

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до проведення практичних занять і самостійної роботи
з дисципліни

«СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ»

*(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання
за напрямом підготовки «Транспортні технології» спеціальності
6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)»)*

Методичні вказівки до проведення практичних занять і самостійних робіт з дисципліни «Системи управління транспортом» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки «Транспортні технології» спеціальності 6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В. С. Віниченко, А. С. Рудева. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 14 с.

Укладачі: к.т.н., доц. В. С. Віниченко, А. С. Рудева

Рецензент: к.т.н., доц. Д. П. Понкратов

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол № 7 від 17.02.2012 р.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема заняття: «Визначення показників функціонування транспорту»

Мета заняття – ознайомлення з способами контролю стану руху й набуття практичних навичок підготовки вихідних даних і розрахунку регулярності руху на маршрутах МПТ.

Зміст заняття

Організація регулярного руху за встановленими маршрутами МПТ передбачає постійну готовність ТЗ до обслуговування населення.

Показник регулярності руху ТЗ для автобусних маршрутів, %:

$$R_{\kappa} = \frac{I_{\kappa} - \sqrt{\sum x^2 / (n_{\kappa} - 1)}}{I_{\kappa}} \cdot 100, \quad (1.1)$$

де x – відхилення фактичного інтервалу руху від планового, хв.;

I_{κ} – плановий інтервал руху в κ -й період із постійним інтервалом руху, хв.;

n_{κ} – кількість ТЗ, які прослідували через контрольний пункт за κ -й період спостережень.

Регулярність руху за m періодів роботи транспорту з постійним інтервалом руху:

$$R = \sum_{\kappa=1}^m R_{\kappa} (n_{\kappa} - 1) / \sum_{\kappa=1}^m (n_{\kappa} - 1), \quad (1.2)$$

де m – загальна кількість періодів роботи транспорту з постійним інтервалом руху.

Регулярність руху для маршрутів наземного електротранспорту, %:

$$R = n_{\phi} / n_{пл} \cdot 100, \quad (1.3)$$

де n_{ϕ} – фактична кількість прибуття ТЗ на контрольні пункти (КП) системи управління за розкладом;

$n_{пл}$ – планова кількість прибуття ТЗ на КП.

Фактичну кількість прибуття визначають із урахуванням припустимого відхилення τ від розкладу:

$$t_{ij}^{пл} - \tau \leq t_{ij}^{\phi} \leq t_{ij}^{пл} + \tau, \quad (1.4)$$

де $\tau = +2 - (-1)$ хв. для маршрутів із плановим інтервалом руху $I \geq 3$ хв. та $\tau = \pm 1$ хв. для маршрутів з $I < 3$ хв.;

t_{ij}^{ϕ} , $t_{ij}^{пл}$ – відповідно, фактичний і плановий час прибуття i -го ТЗ на j -й КП.

Задача 1.1 У таблиці 1.1 наведені результати контролю руху на автобусному маршруті. Потрібно визначити регулярність руху в першому, другому періодах і в цілому.

Таблиця 1.1 – Результати контролю руху

Час проходження КП за розкладом, год., хв.	Інтервал руху за розкладом, хв.	Фактичний час проходження КП, год., хв.	Інтервал руху фактичний, хв.	Відхилення фактичного інтервалу руху від планового, хв.
Перший період				
6:00	–	6:02	–	–
6:06	6	6:04	2	4
6:12	6	6:12	8	2
6:18	6	6:17	5	1
Другий період				
6:21	3	6:20	3	0
6:24	3	6:25	5	2
6:27	3	6:26	1	2
6:30	3	6:31	5	2
6:33	3	6:33	2	1

Рішення. За формулою (1.1):

$$R_1 = \frac{6 - \sqrt{(4^2 + 2^2 + 1^2)} / (4 - 1)}{6} \cdot 100 = 75\% ;$$

$$R_2 = \frac{3 - \sqrt{(0^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2)} / (6 - 1)}{3} \cdot 100 = 76\% .$$

За формулою (1.2) знаходимо:

$$R_{1,2} = (75 \cdot 3 + 76 \cdot 5) / (3 + 5) = 75,6\% .$$

Відповідь: регулярність руху в першому періоді склала 75 %, у другому – 76 %, у цілому – 75,6 %.

