

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
та самостійної роботи студентів
з дисципліни

ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

*(для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму
підготовки 6.070101 – «Транспортні технології (за видами транспорту)»)*

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійної роботи студентів з дисципліни «Організація руху видів транспорту» (для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.070101 – «Транспортні технології (за видами транспорту)») / Харк. нац. ун–т міськ. госп–ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: О. О. Лобашов, О. В. Прасоленко. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 27 с.

Укладачі: д.т.н., професор О. О. Лобашов
к.т.н., доцент О. В. Прасоленко

Рецензент: д.т.н., професор Ю. О. Давідіч

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол засідання № 3 від 9.10.2012 р.

ВСТУП

Вивчення дисципліни організація руху видів транспорту базується на знаннях раніш вивченої дисципліни «Загальний курс транспорту». Знання, отримані під час вивченні дисципліни використовуються при вивченні дисциплін: «Організація дорожнього руху», «Транспортне планування міст». Вивчення курсу «Організація руху видів транспорту» спрямовано на формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач і основ організації руху.

В ході практичних занять студенти здобувають досвід визначення характеристик руху видів транспорту; практичних розрахунків параметрів та умов ефективного і безпечного руху; визначення небезпечних ділянок транспортних мереж видів транспорту; розроблення заходів з організації руху видів транспорту та обґрунтування їх доцільності.

ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Мета роботи – набуття навичок з визначення гальмівних властивостей автомобілів.

Завдання

1. Визначити максимальне уповільнення автомобілів на горизонтальній дорозі, підйомах і спусках при різному стані покриття (сухому, мокрому, при ожеледиці) і різних величинах швидкості руху.

2. За умовами першого питання визначити гальмовий і зупиночний шлях, а також витрачений на них час.

3. Заповнити зведену таблицю.

Таблиця 1.1 – Вхідні дані для розрахунку гальмівних властивостей автомобілів

Варіант	Автомобіль	Швидкість перед гальмуванням, км/год	Покриття дороги	Час реакції водія, t ₁ , с	Час спрацьовування гальм. приводу t ₂ , с	Час зростання сповільнення на сухій дорозі без вантажу, t ₃ , с	Кут ухилу дороги, α, град
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ВАЗ–2101	30,60,90,120	А/Б	0,4	0,15	0,15	С–2 П–3
2	ВАЗ–21011	40,50,80,110	Ц/Б	0,5	0,17	0,15	С–3 П–4
3	ВАЗ–2106	60,70,90,120	Щ	0,6	0,18	0,15	С–3 П–2
4	РАФ–2203	40,60,80,120	Гр	0,7	0,25	0,25	С–5 П–2
5	ПАЗ–672	30,50,60,80	А/Б	0,8	0,25	0,60	С–4 П–5
6	ЛиАЗ–677Б	40,50,60,70	Ц/Б	0,9	0,4	0,75	С–2 П–4
7	ГАЗ–2401	40,60,80,130	Щ	1,0	0,21	0,15	С–6 П–2
8	Москвич–412ИЭ	30,60,90,120	А/Б	0,45	0,24	0,15	С–5 П–5
9	УАЗ–469	30,50,70,90	Ц/Б	0,55	0,21	0,15	С–3 П–6
10	ЛиАЗ–677	30,40,50,70	Щ	0,65	0,50	0,70	С–5 П–4

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Москвич-408ИЭ	30,60,90,120	Гр	0,75	0,19	0,15	С-2 П-5
12	ГАЗ-53А	30,50,80,90	А/Б	0,85	0,20	0,30	С-3 П-1
13	ЗИЛ-130	40,60,80,90	Ц/Б	0,9	0,70	0,50	С-1 П-4
14	КамАЗ-53202	30,50,70,90	Щ	0,4	0,80	0,75	С-4 П-5
15	МАЗ-500А	30,40,50,60	Гр	0,5	0,65	0,60	С-3 П-2
16	КамАЗ-53202	30,40,50,60	А/Б	0,6	0,71	0,55	С-4 П-1
17	УАЗ-469	30,50,70,90	Ц/Б	0,7	0,19	0,15	С-2 П-3
18	ЛиАЗ-677П	40,50,60,70	Щ	0,8	0,60	0,70	С-5 П-5
19	УАЗ-452 В	30,50,70,90	Гр	0,9	0,18	0,25	С-3 П-3
20	ЗАЗ-968А	30,50,70,100	Гр	1,1	0,20	0,15	С-4 П-4
21	ГАЗ-24	30,60,90,120	А/Б	1,2	0,19	0,15	С-5 П-5
22	ЗИЛ-114	40,80,120, 160	Ц/Б	0,4	0,15	0,15	С-3 П-4
23	УАЗ-469Б	30,50,70,90	Щ	0,5	0,22	0,22	С-5 П-1
24	ЛАЗ 697Н	30,50,70,85	Гр	0,6	0,55	0,55	С-6 П-6
25	ЛАЗ-695Н	30,40,50,60	А/Б	0,7	0,70	0,70	С-2 П-4
26	КрАЗ-257	30,40,50,60	Ц/Б	0,8	0,80	0,80	С-2 П-3
27	МАЗ-516Б	30,40,50,60	Щ	0,9	0,75	0,75	С-6 П-6
28	ЗИЛ-130Г	30,50,70,90	Гр	1,0	0,65	0,65	С-5 П-2
29	ЗИЛ-133Г1	30,40,60,80	А/Б	1,1	0,55	0,55	С-4 П-4
30	Урал-377	30,40,50,75	Ц/Б	1,2	0,45	0,45	С-1 П-3
31	МАЗ-516Б	40,50,55,70	А/Б	0,8	0,79	0,75	С-6 П-6

