

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

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ
(КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ)
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«ЕРГОТИЧНІСТЬ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ МІСТ»

*(для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 275 – Транспортні технології)*

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2018

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи (контрольної роботи) з навчальної дисципліни «Ергономічність у транспортних системах міст» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 – Транспортні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. І. А. Афанасьєва, О. В. Прасоленко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 10 с.

Укладачі : канд. техн. наук І. А. Афанасьєва,
канд. техн. наук, доц. О. В. Прасоленко

Рецензент канд. техн. наук, доц. Є. І. Куш

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики, протокол № 1 від 29.08.2016.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СПРЯМОВАНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Мета роботи: оцінка економічної доцільності проведення заходів щодо організації дорожнього середовища з урахуванням ергономічних вимог.

Загальні відомості

Перспективним напрямком підвищення ефективності й безпеки дорожнього руху є облік ергономічних вимог при конструюванні дорожнього середовища. Основу так званого спрямованого конструювання становить облік механізму дії емоцій, що визначають усю орієнтовну діяльність водія. На величину емоційної напруги впливають як швидкість руху автомобіля і його положення в транспортному потоці, так і особливості дорожнього середовища. Тому велике значення має вдосконалення тієї частини дорожнього середовища, яке містить у своїй просторовій і тимчасовій структурі основні носії інформації, що регулюють діяльність водія.

Для забезпечення ергономічних вимог необхідно насамперед пристосувати дорожнє середовище до особливостей функціонування органів почуттів водія. Це стосується розміщення дорожніх знаків, показників, розмірів і форми знаків, кольору фарбування елементів дорожнього середовища тощо. Крім того, дорога повинна бути оптично ясна, не містити несподіванок, усі зміни в напрямку руху повинні бути заздалегідь відзначені показниками.

Дорожнє середовище (її елементи) дуже впливає на роботу водія. Відповідно до закону Джеркса-Додсона, для кожного виду діяльності є деякий оптимальний рівень емоційної напруги, при якому працездатність людини максимальна (рис. 1).

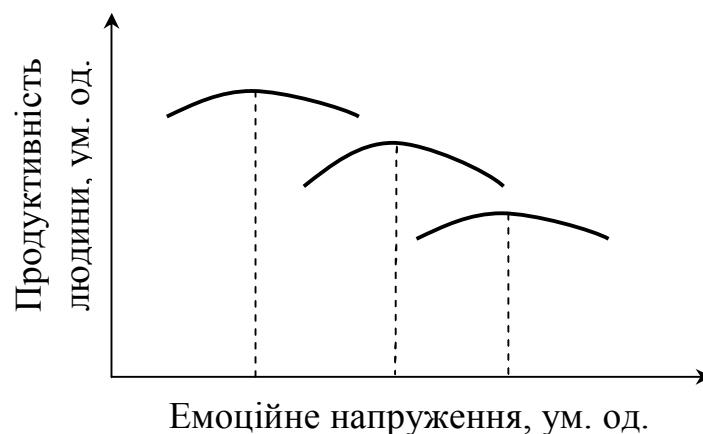


Рисунок 1 – Вплив емоційної напруги на продуктивність людини при роботі різної складності

Виявляється, що водій, як правило, автоматично настроюється на деякий оптимальний для нього рівень емоційної напруги, причому в якості регулятора цього рівня виступає швидкість руху автомобіля. Тому на тих ділянках дороги, де не виконані ергономічні вимоги, водій компенсує можливий ріст емоційної

напруги відповідним зменшенням швидкості. Причому це зниження швидкості тим більше, ніж суб'єктивно важче для водія дана ділянка дороги. Якщо ж водій проходить ці ділянки без зниження швидкості, то це приводить до зростання рівня емоційної напруги. Тривала емоційна напруга є джерелом стомлення й зниження працездатності, що приводить в остаточному підсумку до виникнення дорожньо-транспортних випадків. Спрямоване конструювання дорожнього середовища з урахуванням регулюючої дії емоцій сприяє підвищенню середньої швидкості руху автомобіля (рис. 2) і зниженню числа дорожньо-транспортних випадків. Це є джерелами одержання економічного ефекту.

