колій парку. Відома довжина розрахункової колії забезпечує можливість переходу з однієї горловини парку в іншу при розрахунках координат. Звичайно такий випадок має місце, коли станція (парк) розташована на прямій та може бути описана єдиним графом G . У випадках, коли вставка задана, визначається тільки загальна довжина відрізка.

Прямі вставки на відрізках, що обмежені точками ЦП-ВК, визначаються або з конструктивних міркувань, або за умови забезпечення потрібного міжколійя g

$$f_{jk} = \frac{g_{jk}}{\sin \alpha_j} - (d_j + T_k),$$

де T_k – тангенс кривої, м.

У випадках, коли відрізок обмежений двома ВК, вставка визначається, як правило, за різницею координат його кінців

$$f_{jk} = \frac{\Delta x_{jk}}{\cos \theta_{jk}} - (T_j + T_k)$$

або

$$f_{jk} = \frac{\Delta y_{jk}}{\sin \theta_{jk}} - (T_j + T_k).$$

Нарешті, у випадках, коли один із кінців відрізка є кінцем колії КК, відповідна вставка або повинна бути задана, або вона буде визначена по межі станції.

3 РОЗРАХУНОК КООРДИНАТ ХАРАКТЕРНИХ ТОЧОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ

Розрахунок виконується після визначення всіх вставок. Для розрахунку використовуються рекурентні формули

$$\begin{aligned}x_k &= x_j + l_{jk} \cdot \cos \theta_{jk}, \\y_k &= y_j + l_{jk} \cdot \sin \theta_{jk}.\end{aligned}$$

Розрахунок починається від опорної точки P_0 , координати якої повинні бути заданими.

Раціональна послідовність розрахунку координат досягається при використанні запропонованої нижче методики. Для розрахунку координат початковий орієнтований граф $G=(V,E)$ доцільно перетворити в неорієнтований, який будемо позначати як $\bar{G}=(V,\bar{E})$. При цьому необхідно видалити частину дуг графа G , так щоб в отриманому підграфі $\bar{G}_0=(V,\bar{E}_0)$ не було

циклів. Іншими словами, необхідно із графа G побудувати остовне дерево $U=(V, E_U)$ з коренем в опорній точці (вершина v_0). Дійсно, наявність циклу в графі може привести до неоднозначності розрахунку координат деякої вершини v , до якої існує більше одного маршруту від вершини v_0 . Очевидно, що видаленими повинні бути відмічені дуги графа G , для яких не були розраховані на першому етапі довжини та прямі вставки. Зазвичай це відрізки, що замикають деякі контури у схемі та є відміченими у вхідній моделі кодом 9999, або відрізки, що відносяться до схем 8 та 9, якщо для них не задані у наявному вигляді довжини прямих вставок.

Враховуючи можливі помилки у вихідних даних, після побудови остовного підграфу U графа G , необхідно визначити число його зв'язаних компонентів (воно повинно дорівнювати 1) та переконатися у відсутності у нього циклів. Після того, як буде побудовано остовне дерево U , необхідно організувати обхід всіх його вершин та ребер для безпосереднього розрахунку координат. Найбільш відповідним для вирішення даних задач є алгоритм пошуку в глибину, який характеризується обчислювальною складністю порядку $O(n+m)$.

Для подання неорієнтованого графу $\bar{G}=(V, \bar{E})$ у пам'яті ЕОМ використовуються списки ребер $\bar{E}=(\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_m)$, де m – число ребер графу \bar{G} . Оскільки ребро графу можна зберігати, використовуючи дві клітинки (по одній на кожну кінцеву вершину), то для зберігання всього списку \bar{E} достатньо $2m$ клітинок. Крім того, для реалізації алгоритму пошуку у глибину та виконання вказаних вище перевірок необхідно список ребер \bar{E} доповнити списком відміток ребер $\Xi=(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m)$, за допомогою яких відмічаються також дуги вихідного графу \bar{G} , які видалені.

Для організації обчислювання координат точок базового елемента розробляється алгоритм пошуку у глибину, що заснований на обраному методі подання графу в ЕОМ і враховує особливості задачі.

Після побудови дерева здійснюється розрахунок відстаней та вставок між точками, що є кінцевими вершинами ребер графа \bar{G} , які не увійшли в остовне дерево. У прикладі, який наведений на рисунку 5, – це відрізки 1-9, 5-4 і 201-203.

Рисунок 5 – Остовное дерево $U=(V,E)$ на графі \bar{G} для розрахунку абсцис x_i точок плану

Список літератури

1 Бобровский, В.И. Модели, методы и алгоритмы автоматизированного проектирования железнодорожных станций [Текст] : монография / В.И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкин. – Днепропетровск: Маковецкий, 2010. – 156 с.

2 Головнич, А.К. Автоматизация проектирования железнодорожных станций [Текст] / А.К. Головнич. – Гомель: Белгут, 2001. – 201 с.

3 Правдин, Н.В. Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций [Текст] : монография / Н.В. Правдин, А.К. Головнич, С.П. Вакуленко; под общ. ред. Н.В. Правдина. – М.: Маршрут, 2004. – 400 с.

4 Негрей, В.Я. Автоматизация проектирования железнодорожных станций и узлов [Текст] / В.Я. Негрей, М.Н. Луговцов, Я.А. Перегуд. – Гомель: БелГУТ, 1998. – 78 с.

5 Сологуб, Н.К. Автоматизированное проектирование железнодорожных станций [Текст] / Н.К. Сологуб, А.Т. Осьмилин. – Куйбышев, 1990. – 83 с.

6 Огарь, А.Н. Автоматизированное проектирование железнодорожных станций и узлов [Текст]: конспект лекций / А.Н. Огарь, Д.С. Лючков, Е.С. Щурова. – Харьков: УкрГАЖТ, 2009. – Ч.2. – 78 с.

