

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра залізничних станцій та вузлів**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до практичних занять**

**з дисципліни  
«ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ»**

**Харків – 2021**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри залізничних станцій та вузлів 22 березня 2021 року, протокол № 8.

Наведено практичні завдання з визначення місця проектування об'єктів логістичних комплексів, їх основних розмірів, планування приміщень і технічного оснащення транспортними та навантажувально-розвантажувальними засобами.

Методичні вказівки призначені для проведення практичних занять з дисципліни «Проектування логістичних комплексів» для студентів денної та заочної форм здобуття освіти зі спеціальності 275.02 – Транспортні технології (на залізничному транспорті).

Укладачі:

проф. О. М. Огар,  
старш. викл. Г. І. Шелехань

Рецензент

проф. В. М. Запара

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Визначення оптимального типу та кількості вантажних автомобілів.....	5
2 Розрахунок терміну заміни вантажних автомобілів.....	8
3 Прийняття рішення про форму власності складів.....	11
4 Визначення локалізації об'єктів логістичного комплексу.....	14
5 Визначення необхідної площі складів.....	18
6 Розрахунок кількості навантажувачів у розподільчому центрі.....	21
7 Проектування митного складу у логістичному комплексі.....	25
Список літератури.....	29

## ВСТУП

Стрімкий розвиток торговельно-економічних відносин усередині країни та на міжнародному рівні, зростання вантажопотоків та розширення номенклатури вантажів протягом останніх десятиліть зумовлюють пошук і впровадження ефективних рішень щодо організації та управління транспортного, складського та виробничого обслуговування підприємств при здійсненні логістичної діяльності. Рівень ефективності таких рішень повинен базуватися на застосуванні адаптивних методів та технологій у сфері логістики, сучасних розробок та існуючих вимог і норм до проектування інфраструктури логістичних комплексів. Тому особливої актуальності набуває рівень знань та практичних навичок спеціалістів логістичної галузі для впровадження у виробничий процес підприємств будь-якої форми власності новітніх рішень з оптимізації господарської діяльності та використання її об'єктів.

Ці методичні вказівки містять рекомендації щодо вирішення сучасних практичних задач, які постають перед спеціалістами з логістичного обслуговування, при проектуванні об'єктів логістичних комплексів, виборі місця їх розташування, числа та форми власності з урахуванням нормативних вимог та економічної доцільності для задоволення потреб із зберігання та розміщення матеріальних потоків у регіонах упровадження логістичної діяльності.

## 1 Визначення оптимального типу та кількості вантажних автомобілів

Для транспортування  $(40+i)$  т вантажу з вантажного району залізничної станції на склад логістичного комплексу необхідно визначити оптимальний тип та кількість вантажних автомобілів. Тривалість роботи складу логістичного комплексу протягом дня – 7 год.

Таблиця 1 – Вихідні дані до задачі 1

Параметр	Тип автомобіля		
	Hyundai HD 78	Foton Ollin Surpassing 14.0T	MAN F2001/T37
Вантажопідйомність, т	4,7	7,0	12,7
Відстань між залізничною станцією та складом, км	20+i		
Сумарний час простою автомобіля під вантажними операціями у рейсі, хв	30+i	40+i	50+i
Нульовий пробіг автомобіля, хв	40	30	25
Час перерв у роботі водія, хв	30		
Технічна швидкість автомобіля, км/год	55	40	35
Коефіцієнт використання вантажопідйомності при перевезенні вантажу	0,41		
Вартість автомобіля, ум.од.	8700	10200	12900
Примітка – $i$ – номер студента у списку групи			

*Мета:* розрахувати потребу у вантажних автомобілях для перевезення вантажу із залізничної станції на склад логістичного комплексу.

Визначення оптимального типу та кількості вантажних автомобілів для транспортування вантажу ґрунтується на

економічній доцільності придбання визначеної кількості автомобілів.

Загальний час роботи одного автомобіля кожного типу на маршруті протягом робочої зміни  $T_M$  визначається

$$T_M = T_C - t_0 - T_{пер}, \quad (1.1)$$

де  $T_C$  – тривалість роботи складу логістичного комплексу протягом дня, год;

$t_0$  – тривалість нульового пробігу автомобіля (заїзди під час роботи для заправлення паливом), год;

$T_{пер}$  – тривалість перерв у роботі водія, год.

Середня тривалість одного рейсу для кожного типу автомобілів з урахуванням порожнього пробігу становить

$$T_P = \frac{2 \cdot L}{v_{max}}, \quad (1.2)$$

де  $L$  – відстань між залізничною станцією та складом, км;

$v_{max}$  – технічна швидкість руху автомобіля, км/год.

Продуктивність одного вантажного автомобіля за робочу зміну  $W$ , т, становить

$$W = \frac{T_M \cdot Q_\phi}{T_P + T_{BO}}, \quad (1.3)$$

де  $Q_\phi$  – фактична вантажопідйомність автомобіля, т:

$$Q_\phi = Q \cdot \gamma, \quad (1.4)$$

де  $Q$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності при перевезенні заданого виду вантажу.

Необхідна кількість автомобілів кожного типу визначається за формулою з округленням до цілого у більшу сторону

$$A = \frac{E}{W}, \quad (1.5)$$

де  $E$  – обсяг вантажу, що необхідно перевезти, т.

Загальні витрати з придбання вантажних автомобілів для роботи у логістичному комплексі становитимуть

$$C = C_{авт} \cdot A, \quad (1.6)$$

де  $C_{авт}$  – вартість автомобіля, ум. од.

Розрахунки з визначення оптимального типу та кількості вантажних автомобілів доцільно звести до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розрахунки оптимального типу та кількості вантажних автомобілів

Показник	Тип автомобіля		
	Hyundai HD 78	Foton Ollin Surpassing 14.0T	MAN F2001/T37
Загальний час роботи одного автомобіля кожного типу протягом робочої зміни, год			
Середня тривалість одного рейсу, год			
Фактична вантажопідйомність автомобіля, т			
Продуктивність одного автомобіля, т			
Необхідна кількість автомобілів для транспортування вантажу, шт.			
Витрати на придбання необхідної кількості автомобілів, ум. од.			