Задача 1.2 У таблиці 1.2 наведено час прибуття ТЗ на КП маршруту тролейбуса. Необхідно визначити регулярність руху ТЗ.

Таблиця 1.2 – Результати контролю руху ТЗ

Час прибуття, год., хв.		Час прибуття, год., хв.	
Плановий	Фактичний	Плановий	Фактичний
6:10	6:09	7:12	7:13
6:23	6:25	7:28	7:25
6:37	6:39	7:44	7:46
6:42	6:42	7:53	7:52
6:58	7:02	8:08	8:09

Контрольні запитання

1. Назвіть основні якісні показники функціонування маршрутного МПТ.
2. Що характеризує регулярність руху ТЗ на маршрутах МПТ?
3. Які Ви знаєте способи контролю регулярності руху?
4. Що таке контрольний пункт?
5. За якою формулою визначають регулярність руху наземного міського електротранспорту?
6. Який припустимий час відхилення ТЗ від розкладу руху для наземного міського електротранспорту?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема заняття: «Розрахунок оптимальної кількості контрольних пунктів системи управління рухом»

Мета заняття – ознайомлення з принципами отримання інформації про стан транспортного процесу на маршрутній мережі міста та набуття практичних умінь визначення оптимальної кількості контрольних пунктів системи управління рухом.

Зміст заняття

Поширення набули системи управління рухом, у яких стан руху на маршрутній мережі визначається за допомогою контрольних пунктів (КП).

Оптимальну кількість КП для кожного маршруту визначають розрахунком. Для цього за критерій оптимальності F приймають суму середніх витрат часу пасажирями на очікування ТЗ $T_{оч}$ і проїзд до потрібного пункту зупинки $T_{пр}$:

$$F = T_{оч} + T_{пр}, \text{ пас.хв.} \quad (2.1)$$

Середні витрати часу на очікування ТЗ при рівномірному розташуванні КП на маршруті:

$$T_{оч} = \frac{R_m (I + \tau)^2}{120(N_{кп} - 1)}, \text{ пас.хв.} \quad (2.2)$$

де R_m – максимальний пасажиропотік, пас./год.;

I – інтервал руху, хв.;

τ – середній час відхилення ТЗ від розкладу руху, хв.;

$N_{кп}$ – кількість КП на маршруті.

Середні витрати часу на проїзд:

$$T_{пр} = (R_m \cdot I \cdot T_p \cdot l_c) / (60L_m), \text{ пас.хв.}, \quad (2.3)$$

де T_p – час рейсу в напрямку максимального пасажиропотоку, хв.;

l_c – середня дальність поїздки, км.

Для низки значень $N_{кп}$ від 2 до 10 визначають величину критерію оптимальності F . За отриманими даними будують графік $F = f(N_{кп})$. За оптимальне приймають значення $N_{кп}$, за якого цей графік виходить на насичення.

КП розташовують на кінцевих пунктах запинки маршруту, на площадках відстою ТЗ, на межах контрольних ділянок, на пунктах зупинки з найбільшим пасажирооборотом та інших технологічно важливих місцях.

Після остаточного визначення кількості КП на технологічній схемі маршруту позначають місця їхнього розташування.

Задача 2.1 Визначити оптимальну кількість КП на тролейбусному маршруті при наступних вихідних даних:

$$R_m = 1142 \text{ пас./год.}; I = 6,6 \text{ хв.}; V_c = 16,7 \text{ км/год.}; L_m = 9,3 \text{ км}; l_c = 4,1 \text{ км}.$$

Контрольні запитання

1. У чому полягають переваги способу отримання інформації про стан руху на маршрутах за допомогою КП порівняно з іншими способами?
2. Який показник функціонування маршруту приймають за критерій оптимальності при визначенні кількості КП на маршруті?
3. У яких місцях маршруту розташовують КП?
4. Чи може відхилитися фактична кількість КП на маршруті від оптимальної?
5. Як впливає кількість КП на регулярність руху ТЗ на маршруті?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема заняття: «Формування управляючих впливів при ліквідації типових порушень руху на маршрутах міського пасажирського транспорту»

Мета заняття – ознайомлення з методами відновлення порушеної регулярності руху й набуття практичних умінь розрахунку диспетчерських впливів на об'єкт управління.