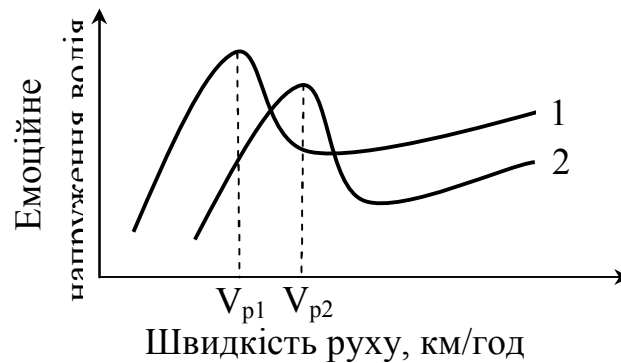


Рисунок 2 – Залежність емоційної напруги водія від швидкості руху автомобіля:

1 – у звичайних умовах; 2 – при спрямованому конструюванні дорожнього середовища з урахуванням ергономічних вимог;

V_{p1} , V_{p2} – рекомендовані швидкості руху ($V_{p2} > V_{p1}$).

Рекомендації з обліку людського фактора при конструюванні дорожнього середовища знаходять широке застосування в практиці дорожнього будівництва. Конструювання дорожнього середовища з урахуванням вимог ергономіки дозволяє ліквідувати небезпечні ділянки, що знижують швидкість руху, що й приводять до заторів і аварій, а також до зниження працездатності водіїв і підвищенню в них стомлення.

Завдання

Відповідно до вимог ергономіки розроблені рекомендації з оформлення дорожнього середовища. Крім того, проведено покриття кромки дороги шаром асфальту, що створює у водія ілюзію збільшення ширини дорожнього полотна. Усе це привело до збільшення середньої швидкості руху автомобіля в середньому на 10%, за рахунок чого собівартість одного тонно-кілометра знижується приблизно на 0,005%. Додаткові витрати на виробіток рекомендацій з конструювання дорожнього середовища становлять у середньому 1000 ум.од. на кілометр, а вартість будівництва збільшується на 2500 ум.од. за кожний кілометр дороги.

Потрібно визначити економічну ефективність проведених заходів на автомагістралі другої категорії, яка характеризується наступними даними: довжина l км, середнє число вантажних автомобілів у кожному перетині дороги I авт/добу, середня вантажопідйомність автомобіля P т, середня дальність транспортування вантажу L км.

Вихідні дані для проведення розрахунків вибираються згідно варіанта (табл. 1, 2).

Таблиця 1 – Вихідні дані (номер варіанта відповідає останній цифрі залікової книжки)

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l , км	250	220	210	215	240	190	260	230	185	255
L , км	50	60	55	45	58	46	80	70	65	75
I , авт/добу	1000	1200	1250	1300	1120	1500	1450	1150	980	1330
A , авт/добу	3500	3800	3200	4120	4300	3250	5000	4800	3300	3100

Таблиця 2 – Вихідні дані (номер варіанта відповідає передостанній цифрі залікової книжки)

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P , т	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	4	4,5	5
M_c	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,5	0,7	0,8
$N_{тп1}$, ДТП	12	9	11	10	13	14	12	14	8	8
$N_{тп2}$, ДТП	8	7	8	6	9	11	10	9	6	5

Вказівки до виконання роботи

Економічний ефект обумовлений можливістю збільшення середньої швидкості руху автомобілів і зниження за рахунок цього собівартості перевезення вантажів, а також зменшення втрат пов'язаних з виникненням дорожньо-транспортних випадків:

$$\mathcal{E}_r = \Delta C_{тп} + \Delta C_y - E_H \Delta K, \quad (1)$$

де ΔK – додаткові капітальні витрати, пов'язані із цілеспрямованим конструюванням дорожнього середовища;

$\Delta C_{тп}, \Delta C_y$ – річна економія на поточних витратах відповідно за рахунок зменшення втрат від дорожньо-транспортних випадків і підвищення швидкості руху;

E_H – нормативний коефіцієнт ($E_H = 0,15$).