## 2 Розрахунок терміну заміни вантажних автомобілів

На основі вихідних даних таблиці 2.1 визначити термін заміни автомобілів для обслуговування регіональних складів логістичного комплексу з урахуванням витрат на ремонт у процесі їх експлуатації протягом 6 років. Навести графічне зображення результатів розрахунку.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до задачі 2

Параметр	Роки експлуатації автомобілів					
	1	2	3	4	5	6
Вартість придбання нового автомобіля, ум. од.	$800+i \cdot 100$					
Пробіг автомобіля протягом року, км	$20000+i \cdot 100$					
Річні витрати на ремонт автомобіля, ум. од.	$10+i \cdot 5$	$25+i \cdot 5$	$45+i \cdot 5$	$67+i \cdot 5$	$85+i \cdot 5$	$100+i \cdot 5$
Ринкова вартість автомобіля на кінець року, ум. од.	$710+i \cdot 100$	$650+i \cdot 100$	$610+i \cdot 100$	$585+i \cdot 100$	$540+i \cdot 100$	$500+i \cdot 100$
Примітка – $i$ – номер студента у списку групи						

*Мета:* вивчення методу визначення терміну заміни транспортного засобу, оснований на обліку витрат на його ремонт у процесі експлуатації, а також на дослідженнях ринку транспортних засобів, що були у вжитку.

Для визначення терміну заміни автомобілів у логістичному комплексі необхідно визначити та побудувати такі залежності:

$f_1(L)$  – залежність приведених витрат на ремонт, що припадають на одиницю виконаної автомобілем роботи, від обсягу виконаної роботи;

$f_2(L)$  – залежність приведених витрат капіталу, що припадають на одиницю виконаної роботи, від обсягу виконаної роботи;



$F(L)$  – залежність сумарних приведених витрат на ремонт і витрат капіталу від обсягу роботи автомобіля, мінімум якої дасть змогу визначити оптимальний термін заміни автомобілів.

Виконаною роботою автомобілів є їх пробіг при перевезенні вантажів логістичного комплексу. Приведені витрати на ремонт автомобілів на 1 км пробігу на кінець кожного року експлуатації, що формують функцію  $f_1(L)$ , визначається як

$$f_1(L) = \sum_{i=1}^n \frac{Z_{Pi}^{PP}}{L_{npi}}, \quad (2.1)$$

де  $Z_{Pi}^{PP}$  – витрати на ремонт на кінець кожного року наростаючим підсумком, ум. од.;

$L_{npi}$  – сумарний пробіг автомобіля на кінець кожного року, км;

$n$  – кількість років експлуатації автомобілів, для яких проводиться розрахунок.

Визначаємо величину капітальних витрат на кінець кожного періоду експлуатації  $K_{np}$ . Ця величина розраховується як різниця між первісною вартістю автомобіля  $K_{авт}^{нов}$  та його вартістю на ринку транспортних засобів, що були у вжитку, до кінця відповідного періоду експлуатації  $K_{авт}^{вж}$ :

$$K_{np\ i} = K_{авт}^{нов} - K_{авт\ i}^{вж}. \quad (2.2)$$

Приведені капітальні витрати для кожного року експлуатації на одиницю виконаної роботи, що складають функцію  $f_2(L)$ , знаходять як

$$f_2(L) = \frac{K_{np\ i}}{L_{np\ i}}. \quad (2.3)$$

Загальні приведені витрати на ремонт і приведені витрати капіталу, віднесені до величини пробігу, що визначають функцію  $F(L)$ , знаходять із виразу

$$F(L) = f_1(L) + f_2(L). \quad (2.4)$$

Результати розрахунків доцільно звести у таблицю 2.2.

Приклад побудови графіків функцій  $f_1(L)$ ,  $f_2(L)$  і  $F(L)$  наведено на рисунку 2.1.

Після побудови графіків необхідно їх проаналізувати та зробити висновок щодо величини пробігу, за якої сумарні приведені капітальні витрати і витрати на ремонт автомобілів мінімальні.

Для отримання остаточної відповіді на задачу необхідно визначити який термін експлуатації автомобілів відповідає величині того пробігу, за якого досягається мінімум сумарних приведених витрат.

Таблиця 2.2 – Розрахунок терміну заміни автомобілів

Показник	Роки експлуатації автомобілів					
	1	2	3	4	5	6
Пробіг наростаючим підсумком, км						
Річні витрати на ремонт, ум.од.						
Витрати на ремонт наростаючим підсумком, ум.од.						
Приведені витрати на ремонт автомобілів на 1 км пробігу на кінець року, ум. од.						
Ринкова вартість автомобіля на кінець року, ум. од.						
Капітальні витрати на кінець року, ум.од.						
Приведені капітальні витрати на 1 км пробігу, ум. од.						
Загальні приведені витрати на 1 км пробігу, ум. од.						