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
32	ЗИЛ–130Г	30,50,70,90	Гр	1,0	0,65	0,65	С–5 П–2
33	ЗИЛ–133Г1	30,40,60,80	А/Б	1,1	0,55	0,55	С–4 П–4
34	Урал–377	30,45,50,75	Ц/Б	1,2	0,45	0,45	С–1 П–3
35	Москвич– 408ИЭ	30,50,70,100	Гр	0,6	0,18	0,15	С–2 П–5
36	КамАЗ– 53202	35,55,75,90	Гр	0,5	0,70	0,15	С–3 П–1
37	УАЗ–469	30,50,80,100	А/Б	0,6	0,80	0,22	С–1 П–4
38	ЛиАЗ–677П	40,50,60,90	Гр	0,7	0,75	0,55	С–2 П–4
39	КамАЗ– 53202	35,50,70,80	А/Б	0,8	0,65	0,70	С–3 П–1
40	МАЗ–500А	40,50,60,90	Ц/Б	0,6	0,55	0,57	С–2 П–4

Примітка: А/Б – асфальтобетон, Ц/Б – цементобетон, Щ – щебінь, Гр – ґрунт, С – спуск, П – підйом.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Розрахувати найбільше сповільнення у разі екстреного гальмування з блокуванням коліс на горизонтальній ділянці без навантаження та з повним навантаженням за формулою:

$$j_{\max} = \frac{\varphi \times g}{K_{\text{э}}}, \text{ м/с}^2, \quad (1.1)$$

де $K_{\text{э}}$ – коефіцієнт ефективності гальмування [1];

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з поверхнею дороги [1];

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 , $g=9,8 \text{ м/с}^2$.

Значення коефіцієнта ефективності гальмування наведені у таблиці 1.2. При цьому категорія транспортного засобу вибирається згідно з таблиці 1.3. Значення коефіцієнтів зчеплення колеса з поверхнею дороги наведені у таблиці 1.4.

Розрахувати максимальне сповільнення у разі екстреного гальмування на поздовжньому ухилі без навантаження і з повним навантаженням за формулою:

$$j_{\max} = \left(\frac{\varphi \times \cos \alpha}{K_{\text{э}}} \pm \sin \alpha \right) \times g, \text{ м/с}^2, \quad (1.2)$$

де α – кут ухилу дороги, град;

Знак «+» перед $\sin \alpha$ пиши під час гальмування на підйомі, а «–» – на спуску.

Таблиця 1.2 – Коефіцієнт ефективності гальмування

Тип автомобіля	Категорія автомобіля	без навантаження за φ				з навантаженням 50 % за φ				з повним навантаженням за φ			
		0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,5
Одиночні й автопоїзди	M ₁	1,28	1,12	1,00	1,00	1,40	1,22	1,05	1,00	1,50	1,32	1,13	1,00
	M ₂	1,42	1,24	1,07	1,00	1,56	1,37	1,17	1,00	1,74	1,52	1,30	1,09
	M ₃	1,56	1,37	1,17	1,00	1,66	1,46	1,25	1,04	1,74	1,52	1,30	1,09
Одиночні	N ₁	1,45	1,27	1,09	1,00	1,56	1,46	1,25	1,04	1,96	1,71	1,47	1,22
	N ₂	1,37	1,20	1,03	1,00	1,63	1,43	1,22	1,02	1,96	1,71	1,47	1,22
	N ₃	1,28	1,12	1,00	1,00	1,56	1,37	1,17	1,00	1,96	1,71	1,47	1,22
Автопоїзди з тягачами	N ₁	1,66	1,46	1,25	1,04	1,82	1,59	1,36	1,14	1,96	1,71	1,47	1,22
	N ₂	1,60	1,40	1,20	1,00	1,78	1,56	1,33	1,11	1,96	1,71	1,47	1,22
	N ₃	1,56	1,37	1,17	1,00	1,74	1,52	1,30	1,09	1,96	1,71	1,47	1,22

Примітка. В усіх випадках при $\varphi \leq 0,4$ величина $K_e = 1,0$.

Таблиця 1.3 – Класифікація транспортних засобів

Категорія	Тип автотранспортного засобу	Повна маса
M ₁	Автотранспортні засоби, призначені для перевезення пасажирів, з кількістю не більше 8 місць для сидіння (крім водія), і створені на їх базі модифікації з повною масою, що відповідає повній масі базової моделі	
M ₂	Те саме, такі, що мають більше 8 місць для сидіння (крім місця для водія)	До 5 т
M ₃	Те саме	Більше 5 т
N ₁	Одиночні автотранспортні засоби і автопоїзди, призначені для перевезення вантажів	До 3,5 т
N ₂	Те саме	3,5 – 12 т
N ₃	Те саме	Більше 12 т

Таблиця 1.4 – Коефіцієнт зчеплення для різного дорожнього покриття

Дорожнє покриття та його стан	Коефіцієнт зчеплення шин
Цементобетонне:	
– сухе	0,7–0,9
– мокре	0,36–0,6
Асфальтобетонне:	
– сухе	0,7–0,8
– мокре	0,29–0,58
– ожеледь	0,08–0,1
Щебенева:	
– сухе	0,6–0,7
– мокре	0,3–0,4
Ґрунтове:	
– сухе	0,5–0,6
– зволожено дощем	0,2–0,4

Розрахувати зупиночний та гальмівний шлях автомобіля за вказаних швидкостей руху на горизонтальній ділянці дороги, спуску та на підйомі. Зупиночний шлях розраховують за формулою:

$$S_{ост} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4, \quad (1.3)$$

де S_1 – шлях, який проходить автомобіль за час реакції водія, м;

S_2 – шлях, який проходить автомобіль за час спрацьовування гальмівного приводу, м;

S_3 – шлях, який проходить автомобіль за час наростання сповільнення, м;

S_4 – шлях, який проходить автомобіль з початку гальмування до повної зупинки, м

$$S_1 = \frac{V_0}{3.6} \times t_1, \quad (1.4)$$

де t_1 – час реакції водія (згідно з варіантом), с;

$$S_2 = \frac{V_0}{3.6} \times t_2, \quad (1.5)$$

де t_2 – час спрацьовування гальмівного приводу (згідно з варіантом), с.

$$S_3 = \frac{V_0}{3.6} \times t_3, \quad (1.6)$$

де t_3 – час наростання сповільнення під час гальмування до моменту виникнення слідів гальмування, с. Цей час визначається залежно від

завантаження автомобіля $Q_{ГР}$ та коефіцієнта зчеплення:

$$t_3 = t_3' \times \frac{(Q + Q_{ГР}) \times \varphi}{Q \times \varphi'}, \quad (1.7)$$

де t_3' – час наростання сповільнення під час гальмування завантаженого автомобіля, с (згідно з варіантом);

φ' – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою для сухого асфальтобетону;

$Q, Q_{ГР}$ – відповідно маса автомобіля і маса вантажу, кг.