Річна економія на поточних витратах за рахунок зменшення втрат від дорожньо-транспортних випадків розраховується по формулі:

$$\Delta C_{тп} = 3,65 \cdot 10^{-6} \cdot M_c \cdot Q_{тп} \cdot L_{уч} \cdot A(N_{тп1} - N_{тп2}), \quad (2)$$

де M_c – вартісний коефіцієнт, величина якого лежить у межах 0,7 - 1,5 і залежить від характеру дорожнього середовища;

$Q_{ТП}$ – середній збиток (або втрати) дорожньо-транспортного випадку ($Q_{ТП} = 8000$ ум.од.);

$L_{уч}$ – довжина ділянки з однорідними дорожніми умовами, км ($L_{уч} = l$);

A – середньорічна інтенсивність руху, авт/добу;

$N_{ТП1}, N_{ТП2}$ – кількість подій на 100 млн. авт·км відповідно до й після проведення заходів щодо спрямованого конструювання дорожнього середовища.

Річна економія на поточних витратах за рахунок підвищення швидкості руху розраховується по формулі:

$$\Delta C_v = \Delta s \cdot T, \quad (3)$$

де Δs – зниження собівартості одного тонно-кілометра перевезень у результаті підвищення швидкості руху ($\Delta s = 0,002$ ум.од. /рік);

T – річний вантажообіг, ткм/рік.

Річний вантажообіг визначаємо по формулі:

$$T = 365 \cdot I \cdot P \cdot L, \quad (4)$$

де I – інтенсивність руху вантажних автомобілів, авт/добу;

P – середня вантажопідйомність автомобіля, т;

L – середня дальність перевезення вантажу, км.

Додаткові капітальні витрати, пов'язані з реконструкцією дороги з урахуванням людського фактора:

$$\Delta K = (DO_1 + DO_2) \cdot l, \quad (5)$$

де DO_1 – додаткові витрати на виробіток рекомендацій з конструювання дорожнього середовища, грн/км ($DO_1 = 1500$ ум.од./км);

DO_2 – збільшення вартості будівництва пов'язане з конструюванням дорожнього середовища, грн/км ($DO_2 = 3500$ ум.од./км).

l – довжина автомагістралі, км.

Строк окупності додаткових витрат на конструювання дорожнього середовища з урахуванням ергономічних вимог:

$$Струм = \frac{\Delta K}{\Delta C_{ТП} + \Delta C_v}. \quad (6)$$

У результаті аналізу отриманих результатів зробити висновок про економічну доцільність проведення заходів щодо організації дорожнього середовища з урахуванням ергономічних вимог.

2 ОЦІНКА ТЯЖКОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ

Мета роботи: на підставі даних про енергетичну вартість руху по дорозі провести оцінку діяльності водія.

Загальні відомості

Функціональний стан організму водія – комплексна багатокomпонентна характеристика функціональних систем організму, які прямо або побічно обумовлюють виконання діяльності. Показники функціонального стану організму водія дозволяють судити про напруженість і тяжкість праці водія.

Для оцінки тяжкості праці водія використовується пневмограма, яка являє собою запис зовнішнього подиху. У нормальному стані частота подиху становить близько 20 коливань у хвилину. У стані порушення або напруги частота подиху збільшується до 50–60 коливань у хвилину. Спостерігається також зменшення глибини подиху й укорочення фази видиху в порівнянні із вдихом.