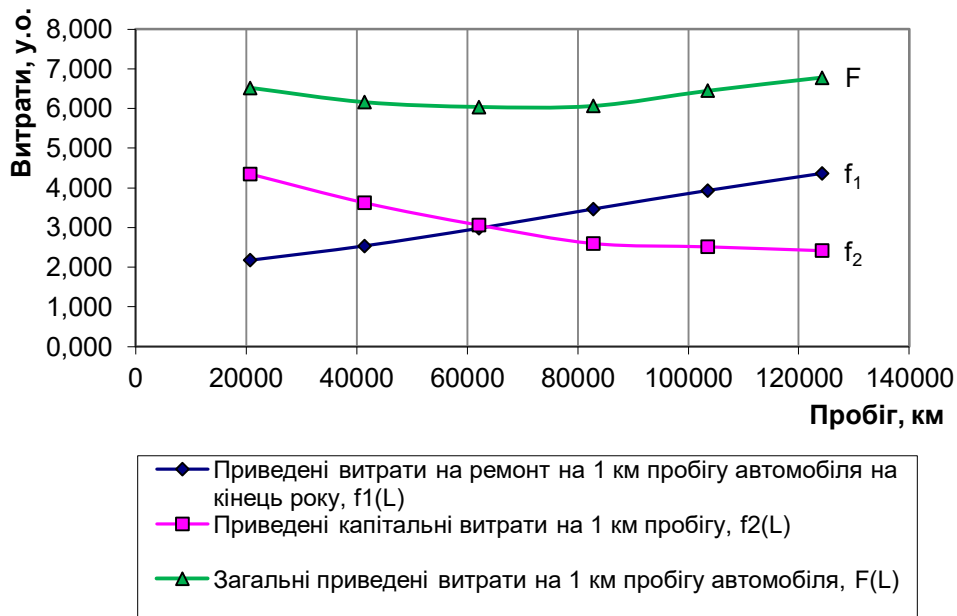


Рисунок 2.1 – Визначення оптимального терміну заміни автомобілів

### 3 Прийняття рішення про форму власності складів

На основі вихідних даних таблиці 3.1 визначити величину вантажообігу байдужості та провести обґрунтування доцільної форми власності розподільчого складу у новому регіоні обслуговування логістичної компанії. Навести графічну інтерпретацію отриманих розрахунком результатів.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до задачі 3

Показник	Значення
Вантажообіг компанії, т/рік	$500+i$
Вартість вантажопереробки, ум.од/т	$i$
Умовно-постійні витрати на власному складі, ум.од.	$900+i$
Добова вартість використання вантажної площі орендованого складу, ум.од.	$i$
Кількість діб зберігання вантажу на орендованому складі протягом року	$365-10 \cdot i$
Величина запасів, діб обороту	$10+i$
Питоме навантаження на одиницю площі при зберіганні вантажів на орендованому складі, т/м <sup>2</sup>	$i$
Примітка – $i$ – номер студента у списку групи	

*Мета:* засвоєння методу визначення доцільної форми власності складу на основі мінімуму економічних витрат на його утримання.

Для здійснення логістичної діяльності у новому регіоні обслуговування логістична компанія може орендувати складські приміщення або побудувати власний складський комплекс.

Основою для прийняття рішення про будівництво власного складу є виконання двох умов:

1) вантажообіг компанії повинен бути вищим за вантажообіг байдужості.

2) термін окупності інвестицій у будівництво складу повинен задовольняти компанію.

У загальному випадку залежності витрат від обсягу вантажу є нелінійними функціями, що пов'язано з наявністю оптових знижок, зміною розмірів партій у перевезеннях та іншими факторами. Оскільки розрахунки будуть проводитись на рік, тому побудуємо лінійні залежності витрат від вантажообігу компанії за цей період часу.

Функція залежності умовно-змінних витрат від вантажопереробки на власному складі  $\Phi 1$  розраховується з огляду на питому вартість вантажопереробки на власному складі

$$\Phi 1 = C_{пер} \cdot B, \quad (3.1)$$

де  $C_{пер}$  – вартість вантажопереробки, ум.од/т;

$B$  – річний обсяг переробки вантажу на складі, т/рік.

Функція  $\Phi 2$  визначається величиною умовно-постійних витрат (на амортизацію техніки, комунальні платежі, заробітну плату управлінського персоналу і фахівців тощо) та не залежить від змін вантажообігу.

Загальні витрати на утримання власного складу є функцією  $\Phi 3$ :

$$\Phi 3 = \Phi 1 + \Phi 2. \quad (3.2)$$

Графік функції  $\Phi 4$  (залежність витрат на зберігання вантажів на орендованому складі від вантажообігу) будується

лінійно на основі тарифної ставки за зберігання вантажів на складі. Ця залежність визначається

$$\Phi_4 = \alpha \cdot P \cdot t, \quad (3.3)$$

де  $\alpha$  – добова вартість використання вантажної площі орендованого складу (тариф на послуги орендованого складу), ум.од.;

$t$  – кількість днів зберігання вантажу на орендованому складі протягом року;

$P$  – необхідна площа складу для зберігання вантажу, м<sup>2</sup>:

$$P = \frac{3 \cdot B}{D \cdot \rho}, \quad (3.4)$$

де  $3$  – величина запасів, днів обороту;

$D$  – кількість робочих днів складу протягом року,  $D=350$ ;

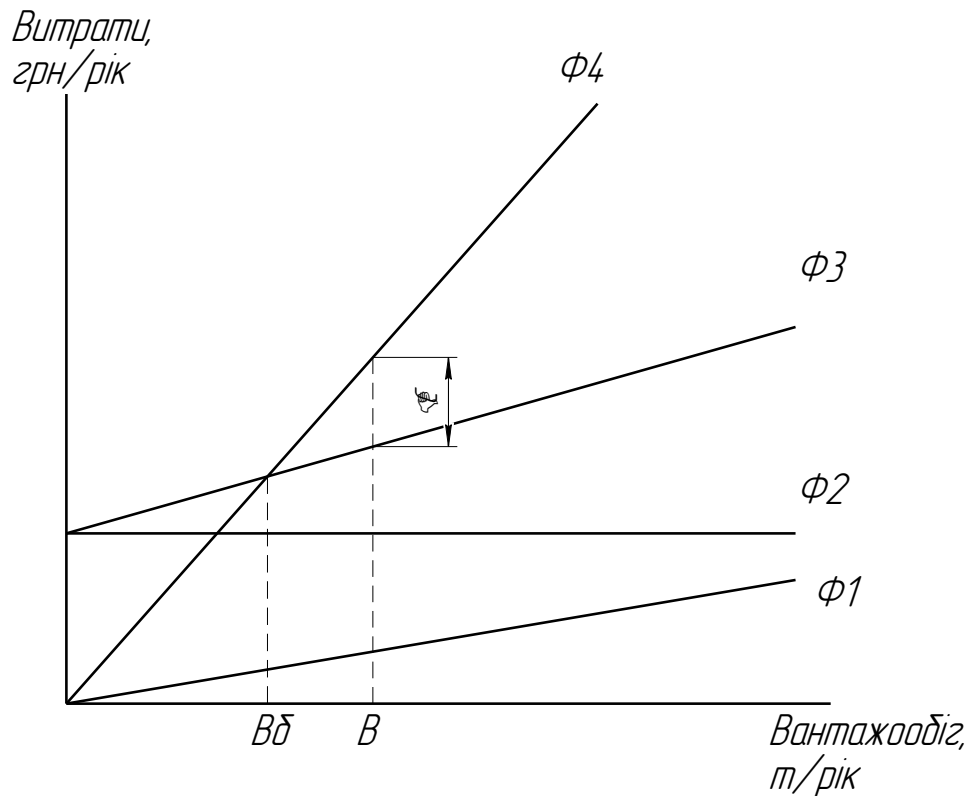
$\rho$  – питома навантаження на одиницю площі при зберіганні вантажів на орендованому складі, т/м<sup>2</sup>.