Значення власної та повної маси автомобіля наведені у таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Власна і повна маса автомобіля

Автомобіль	Власна маса, кг	Повна маса, кг
ВАЗ–2101	955	1355
ВАЗ–21011	955	1355
ВАЗ–2106	1045	1445
РАФ–2203	1750	2710
ПАЗ–672	4535	7825
ГАЗ–2401	1420	1820
Москвич – 412ИЭ	1045	1445
ЛиАЗ–677	8380	14050
ИЖ–2125	545	1450
ГАЗ–53А	3250	7400
ЗИЛ–130	4300	10525
КамАЗ–5320	7080	15305
МАЗ–500А	6600	14825
УАЗ–469	890	2450
ЗАЗ–968А	840	1160
ГАЗ–24	1420	1820
ЗИЛ–114	3085	3610
УАЗ–469Б	1540	2290
ЛАЗ 697Р	7550	10880
ЛАЗ–695Н	6850	11610
КрАЗ–257Б1	10285	22600
МАЗ–516Б	9050	23700
ЗИЛ–133ГЯ	7610	17835
ЗИЛ–133Г2	6875	17175
Урал–377Н	7225	14950

Шлях, який проходить автомобіль до повної зупинки, визначають за формулою:

$$S_4 = \frac{(V_0 - 1,8 \times j_{MAX} \times t_3)^2}{26 \times j_{MAX}}. \quad (1.8)$$

Тоді

$$S_{OCT} = (t_1 + t_2 + 0,5 \times t_3) \times \frac{V_0}{3,6} + \frac{V_0^2}{26 \times j_{MAX}}. \quad (1.9)$$

Гальмівний шлях автомобіля

$$S_T = (t_2 + 0,5 \times t_3) \times \frac{V_0}{3,6} + \frac{V_0^2}{26 \times j_{MAX}}. \quad (1.10)$$

Під час визначення зупиночного шляху автомобіля на дорозі з поздовжнім ухилом варто використовувати формулу

$$S_{ост} = (t_1 + t_2 + 0,5 \times t_3) \times \frac{V_0}{3,6} + \frac{V_0^2}{26 \times (j_{MAX} \times \cos \alpha \pm g \times \sin \alpha)} \quad (1.11)$$

Розрахувати час, потрібний для проходження зупиночного шляху, за формулою:

$$T_0 = t_1 + t_2 + 0,5 \times t_3 + \frac{V_0}{3,6 \times j_{MAX}}. \quad (1.12)$$

Результати розрахунків звести у табл. 1.6

ТЕМА 2. ПОПЕРЕЧНА СТІЙКІСТЬ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи – набуття навичок з розрахунку параметрів поперечної стійкості автомобіля, виходячи з умов заносу та перекидання.

Вихідні дані

Вхідні дані наведені у табл. 2.1 та 2.2.

Завдання

1. Розрахувати критичну швидкість криволінійного руху за умовами заносу.
2. Визначити критичний радіус повороту за умовами заносу.
3. Розрахувати критичну швидкість криволінійного руху за умовами перекидання.
4. Визначити критичний радіус повороту за умовами перекидання.
5. Зробити висновки щодо роботи.

Таблиця 1.6 – Результати розрахунків

Швидкість, км/год	Сповільнення, м/с ²						Зупиночний шлях, м						Гальмівний шлях, м						Су покр		
	Сухе покриття		Мокре покриття		Ожеледь		Сухе покриття		Мокре покриття		Ожеледь		Сухе покриття		Мокре покриття		Ожеледь				
	БН	Н	БН	Н	БН	Н	БН	Н	БН	Н	БН	Н	БН	Н	БН	Н	БН	Н		БН	

Примітка:

БН – автомобіль рухається без навантаження;

Н – автомобіль рухається з навантаженням.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Критична швидкість криволінійного руху за умовами заносу ($V_{кр}^3$, км/год) визначається за формулою:

$$V_{кр}^3 = 3,6 \cdot \sqrt{g \cdot R \cdot (\varphi_x \pm i_n)}, \quad (2.1)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

R – радіус повороту, м;

φ_x – коефіцієнт зчеплення у поперечному напрямку;

i_n – поперечний ухил.

Під час проведення практичних розрахунків

$$\varphi_x \approx 0,6 \cdot \varphi, \quad (2.2)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення для даного виду покриття.

2. Критичний радіус повороту за умовами заносу ($R_{кр}^3$, м) знаходять за формулою:

$$R_{кр}^3 = \frac{V^2}{12,96 \cdot g \cdot (\varphi_x \pm i_n)}, \quad (2.3)$$

де V – швидкість руху автомобіля, км/год.

3. Критичну швидкість криволінійного руху за умовами перекидання ($V_{кр}^n$, км/год) розраховують за формулою:

$$V_{кр}^n = 3,6 \cdot \sqrt{g \cdot R \cdot \left(\frac{B - 2 \cdot \Delta}{2 \cdot h} \pm i_n \right)}, \quad (2.4)$$

де B – ширина колії автомобіля, м;

Δ – зміщення центру мас, м;

h – висота центру мас автомобіля, м.