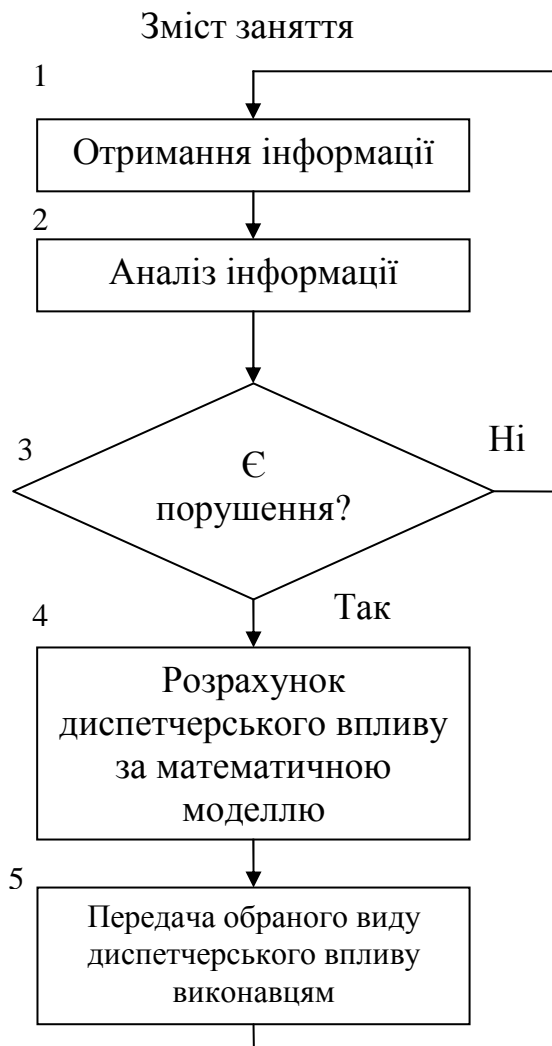


Рис. 3.1 – Схема алгоритму дій диспетчера

Обрання виду диспетчерського впливу й розрахунок потрібного рівня впливу на транспортний процес здійснюють відповідно до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Способи відновлення порушеної регулярності руху

Причина порушення руху	Спосіб відновлення
1. Вибуття з руху однієї ТЗ	– випуск на маршрут резервної ТЗ; – переведення однієї ТЗ з менш навантаженого маршруту на цей (певний, заданий) маршрут; – розсунення інтервалів ТЗ, що рухаються, перед і після ТЗ, які вибули
2. Вибуття з руху двох і більше ТЗ	– випуск резервних ТЗ; – переведення ТЗ з менш навантажених маршрутів на цей (певний, заданий); – перерахунок інтервалів руху для всіх ТЗ
3. Запізнення	– зменшення часу стоянки на ПЗ і КПЗ; – ліквідація запізнення наганянням у русі за рахунок збільшення швидкості; – відправлення ТЗ у скорочений рейс (за наявності проміжних розворотних кілець)
4. Випередження графіку	– збільшення часу стоянки на ПЗ і КПЗ; – зниження швидкості руху на перегонах; – відправлення ТЗ у подовжений рейс

Задача 3.1 Диспетчер одержав повідомлення, що вибули з руху два трамваї. Параметри маршруту: протяжність в одному напрямку руху – 17,2 км; час кругорейсу – 140 хв.; планова кількість трамваїв в лінії – 14; розрахункове наповнення трамваїв у цей (певний, заданий) період доби – 3 бали (табл. 3.2).

Треба обрати найбільш доцільний вид диспетчерського впливу.