Величина вантажообігу байдужості  $B_6$  знаходиться за формулою

$$B_6 = \frac{B \cdot \Phi_2}{\Phi_4 - \Phi_1}. \quad (3.5)$$

Побудуємо графіки залежностей для визначення форми власності складу (рисунок 3.1).

Точка перехрещення графіка функцій  $\Phi_3$  та  $\Phi_4$  визначає вантажообіг байдужості, тобто при якій величині вантажообігу витрати на зберігання вантажів на власному складі дорівнюють витратам за користування послугами орендованого складу. Якщо вантажообіг компанії більший за вантажообіг байдужості, то доцільним є будівництво власних складів у регіоні логістичної діяльності. У противному ж випадку витрати на оренду складів будуть економічно виправдані.



$\Phi 1$  – залежність умовно-змінних витрат від вантажопереробки на власному складі;  $\Phi 2$  – залежність умовно-постійних витрат від вантажообігу;  $\Phi 3$  – сумарний графік  $\Phi 1$  і  $\Phi 2$ ;  $\Phi 4$  – залежність витрат на зберігання вантажів на найманому складі від вантажообігу;  $V\delta$  – вантажообіг байдужості;  $V$  – вантажообіг компанії

Рисунок 3.1 – Прийняття рішення про будівництво власного складу

#### 4 Визначення локалізації об'єктів логістичного комплексу

Відповідно до вихідних даних таблиці 4.1 виконати розрахунки з визначення координат оптимального місця розташування розподільчого логістичного центру, куди будуть надходити вантажі від трьох постачальників  $S$  і звідки ці вантажі будуть відправлятися у шість регіональних складів  $W$ . Навести графічне зображення результатів розрахунку.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до задачі 4

Учасники	Параметри		
	Координати X	Координати Y	Поставки або попит, т
Постачальник 1 (S1)	$i+90$	$100-i$	$10 \cdot i$
Постачальник 2 (S2)	$20+i$	$5 \cdot i$	$80+i$
Постачальник 3 (S3)	$7 \cdot i$	$i+150$	$250-i$
Склад 1 (W1)	$80+i$	$2 \cdot i$	$8 \cdot i$
Склад 2 (W2)	$160-i$	$30+i$	$20+i$
Склад 3 (W3)	$100+i$	$80-i$	$60-i$
Склад 4 (W4)	$6 \cdot i$	$2 \cdot i$	$3 \cdot i$
Склад 5 (W5)	$40+i$	$120+i$	$100-i$
Склад 6 (W6)	$10 \cdot i$	$140+i$	$35+i$
Примітка – $i$ – номер студента у списку групи			

*Мета:* визначення оптимального місця розташування розподільчого логістичного центру методом центру тяжіння.

Застосування методу центру тяжіння при визначенні локалізації розподільчого центру передбачає накладення мережі координат на карту потенційних його місць розташування. Такий принцип дає можливість оцінити вартість доставки вантажів від постачальника до ймовірного складу і від складу до кінцевого споживача.

Суть методу – знайти рівновіддалену точку відносно розміщення всіх учасників логістичного процесу (постачальників та складів споживачів) з урахуванням величини їх вантажообігу. Координати центру тяжіння ( $X_C$ ,  $Y_C$ ) визначаються як зважене середнє за формулами

$$X_C = \frac{\sum X_i \cdot Q_i}{\sum Q_i}, \quad Y_C = \frac{\sum Y_i \cdot Q_i}{\sum Q_i}, \quad (4.1)$$

де  $X_i, Y_i$  – координати розташування кожного учасника логістичного процесу (постачальників і складів);

$Q_i$  – очікуваний попит від  $i$ -го складу або очікувані поставки вантажів від  $i$ -го постачальника, т.

Зведемо розрахунки координат з урахуванням вихідних даних до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок координат місця розташування логістичного центру

Учасники	Параметри				
	Координати Х	Координати У	Поставки або попит $Q_i, \text{ т}$	$X_i \cdot Q_i$	$Y_i \cdot Q_i$
Постачальник 1 (S1)					
Постачальник 2 (S2)					
Постачальник 3 (S3)					
Склад 1 (W1)					
Склад 2 (W2)					
Склад 3 (W3)					
Склад 4 (W4)					
Склад 5 (W5)					
Склад 6 (W6)					
Разом					

Підставивши необхідні значення із таблиці 4.1 у формулу (4.1), отримуємо координати для місця локалізації розподільчого логістичного центру. Остаточне рішення щодо місця розташування логістичного центру на практиці приймається з урахуванням місцевих умов для його проектування.

Приклад графічного зображення результатів розрахунку наведено на рисунку 4.1.