4. Критичний радіус повороту автомобіля за умовами перекидання ($R_{кр}^n$, м) визначають за формулою

$$R_{кр}^n = \frac{V^2}{12,96 \cdot g \cdot \left(\frac{B - 2 \cdot \Delta}{2 \cdot h} \pm i_n \right)}. \quad (2.5)$$

Таблиця 2.1 – Характеристики дороги і швидкість руху автомобіля

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радіус повороту, м	400	500	210	260	250	325	180	220	290	350
Тип покриття	сухий асфальт	сухий ґрунт	мокрый асфальт	Щебінь	сухий бетон	мокрый ґрунт	мокрый ґрунт	сухий асфальт	сухий бетон	Сухий асфальт
Поперечний ухил	0,030	0,025	0,020	0,028	0,030	0,020	0,025	0,030	0,050	0,000
Швидкість руху автомобіля, км/год	30	35	20	25	20	30	35	30	25	20
	40	40	40	40	45	50	60	35	55	50
	60	60	70	60	75	75	75	55	70	80

Примітка. Варіант вибирають за передостанньою цифрою залікової книжки.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики автомобіля

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Колія автомобіля, м	1,60	1,70	1,40	1,50	1,30	1,70	1,65	1,70	1,60	1,65
Зміщення центру мас, м	0,32	0,34	0,58	0,30	0,30	0,26	0,33	0,26	0,32	0,33
Висота центру мас, м	0,89	0,94	0,78	0,83	0,72	0,94	0,92	0,94	0,89	0,92

Примітка. Варіант вибирають за останньою цифрою номера залікової книжки.

ТЕМА 3. МЕТОД КОЕФІЦІЄНТІВ БЕЗПЕКИ

Мета роботи: здобуття практичних навичок із визначення ступеня безпечності ділянок дороги.

Вихідні дані:

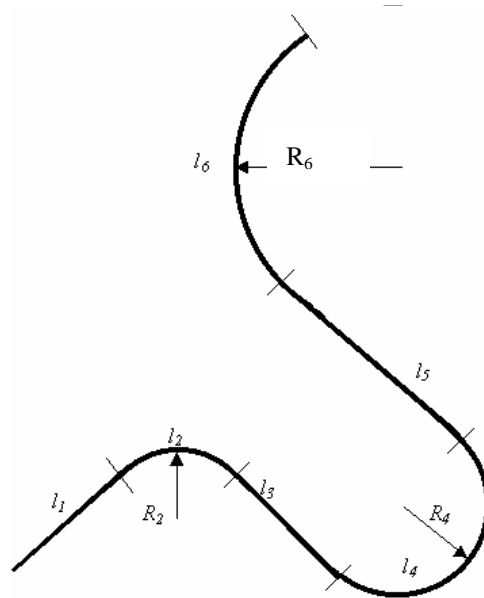


Рис. 3.1 – Схема ділянки дороги

Таблиця 3.1 – Характеристика перегонів

Показник	Перегін	Номер варіанта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Довжина перегону, км.	1	1,55	1,25	1,62	2,34	1,15	1,87	2,78	1,36	2,55	1,35
	2	0,13	0,11	0,10	0,13	0,17	0,14	0,08	0,13	0,10	0,12
	3	2,25	2,50	2,81	2,92	2,85	2,95	2,65	3,00	3,05	2,45
	4	0,19	0,28	0,38	0,32	0,30	0,26	0,25	0,23	0,20	0,23
	5	2,80	2,70	2,95	2,45	2,55	2,36	2,47	2,05	2,11	2,36
	6	0,20	0,24	0,20	0,16	0,15	0,20	0,17	0,18	0,22	0,26
2. Поздовжній ухил на перегоні, %	1 спуск	3,2	1,5	3,5	2,5	3,2	0	1,5	1,6	4,5	1,3
	2 спуск	1,2	1,3	1,5	1,6	2,5	2,8	1,7	3,1	1,5	1,9
	3 підйом	3,6	2,5	3,5	4,3	4,2	1,8	1,5	3,4	0	0,5
	4 підйом	0	0,5	1,1	0	1,0	0,8	0,4	0,8	1,2	1,6
	5 підйом	2,1	0,2	0	2,3	3,5	2,1	1,3	1,5	1,8	2,3
	6 спуск	0,8	0,4	1,2	1,3	1,4	1,5	0,2	1,6	1,7	0,5
3. Покриття		А/Б	Ц/Б	Ще- бінь	А/Б	Ц/Б	А/Б	Ще- бінь	А/Б	Ц/Б	Ще- бінь

Примітка. Варіант вибирають за передостанньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 3.2 – Характеристика горизонтальних кривих

Показник	Перегін	Номер варіанта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Радіус кривої, м	2	80	70	65	80	110	90	54	82	62	75
	4	59	90	120	103	95	83	80	73	65	73
	6	130	150	125	100	95	128	106	114	139	168
2. Поперечний ухил на перегоні, %	2	2,5	1,5	0	0,6	0,8	1,1	1,1	1,0	1,2	2,5
	4	1,5	2,0	1,3	0	1,8	0	1,9	2,5	2,1	0
	6	0,6	2,4	2,7	1,6	1,5	1,3	0	1,0	0,5	1,2

Примітка. Варіант вибирають за останньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 3.3 – Параметри руху автомобілів

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Початкова швидкість, км/год	24	31	32	34	19	20	34	25	21	30
2. Прискорення, м/с ²	0,8	0,7	0,45	0,51	0,9	0,5	0,7	0,48	0,5	0,6
3. Марка автомобіля	ВАЗ 2106	М 412	ВАЗ 2109	ГАЗ 2410	ВАЗ 2104	ЗАЗ 968	ВАЗ 2105	ГАЗ 2410	ВАЗ 2106	ВАЗ 2101

Примітка. Варіант вибирають за останньою цифрою номера залікової книжки.