Таблиця 3.2 – Кількість пасажирів у салоні ТЗ

Наповнення, балів	Кількість пасажирів					
	Трамвай	Тролейбус		Автобус		
	ТЗ; ТЗ-М	ЗіУ-9	ЮМЗ-Т1	ПАЗ-672	ЛАЗ-698	Ікарус-280
1	20	15	20	6	10	16
2	60	40	60	15	30	50
3	110	90	110	30	62	95
4	160	120	170	40	88	158
5	180	130	200	45	93	170

Контрольні запитання

1. У чому полягають наслідки порушення регулярності руху на маршрутах для пасажирів і транспортного підприємства?
2. Із якою метою проводяться заходи з оперативного регулювання руху ТЗ на маршрутах?
3. Яка послідовність дій диспетчера при формуванні управляючих впливів?
4. Які заходи оперативного регулювання руху може запровадити диспетчер при вибутті з руху на маршруті одного ТЗ?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Тема заняття: «Моделювання транспортних процесів з використанням теорії масового обслуговування»

Мета заняття – ознайомлення з основними положеннями теорії масового обслуговування й набуття практичних умінь їхнього застосування для моделювання транспортних процесів і аналізу отриманих результатів.

Зміст заняття

Імовірність затримки руху ТЗ перед ПЗ через його зайнятість попереднім ТЗ можна визначити за допомогою використання теорії масового обслуговування. Для цього уявимо, що ПЗ є замкненою системою масового обслуговування ТЗ, які прибувають до нього. У цьому випадку інтенсивність потоку замовлень на обслуговування λ , ТЗ/год.:

$$\lambda = 60/I . \quad (4.1)$$

Інтенсивність потоку обслуговування залежить від пропускну́ї здатності ПЗ, тобто від часу зайняття ПЗ одним ТЗ:

$$\mu = 3600/(t_1 + t_2 + t_3 + t_4), \text{ ТЗ/год.}, \quad (4.2)$$

де t_1 – час підходу ТЗ до ПЗ, с;

t_2 – час сумарний відкриття та закриття дверей ТЗ, с;

t_3 – сумарний час висадки-посадки пасажирів, с;

t_4 – час відходу ТЗ від ПЗ, с.

ПЗ може перебувати у трьох станах: вільному, зайнятому одним ТЗ, зайнятому одним ТЗ і на підході з є наступним ТЗ. Якщо позначити ймовірність перебування ПЗ у кожному стані, відповідно, через P_0 , P_1 , P_2 , то ймовірність того, що ПЗ перебуває в будь-якому з вказаних станів визначається умовою нормування:

$$P_0 + P_1 + P_2 = 1. \quad (4.3)$$

Система рівнянь, що описує перехід ПЗ у кожний із станів:

$$\mu P_1 - \lambda P_0 = 0; \quad (4.4)$$

$$\lambda P_0 + \mu P_2 - \mu P_1 - \lambda P_1 = 0; \quad (4.5)$$

$$\lambda P_1 - \mu P_2 = 0. \quad (4.6)$$

Вирішення системи рівнянь (6.3) – (6.6) дає:

$$P_0 = 1 - \gamma; \quad (4.7)$$

$$P_1 = \gamma P_0; \quad (4.8)$$

$$P_2 = \gamma^2 P_0, \quad (4.9)$$

$$\text{де } \gamma = \lambda / \mu. \quad (4.10)$$

Величину γ називають навантаженням системи або коефіцієнтом завантаженості.

Якщо стан системи позначити через $n = 0, 1, 2, \dots$, то ймовірність знаходження системи в цьому стані:

$$P_n = \gamma^n (1 - \gamma). \quad (4.11)$$

Інші показники системи масового обслуговування:

– частка часу простою системи:

$$\varepsilon = P_0 = 1 - \gamma; \quad (4.12)$$

– середня кількість замовлень, що перебування в системі:

$$n_c = \gamma / (1 - \gamma)^2; \quad (4.13)$$

– середня довжина черги:

$$n_r = \gamma^2 / (1 - \gamma); \quad (4.14)$$

– середній час перебування замовлень в системі:

$$\tau_c = 1 / (\mu - \lambda); \quad (4.15)$$

– середній час перебування замовлення в черзі:

$$\tau_r = \gamma / (\mu - \lambda). \quad (4.16)$$

На практиці зазвичай розглядають тільки ті варіанти роботи системи масового обслуговування, коли $\gamma < 1$, бо в іншому випадку черга поступово зростатиме до нескінченності.