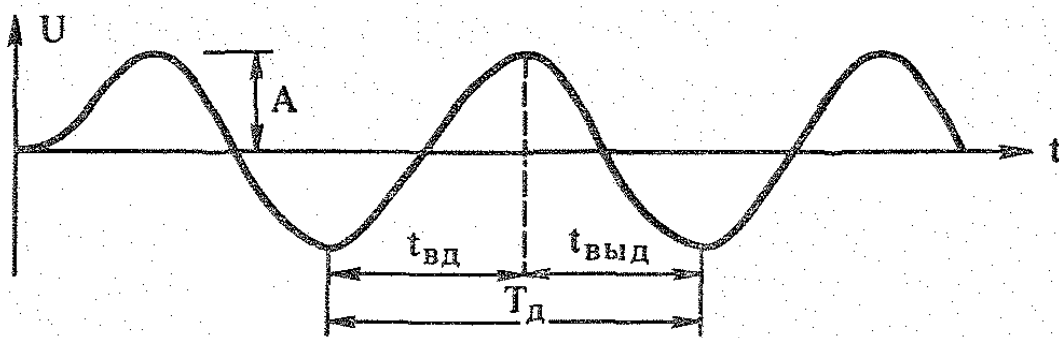


Рисунок 1 – Приклад запису електропневмограми:

A – амплітуда; $t_{вд}$ – тривалість вдиху;

$t_{выд}$ – тривалість видиху; $T_{д}$ – тривалість дихального циклу.

Вихідні дані

У якості вихідних даних використовуються результати обробки пневмограми водія, зареєстрованої у процесі керування транспортним засобом при русі по ділянці дороги (табл. 1).

Таблиця 1 – Вихідні дані (ширина інтервалу між дихальними циклами, мм)

№ варіанта	Вихідні дані										
0	339,9	440,3	440,2	441,1	441,5	441,9	442,2	442,2	41,8	441,6	441,2
1	339,8	440,3	440,0	339,8	339,5	339,2	338,8	339,2	338,9	338,7	338,7
2	338,6	338,8	440,1	440,5	440,8	441,3	441,5	441,6	441,7	442,0	441,9
3	441,1	441,3	441,2	441,4	441,5	441,7	441,5	441,4	441,6	441,8	441
4	441,1	441,2	441,3	441,2	441,3	441,5	441,6	441,5	441,4	441,1	339,8
5	442,3	443,3	441,3	441,2	441,3	441,5	339,8	339,5	339,2	338,8	339,2
6	441,5	441,6	441,7	441,5	441,6	441,7	339,5	339,2	441,5	441,4	441,9
7	441,5	441,4	441,6	441,5	441,4	441,6	440,8	441,3	441,6	441,5	441
8	441,6	441,5	441,4	441,6	441,5	441,4	441,5	441,7	339,8	339,5	339,8
9	338,6	338,8	440,1	441,3	441,2	441,4	441,3	441,5	339,5	339,2	339,2

Вказівки до виконання роботи

Частота подиху людини визначається за результатами обробки електропневмограми з використанням формули:

$$C = \frac{60v_c}{l}, \quad (1)$$

де v_c – швидкість руху стрічки самописа, мм/с ($v_c = 20$ мм/с);

l – середня ширина інтервалу між дихальними циклами, мм.

Середня ширина інтервалу між дихальними циклами визначається по формулі:

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}, \quad (2)$$

де l_i – ширина i -го циклу, з;

n – кількість циклів.

Енергетична вартість руху по дорозі, ккал/хв:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,075(C - C_0)F, \quad (3)$$

де C_0 – частота подиху водія у стані спокою, у положенні сидячи перед початком руху, цикл/хв ($C_0 = 20$ цикл/хв);

C – частота подиху водія при русі по дорозі, цикл/хв;

F – площа тіла водія, m^2 .

Для визначення площі тіла водія використовується номограма (рис. 2). Дані щодо росту й тяжкості ухвалюються виходячи з індивідуальних даних студента.