Завдання

1. Розрахувати швидкість транспортного засобу, яку він може розвинути наприкінці ділянки розгону.
2. Розрахувати можливу максимальну швидкість руху автомобіля на кривій, за якої забезпечується стійкість автомобіля щодо заносу та перекидання.
3. Накреслити графік зміни швидкості руху, коефіцієнтів безпеки протягом всієї ділянки дороги.
4. Визначити коефіцієнти безпеки.
5. Побудувати графік зміни значень коефіцієнтів безпеки за довжиною дороги.
6. Зробити висновки про безпечність ділянок дорожньої мережі.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Під час оцінки швидкостей руху на існуючих дорогах використовують графік швидкостей. Під час розрахунків швидкостей руху автомобілів на перегонах не беруть до уваги обмеження швидкості, що накладаються вимогами правил дорожнього руху (обмеження швидкості в населених пунктах, на переїздах залізниць, на перетинах інших доріг, на кривих малих радіусів, у зонах дії дорожніх знаків та ін.), а враховують тільки обмеження за максимальною швидкістю руху автомобіля, забезпечуваною конструкцією автомобіля. Цим немовби враховується вплив можливої недисциплінованості водіїв або їх недостатньої досвідченості. Швидкість руху автомобіля наприкінці ділянки розгону визначають за залежністю

$$V_{ex} = \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot a' \cdot S \cdot 12960} \quad , \quad (3.1)$$

де V_0 – швидкість руху автомобіля на початку перегону, км/год;

a' – абсолютне прискорення автомобіля з урахуванням поздовжнього ухилу дороги на перегоні, м/с²;

S – довжина перегону, км;

12960 – коефіцієнт, що враховує переведення прискорення з м/с² у км/год².

Абсолютне прискорення автомобіля з урахуванням поздовжнього ухилу на перегоні знаходять за формулою:

$$a' = a \pm (i_{подов} \cdot g / 100) \quad , \quad (3.2)$$

де a – абсолютне прискорення автомобіля без урахування поздовжнього ухилу дороги на перегоні, м/с²;

$i_{подов}$ – поздовжній ухил на перегоні, %;

g – прискорення вільного падіння, м/с² ($g=9,8$ м/с²).

У формулі (3.2) використовують знак «+», якщо автомобіль рухається вниз, і «-» – якщо вгору. У випадку, якщо швидкість автомобіля наприкінці ділянки розгону перевищує 120 км/год, приймають її рівною 120 км/год. Швидкість руху автомобіля на початку перегону вибирають з мінімального значення швидкості входу в поворот або критичної швидкості у разі перекидання чи заносу.

2. Можливу швидкість руху на кривих у плані оцінюють, виходячи з граничного значення коефіцієнта поперечного зчеплення, що забезпечує стійкість автомобіля проти заносу і перекидання.

Можливу максимальну швидкість руху автомобіля, за якого забезпечується стійкість автомобіля у разі заносу, встановлюють за формулою:

$$V_z = 3,6 \sqrt{g \cdot R \cdot (\varphi_y + \frac{i_{non}}{100})} \quad , \quad (3.3)$$

де R – радіус кривої у плані, м;

φ_y – поперечний коефіцієнт зчеплення шин з дорогою;

i_{non} – поперечний ухил на кривій, %;

3,6 – коефіцієнт переведення швидкості з м/с у км/год.

Значення φ_y приймають 70 % від значення поздовжнього коефіцієнта зчеплення шин з дорогою для відповідного типу покриття. Значення поздовжнього коефіцієнта зчеплення шин з дорогою знаходять з [1].

Критичну швидкість (максимально допустиму) автомобіля із перекидання визначають за формулою:

$$V_{nep} = 3,6 \sqrt{g \cdot R \cdot B / (2 \cdot h)}, \quad (3.4)$$

де B – колія транспортного засобу, м;

h – висота центру мас, м.

Приймаємо висоту центру мас автомобіля рівною половині габаритної висоти.

Графік зміни швидкості руху транспортних засобів виконують у масштабі. На графіку відображають швидкість автомобіля по кожній ділянці мережі, можливу максимальну швидкість руху автомобіля, за якого забезпечується стійкість автомобіля у разі заносу або перекидання.

За графіками швидкостей руху визначають співвідношення швидкостей під час входу на кожний перегон дороги і максимальну швидкість, що допускається геометричними елементами аналізованої ділянки:

$$K_{без} = \frac{\min\{V_z, V_{nep}\}}{V_{ex}}. \quad (3.5)$$

На основі розрахованих значень коефіцієнта безпеки будують графік зміни по довжині дороги значень коефіцієнтів безпеки. Графік виконують у масштабі. Доцільно графік зміни коефіцієнтів безпеки рисувати разом із графіком швидкостей. Приклад наведено на рис. 3.2.

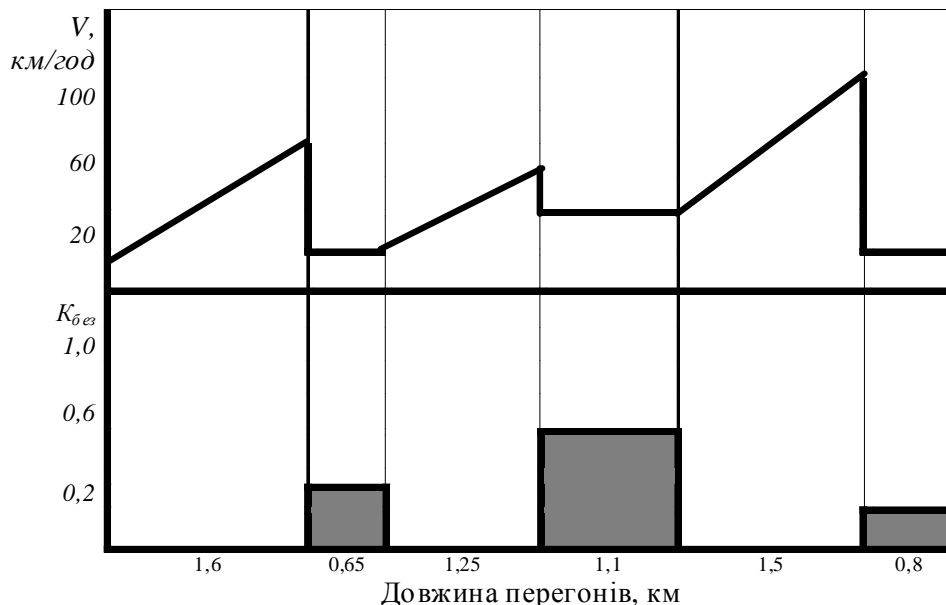


Рис. 3.2 – Графік зміни швидкості автомобіля і коефіцієнтів безпеки

На основі графіка зміни коефіцієнтів безпеки роблять висновки про стан безпеки на дорозі. Ділянки, для яких коефіцієнт безпеки менше 0,4, є дуже небезпечними для руху, від 0,4 до 0,6 – небезпечні, від 0,6 до 0,8 – малобезпечні. За $K_{без} \geq 0,8$ умови не впливають на безпеку руху.