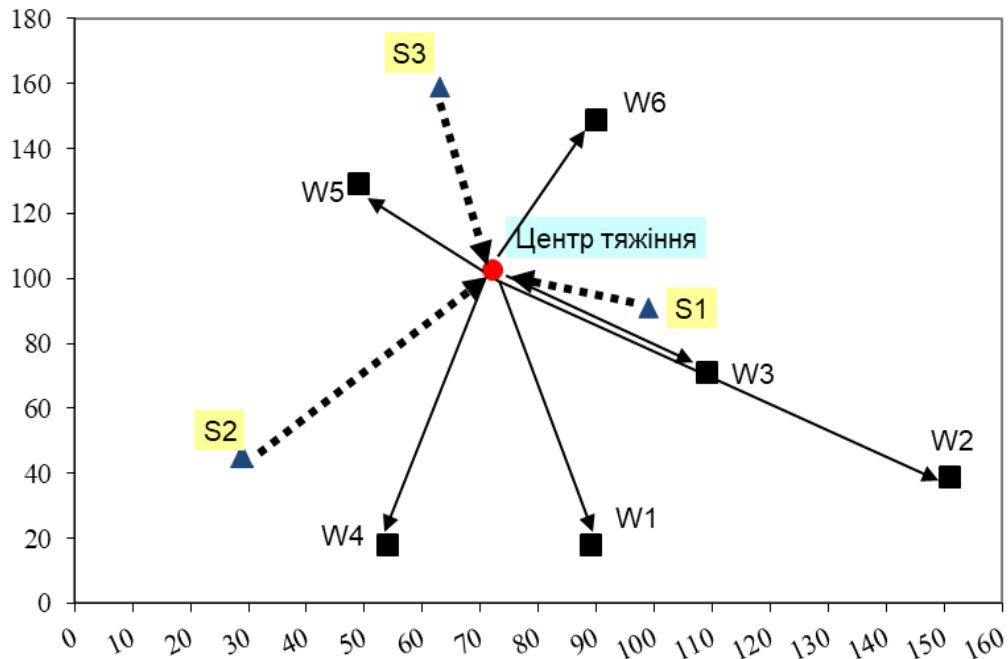


Рисунок 4.1 – Визначення розміщення логістичного центру методом центру тяжіння

## 5 Визначення необхідної площі складів

Відповідно до вихідних даних таблиці 5.1 визначити необхідну площу технологічної, допоміжної й підсобної частин і загальну площу для будівництва складу логістичного комплексу. Вантаж, що надходить у робочий час на склад, після вивантаження із транспортних засобів може бути направлений безпосередньо на зону зберігання, а може потрапити на неї, попередньо пройшовши прийомку. У вихідні дні прибулий вантаж розміщують у експедиції приймання, звідки у перший же робочий день його передають на склад. Весь вантаж, що надійшов на склад, врешті зосереджується на зоні зберігання.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до задачі 5

Показник	Значення
1	2
Прогноз річного вантажообігу, ум.од/рік	6000000
Прогноз вантажних запасів, днів обороту	15+i
Вартість 1 м <sup>3</sup> вантажу, що зберігається на складі, ум.од/м <sup>3</sup>	200+i

Продовження таблиці 5.1

1	2
Вартість 1 т вантажу, що зберігається на складі, ум.од/т	400+i
Висота укладання вантажів на зберігання, м	5,0
Частка вантажів, що проходять через зону приймання складу, %	50+i
Частка вантажів, що комплектуються на складі, %	35+i
Частка вантажів, що проходять через експедицію відправлення, %	60+i
Укрупнений показник розрахункового навантаження на 1 м <sup>2</sup> на зоні приймання та комплектування, т/м <sup>2</sup>	0,6
Укрупнений показник розрахункових навантажень на 1 м <sup>2</sup> в експедиційних приміщеннях, т/м <sup>2</sup>	0,58
Примітка – <i>i</i> – номер студента у списку групи	

*Мета:* визначення необхідної площі основних частин складської будівлі логістичного комплексу на основі прогнозних даних щодо обсягів вантажообігу та технології роботи складу.

На рисунку 5.1 наведено схему можливих варіантів руху вантажопотоків через технологічні зони на складі.

Визначте кількість варіантів руху вантажопотоків через технологічні зони складу відповідно до технології їх переробки.

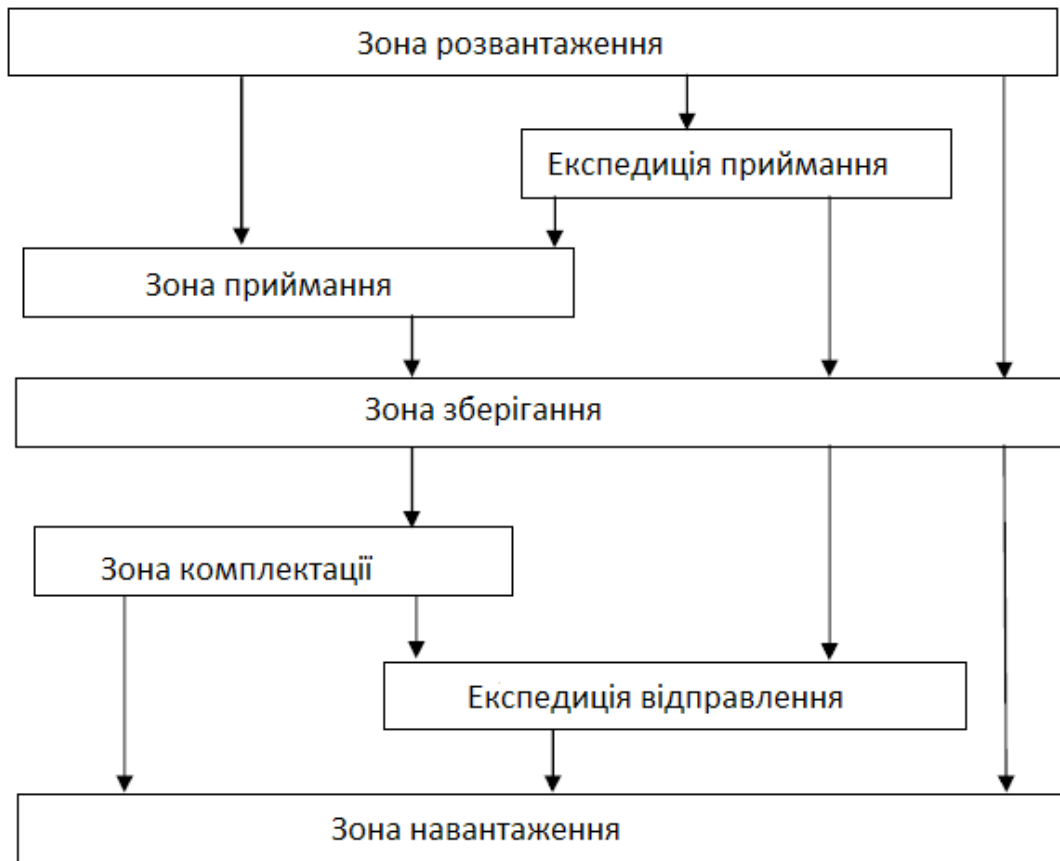


Рисунок 5.1 – Схеми руху матеріальних потоків на складі

Відповідно до цих варіантів визначимо площу всіх технологічних зон складу.

