

РОЗВІДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

УДК 625.72

Богаченко В.М. канд. техн. наук, Асатрян В.Г.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОБХОДУ ТРАСОЮ ПЕВНИХ ДІЛЯНОК МІСЦЕВОСТІ

Анотація. В даній роботі розглянуто питання визначення доцільності обходу трасою автомобільної дороги певних ділянок місцевості на основі техніко-економічного обґрунтування, адаптованого під нинішні економічні умови.

Ключові слова: трасування автомобільних доріг, траса, сумарні приведені витрати, вантажні перевезення, пасажирські перевезення.

Аннотация. В данной работе рассмотренный вопрос определения целесообразности обхода трассой автомобильной дороги определенных участков местности на основе технико-экономического обоснования, адаптированного под нынешние экономические условия.

Ключевые слова: трассирование автомобильных дорог, трасса, суммарные приведенные затраты, грузовые перевозки, пассажирские перевозки.

Annotation. This work reviewed the issue of determination alignment tracking expediency of certain terrain based on feasibility study, adapted to the current economic conditions.

Keywords: road-location, alignment, summary reduced expenditures, freight traffic, ridership.

Досить часто при трасуванні автомобільних доріг в смузї варіювання існують ділянки місцевості, відносно яких необхідно вирішити питання можливості їх обходу або проходження через них.

Звісно, оптимальне інженерне рішення обирається на основі техніко-економічних розрахунків. Тому і в даному випадку доцільність обходу траси характерних ділянок місцевості буде визначатися техніко-економічним

обґрунтуванням. Але, кардинальні зміни економічних умов, які виникли в нашій країні, вимагають корегування існуючих підходів щодо окремих положень техніко-економічних обґрунтувань проектних рішень.

Визначення доцільності відхилення можна виконати шляхом порівняння додаткових витрат на проходження трасою через певну ділянку місцевості з сумарними приведеними витратами, які виникають через подовження траси при її відхиленні від генерального напрямку. Відхилення буде вважатися доцільним при виконанні головної умови:

$$P_{\text{дiл}} > P_{\text{np}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{дiл}}$ – додаткові витрати на проходження трасою через певну ділянку місцевості, тис. грн.;

P_{np} – сумарні приведені витрати, які виникають через подовження траси при її відхиленні від генерального напрямку, тис. грн.

Сумарні приведені витрати враховуються за розрахунковий період (t), який, як правило, приймається 20-30 років, та розраховуються за формулою:

$$P_{\text{np}} = P_{\text{д}} + P_{\text{т}} + P_{\text{Е}}, \quad (2)$$

де $P_{\text{д}}$ – дорожні витрати, тис. грн.;

$P_{\text{т}}$ – транспортні витрати, тис. грн.;

$P_{\text{Е}}$ – експлуатаційні витрати, тис. грн.

1 Дорожні витрати

До дорожніх витрат відноситься вартість будівництва автомобільної дороги ($P_{\text{бyд.}}$) з врахуванням вартості відведеної землі. В умовах нинішніх ринкових відносин будівництво доріг частіше виконується за рахунок кредитних коштів, що призводить до збільшення коштів, відведених на розвиток інфраструктури, через необхідність повернення відсотків по кредиту.

В залежності від способу нарахування відсотків вартість нарахування кредиту буде відрізнятися. На сьогодні нарахування плати по кредитам відбувається за наступними способами [4]:

1) За простими відсотками, які розраховуються за формулою:

$$P_{кр} = Kp \cdot \frac{i \cdot n}{100}, \quad (3)$$

де $P_{кр}$ – загальна сума відсотків за кредитом, тис. грн.;

Kp – сума кредиту, тис. грн.;

i – відсоткова ставка, %;

n – кількість періодів, роки.

2) За складними відсотками, які розраховуються за формулою:

$$P_{кр} = Kp \cdot \left(\left(1 + \frac{i}{100} \right)^n - 1 \right). \quad (4)$$

3) Повернення кредиту з погашенням тіла кредиту рівними частинами.

Відсотки розраховуються за формулою:

$$P_{кр} = \frac{2 \cdot Kp - \frac{Kp \cdot (n-1)}{n}}{2} \cdot n \cdot \frac{i}{100}. \quad (5)$$

4) Повернення кредиту зі сплатою однакової загальної суми щороку (ануїтет). Відсотки розраховуються за формулою:

$$P_{кр} = Kp \cdot (An \cdot n - 1), \quad (6)$$

де An – коефіцієнт ануїтету, який розраховується за формулою:

$$An = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}. \quad (7)$$

Як приклад, при рівних умовах: сумі кредиту – 1 000 000 грн., терміні – 8 років та кредитних відсотках – 8 % – сума відсотків за користування кредитом буде відрізнятись в залежності від способу нарахування відсотків (табл. 1).