ТЕМА 4. РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК РУХУ МПТ НА МАРШРУТАХ

Мета роботи – набуття навичок із розрахунку техніко–експлуатаційних показників МПТ на маршрутах.

Вихідні дані

Вихідні дані вибираються з таблиць 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 – Характеристика маршрутів МПТ

Номер маршруту	Траса маршруту	Вид МПТ	Марка транспортних засобів
1	4–5–6–7–8	тролейбус	ДАС–217Е, ЮМЗ
2	2–6–10	тролейбус	ЗиУ–9, ДАС–217Е
3	3–7–11	тролейбус	ЗиУ–9
4	1–5–9	автобус	Ик–260
5	8–7–6–2	автобус	Ик–260, ЛАЗ–695
6	8–7–6–10	автобус	Ик–280
7	4–5–6–7–11	автобус	ЛиАЗ–677, ЛАЗ–695

Примітка. Вхідні дані в табл. 4.1 є загальними для всіх варіантів.

Таблиця 4.2 – Техніко–експлуатаційні показники роботи МПТ

Показник		Номер варіанта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість транспортних засобів на маршрутах	1	7	6	8	9	9	7	6	8	9	7
	2	8	9	6	8	7	5	6	7	6	9
	3	6	4	5	7	8	6	8	4	7	8
	4	5	5	4	3	4	5	6	6	4	5
	5	8	7	6	5	5	8	7	6	4	6
	6	5	4	4	6	5	4	3	5	6	3
	7	6	7	6	5	7	8	8	6	5	7
Час простою на проміжних зупинках, с		30	40	50	50	40	30	40	50	30	40
Час простою на кінцевих зупинках, хв		2	3	2	4	3	4	2	3	4	2

Примітка. Варіант вихідних даних з табл. 4.2 вибирають за останньою цифрою номера залікової книжки.

Завдання

1. Розрахувати час оборотного рейсу, інтервал, інтенсивність руху та швидкість сполучення транспортних засобів на кожному маршруті МПТ.
2. Розрахувати мережевий інтервал руху транспортних засобів (ТЗ) на лінії.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

На кожному маршруті, характеристика яких вказана у таблиці 4.1, необхідно розрахувати час оборотного рейсу, інтервал, інтенсивність руху та швидкість сполучення. Час оборотного рейсу розраховують за формулою:

$$t_{об} = 2 \cdot t_{пк} + \frac{2 \cdot l_M}{V} + n_{пзуп} \cdot t_{ппр}, \quad (4.1)$$

де $t_{пк}$ – час простою на кінцевих зупинках маршруту, год;

l_M – відстань між кінцевими зупинками маршруту, км;

V – швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год;

$n_{пзуп}$ – кількість проміжних зупинок на маршруті в обох напрямках;

$t_{ппр}$ – час простою на проміжних зупинках маршруту, год.

Інтервал руху транспортних засобів на маршруті розраховують за формулою:

$$J = \frac{t_{об}}{A_M}, \quad (4.2)$$

де A – кількість транспортних засобів на маршруті.

Інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті

$$N_M = \frac{1}{J}. \quad (4.3)$$

Швидкість сполучення на маршруті визначають за співвідношенням

$$V_C = \frac{2 \cdot l_M}{t_C}, \quad (4.4)$$

де t_C – час сполучення на маршруті, год.

$$t_C = \frac{2 \cdot l_M}{V} + n_{зуп} \cdot t_{ппр}. \quad (4.5)$$

Мережевий інтервал руху транспортних засобів на лінії розраховується за формулою (4.6):

$$I_{мер} = \frac{1}{\frac{1}{I_M^1} + \frac{1}{I_M^2} + \frac{1}{I_M^3} + \dots + \frac{1}{I_M^n}}, \quad (4.6)$$

де I_{MER}^n – мережевий інтервал руху транспортних одиниць на лінії, хв.;

I_M^n – маршрутний інтервал руху на відповідних маршрутах, хв:

$$I_M^n = \frac{t_{об}^n}{A^n}. \quad (4.7)$$

Результати розрахунків треба оформити у вигляді підсумкової таблиці.

ТЕМА 5. ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Мета роботи: здобуття практичних навичок розробки графіків руху потягів та визначення їх елементів, розрахунку пропускної спроможності залізничних ліній.

Вихідні дані

Вихідні дані до виконання роботи наведені в таблицях 5.1 і 5.2.

Таблиця 5.1 – Довжина перегонів та ходова швидкість руху потягів

Показник	Перегін	Номер варіанта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Довжина перегону, км	А–Б	20	22	24	26	21	23	25	22	25	26
	Б–В	25	23	30	24	27	28	22	29	24	21
	В–Г	27	28	21	22	25	20	27	24	28	22
2. Ходова швидкість, км/год	А–Б	85	60	70	65	70	75	60	80	90	65
	Б–В	60	70	80	90	65	75	85	90	70	80
	В–Г	85	75	65	60	70	80	90	65	70	90
3. Витрати часу на розгін та сповільнення, хв		1,5	1,8	2,0	2,5	1,7	2,3	2,0	2,8	3,0	2,2

Примітка. Варіант визначають за передостанньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 5.2. – Дані для розрахунків станційних інтервалів

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Довжина потяга, м	400	300	320	350	380	420	460	360	440	480
2. Відстань від вхідного сигналу до крайнього стовпчика шляху відходу потяга, м	480	460	500	450	550	470	490	510	530	420
3. Відстань від попереджувального до вхідного сигналу, м	850	800	950	860	920	970	870	960	900	880
4. Час сприйняття машиністом сигналу світлофора, с	3,0	3,2	3,3	3,5	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,2
5. Швидкість входу потяга на станцію, км/год	35	40	45	30	45	40	35	30	40	35
6. Час, необхідний для перевірки прибуття потяга та підготовки маршруту, с	45	40	50	35	60	55	45	40	50	35

Примітка. Варіант визначають за останньою цифрою номера залікової книжки.