Загальна площа складу  $S$ ,  $\text{м}^2$ , визначається за формулою

$$S = S_{зб} + S_{дод} + S_{пр} + S_{к} + S_{рм} + S_{еп} + S_{ев}, \quad (5.1)$$

де  $S_{зб}$  – площа, зайнята безпосередньо під зберігання вантажів (із стелажми, штабелями та іншим оснащенням для зберігання),  $\text{м}^2$ ;

$S_{дод}$  – додаткова площа, зайнята проїздами і проходами,  $S_{дод} = 150 \text{ м}^2$ ;

$S_{пр}$  – площа зони приймання,  $\text{м}^2$ ;

$S_{к}$  – площа зони комплектування,  $\text{м}^2$ ;

$S_{рм}$  – площа частини складу, відведеної для оснащення робочих місць працівників складу,  $S_{рм} = 72 \text{ м}^2$ ;

$S_{еп}$  – площа експедиції приймання,  $\text{м}^2$ ;

$S_{ев}$  – площа експедиції відправлення,  $\text{м}^2$ .

Площа зони зберігання  $S_{зб}$  визначається як

$$S_{зб} = \frac{Q \cdot Z \cdot K_n}{D \cdot C_\epsilon \cdot K_\epsilon \cdot H}, \quad (5.2)$$

де  $Q$  – прогноз річного вантажообігу, ум.од/рік;

$Z$  – прогноз величини вантажних запасів, днів обороту;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу,  
 $K_n = 1,1-1,3$ ;

$D$  – кількість робочих днів складу протягом року,  $D=354$ ;

$K_\epsilon$  – коефіцієнт використання вантажного об'єму складу,  
 $K_\epsilon = 0,60-0,75$ ;

$C_\epsilon$  – вартість 1 м<sup>3</sup> вантажу, що зберігається на складі, ум.од/м<sup>3</sup>;

$H$  – висота укладання вантажів на зберігання, м.

Площі зон приймання і комплектування розраховуються відповідно за формулами:

$$S_{np} = \frac{Q \cdot K_n \cdot A \cdot t_{np}}{D \cdot C_p \cdot q}, \quad S_\kappa = \frac{Q \cdot K_n \cdot A' \cdot t_{np}}{D \cdot C_p \cdot q}, \quad (5.3)$$

де  $A, A'$  – частка вантажів, що відповідно проходять через зону приймання складу та підлягають комплектуванню на складі;

$t_{np}$  – кількість днів перебування вантажу на зоні приймання,  
 $t_{np}=0,5$  дн;

$C_p$  – вартість 1 т вантажу, що зберігається на складі, ум.од/т;

$q$  – укрупнені показники розрахункових навантажень на 1 м<sup>2</sup> на зоні приймання та комплектування, т/м<sup>2</sup>.

Експедиція приймання організовується для розміщення вантажу, що надходить у неробочий час складу. Її площа  $S_{en}$  повинна давати змогу розмістити таку кількість вантажу, яка може надійти протягом цього часу:

$$S_{en} = \frac{Q \cdot K_n \cdot t_{en}}{365 \cdot C_p \cdot q_e}, \quad (5.4)$$

де  $t_{en}$  – кількість днів, протягом яких вантаж буде перебувати в експедиції приймання,  $t_{en}=2$  дн;

$q_e$  – укрупнений показник розрахункових навантажень на  $1 \text{ м}^2$  в експедиційних приміщеннях,  $\text{т}/\text{м}^2$ .

Площа експедиції відправлення  $S_{ев}$  використовується для комплектування відвантажувальних партій:

$$S_{en} = \frac{Q \cdot K_n \cdot A'' \cdot t_{ев}}{D \cdot C_p \cdot q_e}, \quad (5.5)$$

де  $A''$  – частка вантажів, що проходять через експедицію відправлення;

$t_{ев}$  – кількість днів, протягом яких вантаж буде перебувати в експедиції відправлення,  $t_{ев}=1$  дн.

## 6 Розрахунок кількості навантажувачів у розподільчому центрі

На основі спостережних даних, поданих у таблиці 6.1, розрахувати оптимальну кількість навантажувачів, необхідну для завантаження автомобілів, що надходять у розподільчий центр для вивозу вантажу до регіональних складів. Навести графічне зображення результатів розрахунку.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для задачі 6

Показник	Значення						
Кількість автомобілів, що прибувають	1	2	3	4	5	6	7
Спостережна частота прибуття автомобілів, авт/год	$i+2$	$i+15$	$3 \cdot i$	$10 \cdot i$	$5 \cdot i$	$i+10$	$i$
Вартість простою автомобіля, ум.од/год	$30+i$						
Вартість простою навантажувача, ум.од/год	$20+i$						
Середня тривалість завантаження автомобіля, год	$0,5+i/10$						
Примітка – $i$ – номер студента у списку групи							

*Мета:* розрахувати оптимальну кількість навантажувачів для роботи на складі на основі теорії систем масового обслуговування.

Представимо процес завантаження автомобілів у розподільчому центрі як систему масового обслуговування з чергою та декількома каналами обслуговування. Розрахунки оптимальної кількості навантажувачів проводимо ітераційним перебором на основі визначення мінімальних витрат від простою автомобілів та навантажувачів.

Визначимо середню інтенсивність прибуття автомобілів у розподільчий центр під завантаження, авт/год:

$$\lambda_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot f_i}{\sum f_i}, \quad (6.1)$$

де  $f_i$  – кількість автомобілів, що надходять у розподільчий центр під завантаження;

$\lambda_i$  – частота прибуття кожної кількості автомобілів, авт/год.

Визначимо середню кількість автомобілів, що завантажуються за 1 год одним навантажувачем (інтенсивність обслуговування), авт/год:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{нав}}}, \quad (6.2)$$

де  $t_{\text{нав}}$  – середня тривалість завантаження автомобіля, год.