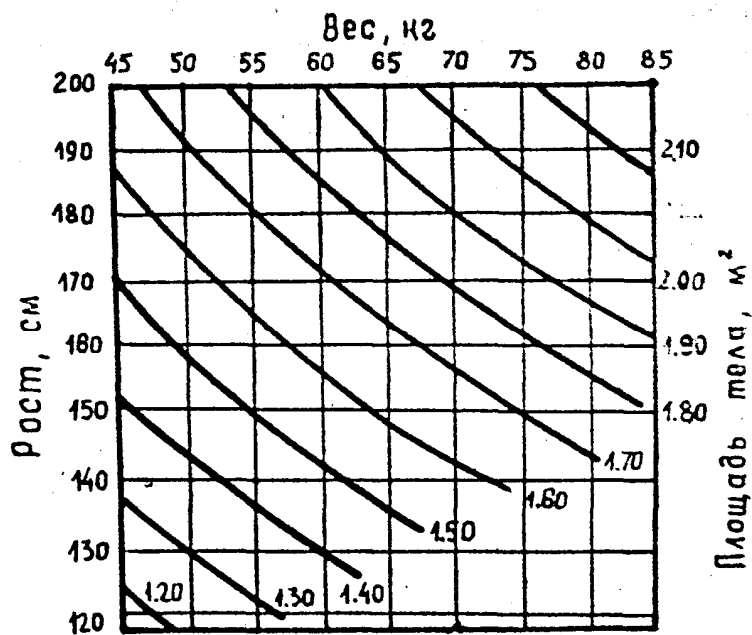


Рисунок 2 – Номограма для визначення площі тіла людини

Оцінка тяжкості діяльності водія проводиться показником $\Delta\mathcal{E}$ згідно із градацією, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінка тяжкості діяльності водія

Енергетична вартість руху, ккал/хв	Модальна оцінка тяжкості праці
менше 2,0	Легкий
2,0 – 3,0	Середньої тяжкості
3,0 – 6,5	Важкий
6,5 і більше	Дуже тяжкий

Зробити висновок по роботі.

Контрольні питання:

1. Що розуміють під емоційним напруженням водія?
2. Які існують електрофізіологічні методи визначення функціонального стану людини?
3. Що розуміють під дорожнім середовищем?
4. Які характеристики має система «ВАДС».
5. Якими параметрами характеризується діяльність водія?
6. Що розуміють під терміном «функціональний стан»?
7. Як визначають енергетичні витрати водія?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ю. О. Давідіч. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навч. посібник / Ю. О. Давідіч, Є. І. Куш, Д. П. Понкратов // Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 392 с.
2. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.
3. Системологія на транспорті. Ергономіка: у 5 кн. / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. ; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – Київ : Знання України, 2008. – 256 с. – (5 кн. / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. кн. 5).
4. Гаврилов Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте. / Э. В. Гаврилов. – Киев : Техника, 1976. – 152 с.
5. Гаврилов Э. В. Системное проектирование автомобильных дорог / Э. В. Гаврилов, А. М. Гридчин, В. Н. Ряпухин. – М. – Белгород АСВ, 1998. – 138 с.
6. Приборы и методики психофизиологического обследования водителей автомобилей / Н. К. Игнатов, В. М. Мишуринов, Р. Т. Мушегян, В. А. Сергеев. – М. : Транспорт, 1978. – 88 с.
7. Бутуханов В. В. Функциональная диагностика XXI века [Электронный ресурс] / В. В. Бутуханов. – Режим доступа : <http://medtreatment.narod.ru>.
8. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. Н. Кириллов, С. З. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 222 с.
9. Баевский Р. М. Ритм сердца у спортсменов / Р. М. Баевский. – М. : Физкультура и спорт, 1996. – 143 с.
10. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – М. : Транспорт, 1991. – 183 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічної роботи
(контрольної роботи)
з навчальної дисципліни

«ЕРГОТИЧНІСТЬ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ МІСТ»

*(для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 275 – Транспортні технології)*

Укладачі : **АФАНАСЬЄВА** Іветта Анатоліївна,
ПРАСОЛЕНКО Олексій Володимирович

Відповідальний за випуск *В. К. Доля*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2016, поз. 197 М

Підп. до друку 23.05.2017. Формат 60х84/16
Друк на різнографі. Ум. друк. арк. 0,3
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.