Завдання

1. Розробити одноколійний паралельний непакетний графік руху потягів.
2. Визначити тривалість станційних інтервалів.
3. Розрахувати час сполучення між кінцевими пунктами на ділянці залізниці, ділянкову й технічну швидкість.
4. Визначити період графіка руху.
5. Визначити пропускну спроможність ділянки залізниці.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Розробку одноколійного паралельного непакетного графіка руху потягів виконують графічним методом. Графік руху будують у координатах «час–відстань» (по осі X – час; по осі Y – відстань). При цьому необхідно використовувати рекомендації [4]. Під час розробки графіка руху потягів треба враховувати на такі обмеження:

- графіки руху на всіх перегонах однакові;
- безупинне схрещення потягів на станціях ділянки не дозволяється;
- дозволяється планувати безупинне прямування через станцію тільки одного потягу.

2. Необхідно розрахувати станційні інтервали неодночасного прибуття та інтервали схрещення потягів на станціях ділянки за даними таблиці 5.2. Під час виконання розрахунків варто прийняти такі рекомендації та обмеження:

- одночасне прийняття потягів на станціях ділянки не дозволяється;
- інтервал схрещення дорівнює 0,5 від інтервалу неодночасного прибуття;
- станційні інтервали на всіх станціях ділянки однакові.

Станційний інтервал неодночасного прибуття визначають за формулою:

$$t_n = t_{on} + t_g + \frac{l_n + l_m + l_{ex}}{V_{ex}}, \quad (5.1)$$

де t_{on} – час, необхідний для перевірки прибуття потяга і підготовки маршруту;

t_g – час сприйняття машиністом сигналу світлофора;

l_n – довжина потяга;

l_m – відстань від попереджувального до вхідного сигналу;

l_{ex} – відстань від вхідного сигналу до крайнього стовпчика шляху відходу потяга;

V_{ex} – швидкість входу потяга на станцію.

3. Час сполучення на ділянці включає в себе час ходу потяга на всіх перегонах ділянки (t_x), станційні інтервали (t_{cm}) й витрати часу на розгін та сповільнення потяга на всіх перегонах ділянки (t_{py}).

$$t_{cn} = \sum_{i=1}^n t_{xi} + \sum_{j=1}^k t_{cmj} + \sum_{j=1}^k t_{pyj}, \quad (5.2)$$

де n – кількість перегонів ділянки;

k – кількість станцій на ділянці;

i – номер перегону;

j – номер станції.

Час ходу потяга по перегону

$$t_x = \frac{l_{пер}}{V_x}, \quad (5.3)$$

де $l_{пер}$ – довжина перегону;

V_x – швидкість ходу потяга.

Час сполучення визначають без урахування станційних інтервалів на кінцевих станціях.

Ділянкову швидкість розраховують за формулою:

$$V_{дiл} = \frac{L_{дiл}}{t_{сн}}, \quad (5.4)$$

де $L_{дiл}$ – відстань між кінцевими станціями ділянки.

Технічну швидкість визначають окремо для кожного перегону. Під час розрахунків технічної швидкості враховують час ходу й витрати часу на розгін та сповільнення потяга. Станційні інтервали при цьому не враховують.

Період графіка (час заняття перегону групою потягів, характерною для певного типу графіка) включає в себе час ходу потягів по перегону, станційні інтервали, витрати часу на розгін та уповільнення потягів:

$$T_{пер} = t'_x + t''_x + \sum t_{сн} + t'_{py} + t''_{py}, \quad (5.5)$$

де t'_x, t''_x – відповідно час ходу потягів парного й непарного напрямків;

$\sum t_{сн}$ – станційні інтервали в періоді графіка;

t'_{py}, t''_{py} – відповідно витрати часу на розгін та уповільнення потягів парного й непарного напрямків.

Період графіка визначають окремо для кожного перегону ділянки.

Для визначення пропускної спроможності ділянки залізниці необхідно розрахувати пропускну спроможність кожного перегону за формулою:

$$P = \frac{1440}{T_{пер}} k_{пер}, \quad (5.6)$$

де $k_{пер}$ – кількість потягів у періоді графіка.

Перегін, який має найменше значення пропускної спроможності, буде визначати пропускну спроможність ділянки в цілому.

ТЕМА 6. ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ ПОВІТРЯНОГО ТРАНСПОРТУ

Мета роботи: здобуття практичних навичок розрахунків пропускної здатності злітно-посадочна смуга смуг аеродрому.

Вихідні дані

Вихідні дані для виконання завдання наведені в таблицях 6.1, 6.2 і 6.3.

Таблиця 6.1 – Елементи заняття злітно-посадочна смуга смуги під час зльоту літака

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Час руління від попереднього до виконавчого старту, с	15	20	25	18	22	30	27	23	17	20
2. Час виконання операцій на виконавчому старті, с	55	50	45	40	42	47	52	46	50	54
3. Час розбігу, с	30	35	25	27	32	37	29	34	24	33
4. Час розгону та набору встановленої висоти, с	35	30	25	40	38	33	28	36	40	43

Примітка. Варіант визначають за останньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 6.2 – Елементи заняття злітно-посадочної смуги під час посадки літака

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Час планування з висоти прийняття рішення, с	15	10	12	13	14	15	13	10	12	14
2. Час пробігу, с	20	28	26	25	30	28	33	32	24	35
3. Час руління за бокову межу зльотно-посадочної смуги, с	22	25	20	18	15	17	25	20	24	19

Примітка. Варіант визначають за передостанньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 6.3 – Питома вага різних схем чергування зльотно–посадочних операцій протягом доби

Порядок чергування злітно–посадочних операцій	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. «Зліт–зліт»	0,3	0,25	0,3	0,2	0,4	0,2	0,35	0,3	0,2	0,3
2. «Посадка–посадка»	0,3	0,25	0,2	0,2	0,3	0,4	0,25	0,25	0,3	0,2
3. «Посадка–зліт»	0,2	0,25	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,25	0,25	0,2
4. «Зліт–посадка»	0,2	0,25	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,25	0,3

Примітка. Варіант визначають за останньою цифрою номера залікової книжки.