Сумарне завантаження системи  $\varphi$  залежно від можливої кількості навантажувачів  $p$  визначається за формулою

$$\varphi_i = \frac{\lambda_{\text{сер}}}{\mu \cdot p}. \quad (6.3)$$

Визначимо середню кількість незайнятих навантажувачів  $m$ :

$$m_i = (1 - \varphi_i) \cdot p. \quad (6.4)$$

Імовірність простою системи, коли у черзі немає автомобілів під завантаження, визначається за формулою

$$P_0 = \left( \frac{p^p \cdot \varphi_i^p}{p!(1 - \varphi_i)} + \sum_{\kappa=1}^{p-1} \frac{p^\kappa \cdot \varphi_i^\kappa}{\kappa!} \right)^{-1}, \quad (6.5)$$

де  $\kappa$  – можлива кількість незайнятих навантажувачів.

З урахуванням значень отриманих імовірностей  $P_0$  визначимо середню кількість автомобілів, які очікують обслуговування протягом години  $n$ :

$$n_i = \frac{p^p \cdot \varphi_i^{p+1}}{p!(1 - \varphi_i)^2} \cdot P_0. \quad (6.6)$$

Сумарна величина витрат від простою автомобілів в очікуванні виконання вантажних робіт та простою навантажувачів в очікуванні автомобілів  $C$  визначається як

$$C_i = C_{ai} + C_{ni}, \quad (6.7)$$

де  $C_{ai}$ ,  $C_{ni}$  – відповідно вартість простою автомобілів та навантажувачів, ум.од/год:

$$C_{ai} = c_a \cdot n_i, \quad (6.8)$$

де  $c_a$  – вартість простою одного автомобіля, ум.од/год,

$$C_{ni} = c_n \cdot m_i, \quad (6.9)$$

де  $c_n$  – вартість простою одного навантажувача, ум.од/год.

Зведемо до таблиці 6.2 проміжні результати розрахунків за наведеними вище формулами.

Після виконання розрахунків необхідно проаналізувати результати. Оптимальне рішення з розрахунку кількості навантажувачів відповідає мінімуму сумарних витрат від простоїв автомобілів та навантажувачів у логістичному центрі.

Таблиця 6.2 – Розрахунок оптимальної кількості навантажувачів у логістичному центрі

Показник	Кількість навантажувачів				
	1	2	3	4	5
Сумарне завантаження системи					
Середня кількість незайнятих навантажувачів					
Імовірність простою системи без автомобілів					
Середня кількість автомобілів, що очікують завантаження					
Витрати від простою автомобілів, ум.од/год					
Витрати від простою навантажувачів, ум.од/год					
Сумарні витрати від простоїв автомобілів та навантажувачів, ум.од/год					

На рисунку 6.1 зображено графічну інтерпретацію отриманих результатів. Графіки залежності витрат від простою автомобілів та навантажувачів необхідно будувати лише для тих випадків, для яких розраховане значення сумарного завантаження системи не перевищує 1.



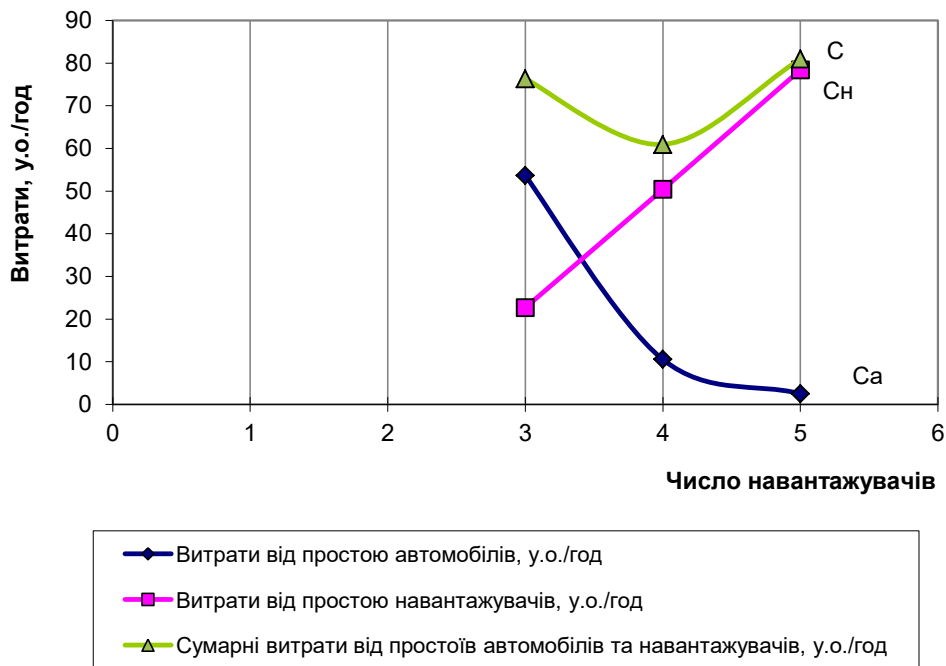


Рисунок 6.1 – Графічний розв'язок задачі з розрахунку оптимальної кількості навантажувачів у логістичному центрі

## 7 Проектування митного складу у логістичному комплексі

Згідно з вихідними даними таблиці 7.1 розробити проект митного складу закритого типу у логістичному комплексі, який складається із чотирьох зон зберігання вантажів. На перших двох зонах передбачити роботу козлових кранів на залізничному ході КК-10, на інших двох – підвісних кранів-балок. Митний склад обслуговує штат із шести працівників. Виконати план складу у масштабі 1:200.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані до задачі 7

Показник	Значення			
	1	2	3	4
Корисна площа зон зберігання, м <sup>2</sup>				
Габаритні розміри козлового крана КК-10: довжина, м ширина, м		30,2 8,0		
Габаритні розміри підвісного крана-балки: довжина, м ширина, м		10,2 2,2		
Примітка – <i>i</i> – номер студента у списку групи				

*Мета:* запроектувати митний склад з розподілом на технологічні, службові та допоміжні зони.

Митний склад – це спеціально оснащене приміщення, у якому можуть розміщуватися під митним контролем вантажі з моменту їх ввезення на територію України до моменту випуску у вільний обіг або передачі у відповідний митний режим. Оснащення митного складу має виключати можливість надходження вантажів і вилучення їх зі складу, крім митного контролю, і забезпечувати їх збереженість. Територія складу повинна бути огорожена.