Задача 4.1 Визначити ймовірність затримки руху на ПЗ через його зайнятість при наступних вихідних даних:

- інтервал руху $I = 2$ хв.;
- сумарний час відкриття-закриття дверей ТЗ $t_2 = 4$ с;
- прискорення ТЗ $a = 1,6$ м/с²;
- уповільнення ТЗ $b = 1,5$ м/с²;
- кількість дверей у ТЗ $m = 3$;
- швидкість руху транспортного потоку в зоні ПЗ $V = 30$ км/год.;
- середня кількість пасажирів, які здійснюють посадку-висадку $Q = 60$ пас.;
- час посадки-висадки одного пасажирів $\tau = 1,5$ с.

Розв'язання

1) Визначаємо інтенсивність потоку запитів на обслуговування за формулою (4.1):

$$\lambda = 60 / 2 = 30 \text{ ТЗ/год.}$$

2) Знаходимо інтенсивність потоку обслуговування:

– час підходу ТЗ до ПЗ:

$$t_1 = V / 3,6b = 30 / 3,6 \cdot 1,5 = 5,6 \text{ с};$$

– сумарний час висадки-посадки пасажирів:

$$t_3 = Q \cdot \tau / m = 60 \cdot 1,5 / 3 = 30 \text{ с};$$

– час відходу ТЗ від ПЗ:

$$t_4 = V / 3,6a = 30 / 3,6 \cdot 1,6 = 5,2 \text{ с.}$$

Таким чином, за формулою 4.2:

$$\mu = 3600 / (5,6 + 4 + 30 + 5,2) = 80 \text{ ТЗ/год.}$$

3) Імовірність затримки руху за формулою 4.9:

$$P_2 = \left(\frac{30}{80}\right)^2 (1 - 30/80) = 0,09.$$

Розрахунок показує, що ймовірність затримки руху на цьому ПЗ менше 10 %, що можна вважати придатним для забезпечення регулярності руху.

Задача 4.2 Визначити, як зміниться ймовірність затримки руху за умовами задачі 7.1, якщо водій не буде відкривати одну з дверей ТЗ.

Задача 4.3 Середній інтервал між прибуттям ТЗ на автозаправну станцію (АЗС) $I_{ТЗ} = 4$ хв. Варіанти пропускної здатності АЗС мають наступні значення середнього часу обслуговування ТЗ:

$$t_1 = 5 \text{ хв.}; t_2 = 3,5 \text{ хв.}; t_3 = 2 \text{ хв.}; t_4 = 1 \text{ хв.}; t_5 = 0,5 \text{ хв.}.$$

Потрібно обрати найбільш доцільний варіант АЗС.

Контрольні запитання

1. У чому полягає відмінність відкритої системи масового обслуговування порівняно із замкненою системою?
2. У яких станах може перебувати ПЗ?
3. Як визначається пропускна здатність ПЗ?
4. За рахунок яких організаційних і технічних заходів можна зменшити ймовірність затримки руху на ПЗ?
5. Наведіть приклади інших транспортних процесів, до моделювання яких можна застосувати положення теорії масового обслуговування?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Тема заняття: «Складання технологічного паспорту маршруту міського пасажирського транспорту»

Мета заняття – ознайомлення з типовим технологічним процесом центрального диспетчерського пункту системи управління транспортом підприємства й набуття практичних умінь складання технологічної документації.

Зміст заняття

Організаційна структура диспетчерського підрозділу системи управління. Правила ведення технологічної документації. Інструкція з оформлення паспорту маршруту (наказ №21 Міністерства транспорту України від 21.01.98р.):

1. Паспорт маршруту розробляє та веде перевізник, який має право виконувати перевезення на цьому маршруті.

2. Паспорт містить такі показники: схема й характеристика маршруту, розклад руху, акт вимірювання довжини маршруту та пробного рейсу, таблиці вартості проїзду і змін на маршруті, матеріали вивчення пасажиропотоків.