Завдання

1. Визначити мінімальні інтервали між злітно–посадочними операціями для різних схем їх чергування.
2. Розрахувати теоретичну пропускну здатність злітно–посадочної смуги аеродрому для різних схем чергування злітно–посадочних операцій.
3. Розрахувати теоретичну пропускну здатність злітно–посадочної смуги аеродрому при фактичному розподілі чергування різних злітно–посадочних операцій.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Для визначення мінімальних інтервалів між злітно–посадочними операціями необхідно користуватись такими положеннями з практики управління повітряним рухом:

– можна починати руління на виконавчий старт у момент, коли попередній злітаючий літак починає розбіг або виконуючий посадку літак пролітає точку перехрестя поздовжньої осі злітно–посадочної смуги та руліжної доріжки;

– можна починати розбіг від виконавчого старту в момент звільнення злітно–посадочної смуги попереднім злітаючим або виконуючим посадку літаком;

– у момент прольоту висоти прийняття рішення злітно–посадочна смуга повинна бути вільною;

– мінімальна відстань між літаками, плануючими по глісаді, має бути 5 км;

– мінімальний інтервал часу між злітно–посадочними операціями має бути не менше 45 с.

Згідно з цими положеннями визначають мінімальні інтервали між злітно–посадочними операціями для різних схем їх чергування:

– для схеми «зліт–зліт»:

$$\Delta T_{3-3} = \max \begin{cases} t'_{рул} + t_{см} \\ t_{разб} + t_{нв} \\ 45 \text{ с} \end{cases}, \quad (6.1)$$

де $t'_{рул}$ – час руління від попереднього до виконавчого старту, с;

$t_{см}$ – час виконання операцій на виконавчому старті, с;

$t_{разб}$ – час розбігу, с;

$t_{нв}$ – час розгону й набору встановленої висоти, с;

– для схеми «посадка–посадка»:

$$\Delta T_{n-n} = \max \begin{cases} t_{пл} + t_{проб} + t''_{рул} \\ t_{2л} \\ 45 \text{ с} \end{cases}, \quad (6.2)$$

де $t_{пл}$ – час планування з висоти прийняття рішення, с;

$t_{проб}$ – час пробігу, с;

$t''_{рул}$ – час руління за бокову межу злітно–посадочної смуги, с;

$t_{2л}$ – мінімальний інтервал часу між літаками на ділянці зниження по глісаді, с.

Значення $t_{2л}$ треба розрахувати, прийнявши швидкість руху літаків на ділянці зниження по глісаді 250 км/год.

– для схеми «посадка–зліт»:

$$\Delta T_{n-3} = \max \begin{cases} t'_{рул} + t_{см} \\ t_{проб} + t''_{рул} \\ 45 \text{ с} \end{cases}; \quad (6.3)$$

– для схеми «зліт–посадка»:

$$\Delta T_{3-n} = \max \begin{cases} t_{разб} + t_{нв} + t_{пл} \\ t_{2л} - \Delta T_{n-3} \\ 45 \text{ с} \end{cases}. \quad (6.4)$$

2. Теоретичну пропускну здатність злітно–посадочної смуги аеродрому попередньо розраховують для кожної з чотирьох схем чергування злітно–посадочних операцій:

– для схеми «зліт–зліт»:

$$P_{3-3} = \frac{3600}{\Delta T_{3-3}}; \quad (6.5)$$

– для схеми «посадка–посадка»:

$$P_{n-n} = \frac{3600}{\Delta T_{n-n}}; \quad (6.6)$$

– для схеми «посадка–зліт»:

$$P_{n-3} = \frac{3600}{\Delta T_{n-3}}; \quad (6.7)$$

– для схеми «зліт–посадка»:

$$P_{3-n} = \frac{3600}{\Delta T_{3-n}}. \quad (6.8)$$

3. Розрахунок теоретичної пропускної здатності злітно–посадочної смуги аеродрому при фактичному розподілі чергування різних злітно–посадочних операцій виконують за формулою:

$$P_m = d_{3-3} \cdot P_{3-3} + d_{n-n} \cdot P_{n-n} + d_{n-3} \cdot P_{n-3} + d_{3-n} \cdot P_{3-n}, \quad (6.9)$$

де d_{3-3} , d_{n-n} , d_{n-3} , d_{3-n} – відповідно питома вага різних схем чергування злітно–посадочних операцій протягом доби.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Решетніков Є.Б. Експертне дослідження наїзду на пішохода / Є. Б. Решетніков.– Х.: ХДАДТУ, 1999 – 88 с.
2. Клиновштейн Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клиновштейн, М. Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 1992. – 207 с.
3. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – М.: Транспорт, 1991.– 183 с.
4. Кочнев Ф.П. Организация движения на железнодорожном транспорте / Ф. П. Кочнев, В. М. Акулиничев, А. М. Макаровичин. – М.: Транспорт, 1979.– 523 с.
5. Аэропорты и воздушные трассы. Учебник для вузов гражданской авиации / В. Н. Блохин, И. А. Белинский, И. В. Циприанович, Г. Н. Лелетуха.– М.: Транспорт, 1984. – 233 с.
6. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бобков.– М.: Транспорт, 1982. – 287 с

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
та самостійної роботи студентів
з дисципліни

ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

(для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напрямку підготовки 6.070101 – «Транспортні технології (за видами транспорту)»)

Укладачі: **ЛОБАШОВ** Олександр Олегович
ПРАСОЛЕНКО Олександр Володимирович

Відповідальний за випуск: *В. К. Доля*

Редактор: *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 487М

Підп. до друку 28.05.2013

Формат 60x84/16

Друк на ризографі

Ум. друк. арк. 1,6

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець та виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014