Площа митного складу містить у собі загальну площу чотирьох зон зберігання вантажів  $P_{зб}$  допоміжної  $P_{дон}$  та службової площі  $P_c$ :

$$P = P_{зб} + P_{дон} + P_c, \quad (7.1)$$

$$P_{зб} = \sum_{i=1}^4 P_{зб i}, \quad (7.2)$$

де  $P_{зб i}$  – корисна площа кожної зони зберігання вантажів, м<sup>2</sup>.

Площу допоміжної частини утворюють проїзди для підйомно-транспортних засобів і проходи для працівників складу. Згідно з будівельними нормами вона може становити від 0,7 до 4,5 м<sup>2</sup> [3].

Площа службової частини визначається залежно від чисельності штату працівників складу:

$$P_c = P_{роб} + P_{ноб} + P_{гард}, \quad (7.3)$$

де  $P_{роб}$  – площа робочих місць працівників митного складу, яка приймається із розрахунку  $4 \text{ м}^2$  на одну особу;

$P_{ноб}$  – площа побутових приміщень,  $\text{м}^2$ :

$$P_{ноб} = P_{\delta} + P_m + P_{ум}, \quad (7.4)$$

де  $P_{\delta}$  – площа кімнати з душовими кабінами. Кількість кабін приймається по одній на кожні п'ять осіб площею  $1,9 \text{ м}^2$  на одну кабінку;

$P_m$  – площа туалетної кімнати із розрахунку  $2,25 \text{ м}^2$  на одну кабінку;

$P_{ум}$  – площа умивальної кімнати. При штаті до 15 осіб приймається один кран площею кімнати  $1,2 \text{ м}^2$ ;

$P_{гард}$  – площа гардеробної кімнати з розрахунку  $0,72 \text{ м}^2$  при однорядному розташуванні шаф.

Розміри митного складу визначаються зважаючи на норми проектування вантажних складів. Для складів закритого типу їх довжина визначається за допомогою набору секцій, кратних 12 м. Ширина закритого складу приймається кратною 12, 15 або 18 м [3] та визначається поділом площі складу на його довжину з подальшим приведенням до типового значення.

Планування митного складу повинне забезпечити раціональне розміщення зон зберігання, проїздів для навантажувальної техніки та інженерно-технічних приміщень митних працівників. Приклад проектування митного складу наведено на рисунку 7.1.

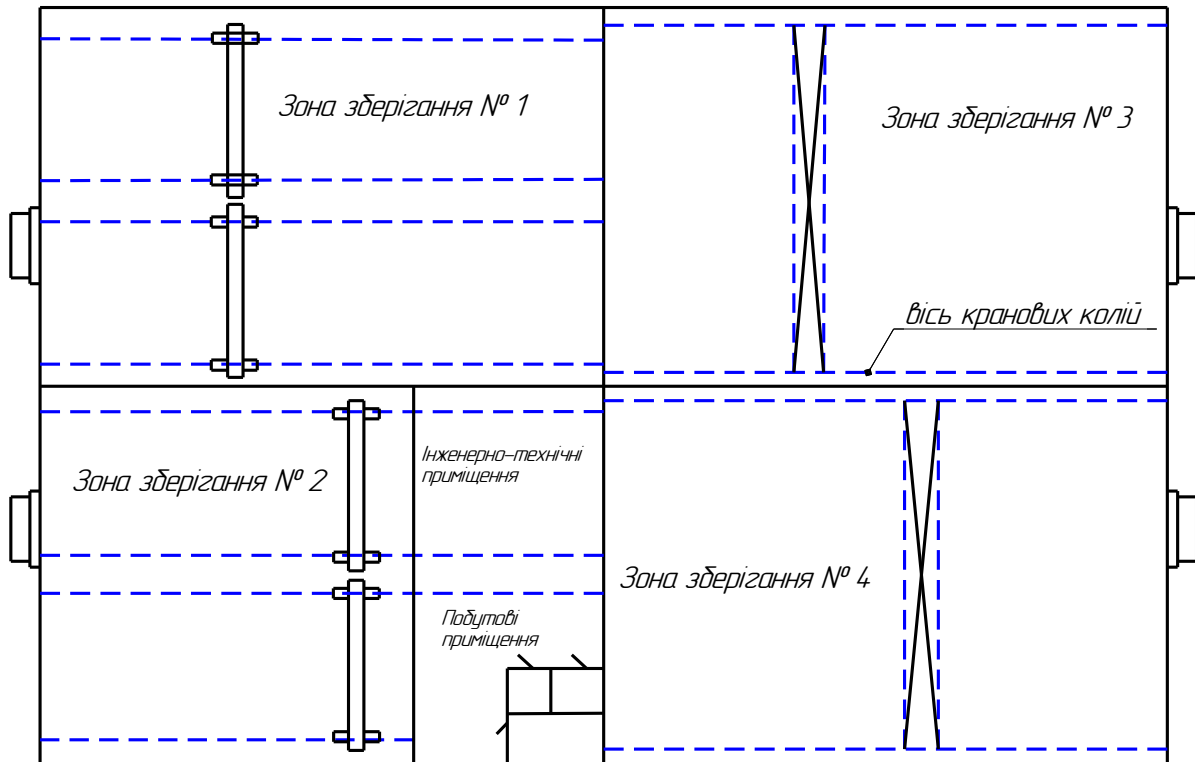


Рисунок 7.1 – Проект митного складу

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації. На заміну ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97). Чинний з 24.01.2009. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 74 с.

2 ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. На заміну СНиП П-39-76. Чинний з 01.08.2008. Київ: Мінрегіон України, 2008. 126 с.

3 ДСТУ Б В.2.2-29:2011. Будівлі підприємств. Параметри. На заміну СНиП 2.11.01-85. Чинний з 01-12-2012. Київ: Мінрегіон України, 2012. 16 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до практичних занять  
з дисципліни  
*«ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ»*

Відповідальний за випуск Шелехань В. В.

Редактор Еткало О. О.

---

Підписано до друку 15.06.21 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,5. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.