3. Маршрути й розклади руху складає перевізник:

- міські, таксомоторні, приміські маршрути й розклади руху затверджують, а внутрішньообласні – погоджують із відповідними місцевими державними адміністраціями або органами місцевого самоврядування в межах їхніх повноважень;

- міжобласні маршрути й розклади руху погоджує Мінтранс.

4. Схема маршруту та розклад руху узгоджуються з відповідними органами Державтоінспекції МВС.

5. Перевізник зобов'язаний перед поїздкою ознайомити водія з паспортом маршруту й забезпечити його схемою маршруту та робочим розкладом руху.

6. Паспорт маршруту зберігається в перевізника. Він має переглядатися не рідше одного разу на 3 роки. Зміни на маршруті обов'язково вносять до паспорта.

Опис паспорта маршруту

На титульному аркуші паспорта маршруту вміщуються відомості про вид перевезень, номер і назву маршруту, дату його відкриття (закриття).

Схему маршруту виконують у відповідному масштабі здебільшого за допомогою засобів обчислювальної техніки, вона має містити інформацію про зупинки, лінійні й дорожні споруди і про ділянки дороги, що впливають на безпеку руху. Для оформлення схеми маршруту використовують дані паспорта дороги, матеріали вимірювання довжини маршруту і пробного рейсу.

Характеристика маршруту містить загальні відомості про маршрут у прямому і зворотному напрямках.

Акт вимірювання довжини маршруту і пробного рейсу складає комісія з представників перевізника і власників дорожніх об'єктів. Замірювання здійснюють у прямому і зворотному напрямках на автомобілі, який має стандартний і вивірений еталонм спідометр.

Довжину приміських, міжміських і міжнародних маршрутів визначають за кілометровими знаками, а ділянок, не обладнаних такими знаками, що перебувають між ними, – за показаннями спідометра, з точністю до 0,1 км.

У таблиці вартості проїзду зазначають вартість проїзду й перевезення багажу з урахуванням виду та умов перевезень.

Таблиця змін на маршруті має містити інформацію про дату зміни, її опис і тривалість.

Підготовка матеріалів з вивчення попиту населення на пасажирські перевезення, як правило, повинна здійснюватись з використанням засобів обчислювальної техніки. До цих матеріалів належать:

- загальна характеристика;
- розподіл пасажирів за годинами доби;

- відомості про максимально завантажені перегони за годинами доби;
- розрахунок необхідної кількості рейсів і рухомого складу;
- дані про пасажирообмін зупинок і завантаження перегонів на кожну годину, у годину «пік», за добу.

Для набуття практичних умінь студенти виконують індивідуальне завдання з складання паспорта конкретного маршруту пасажирських перевезень, погодженого з викладачем.

Контрольні запитання

1. Хто розробляє паспорт маршруту?
2. Які відомості про маршрут містить паспорт?
3. Як проводиться вимірювання довжини маршруту?
4. У яких випадках вносять зміни в паспорт?
5. Із якими органами Державного управління узгоджується паспорт маршруту?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Віниченко В. С. Мікропроцесорні засоби автоматики на транспорті : Навч. посібник. В. С. Віниченко – Х. ХДАМГ, 2002. – 215 с.
2. Варелопуло Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. Г. А. Варелопуло– М. Транспорт, 1990. – 208 с.
3. Віниченко В. С. Конспект лекцій з дисципліни «Системи управління транспортом» (для студентів 5 курсу всіх форм навчання напряму підготовки 1004 «Транспортні технології»). – Х. ХНАМГ, 2007. – 44 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до проведення практичних занять і самостійної роботи
з дисципліни

«СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ»

*(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання
за напрямом підготовки «Транспортні технології» спеціальності
6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)»)*

Укладачі: **ВІНИЧЕНКО** Віктор Сергійович
РУДЄВА Анна Сергіївна

Відповідальний за випуск *В. К. Доля*

Редактор *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання *О. А. Балашова*

План 2012, поз. 475М

Підп. до друку 16.05.2012
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 0,8
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.