Таблиця 1 – Сума відсотків за користування кредитом в залежності від способу нарахування відсотків

Рік	Сума відсотків за користування кредитом за рік, грн.			
	Прості відсотки	Складні відсотки	Погашення тіла кредиту рівними частинами	Ануїтет
1	80 000,00	80 000,00	80 000,00	80 000,00
2	80 000,00	86 400,00	70 000,00	72 478,82
3	80 000,00	93 312,00	60 000,00	64 355,94
4	80 000,00	100 776,96	50 000,00	55 583,24
5	80 000,00	108 839,12	40 000,00	46 108,72
6	80 000,00	117 546,25	30 000,00	35 876,23
7	80 000,00	126 949,95	20 000,00	24 825,15
8	80 000,00	137 105,94	10 000,00	12 889,98
Всього	640 000,00	850 930,21	360 000,00	392 118,08

Як видно з табл. 1 загальна сума відсотків за кредитом значною мірою залежить від способу нарахування відсотків і становить значні кошти. З врахуванням того, що будівництво доріг коштує сотні мільйонів гривень сума відсотків за кредитом становитиме значних величин. Тому при визначені вартості будівництва автомобільних доріг варто враховувати суму відсотків за кредитом.

2 Транспортні витрати

В техніко-економічних розрахунках прийнято враховувати собівартість автомобільних перевезень, яка розраховується за формулою:

$$C_{II} = \frac{C_L \cdot L + C_a \cdot T + 3П_B}{Q}, \quad (8)$$

де C_L – собівартість 1 км пробігу за змінними витратами (витрати на паливо, змащувальні продукти, ремонт і т. п.), грн./км;

L – відстань пробігу, км;

C_a – собівартість 1 авто-год. за накладними витратами (заробітна плата адміністративно-управлінського та допоміжного персоналу, витрати на утримання споруд і т. п.), грн./авто-год.;

T – тривалість пробігу за поїздку, $T = \frac{L}{V_{\delta}}$, год;

V_{δ} – швидкість руху автомобіля з врахуванням впливу інтенсивності руху, км/год.;

$ЗП_B$ – заробітна плата водія, грн.;

Q – вантажообіг за поїздку, $Q = q \cdot \gamma \cdot L$, т км;

q – вантажопідйомність автомобіля, т;

γ – коефіцієнт завантаженості.

Транспортні витрати на рік визначаються за формулою:

$$P_T = 365 \cdot L \cdot N \cdot C_{II}, \quad (9)$$

де N – розрахункова інтенсивність руху, авто/добу.

Такий підхід на сьогодні неможливо застосувати з декількох причин. По-перше, на сьогодні на ринку автоперевезень немає державних автотранспортних підприємств і відповідним чином тарифи на перевезення вантажів та пасажирів визначаються з урахуванням ринкових умов – вартості паливо-мастильних матеріалів, заробітної плати персоналу, утримання приміщень, орендної плати і т. п. По-друге, нормативне регулювання [6] визначає мінімальні тарифи на автоперевезення, які досить часто не відповідають існуючим тарифам. Тому для подальших розрахунків ми використовуємо існуючі тарифи на автоперевезення, які включають в себе і собівартість перевезень і прибуток автоперевізників. Враховуючи те, що прибуток в розмірі 15 % вважається таким, що дозволяє підприємству бути рентабельним, собівартість автоперевезень можна приймати як 85 % від тарифів на перевезення.

До транспортних витрат можна віднести витрати на перевезення вантажів і пасажирів та втрати, пов'язані із часом знаходження пасажирів в дорозі.

$$P_T = P_{PB} + P_{III} + P_B, \quad (10)$$

де P_T – транспортні витрати, тис. грн./рік;

P_{PB} – витрати на перевезення вантажів, тис. грн./рік;

P_{III} – витрати на перевезення пасажирів, тис. грн./рік;

P_B – втрати, пов'язані із часом знаходження пасажирів в дорозі, тис. грн./рік.

2.1 Вантажні перевезення

Згідно [6] мінімальний розмір тарифів на перевезення вантажів автотранспортними засобами, крім міжнародних перевезень, визначається шляхом обчислення добутку середньої роздрібною ціни автомобільного палива та коефіцієнтів згідно з табл. 2. З врахуванням вартості палива (станом на 12.11.15: А-92 – 18,94 грн./л.; А-95 – 19,70 грн./л.; ДТ – 17,17 грн./л), мінімальна вартість перевезень становитиме величини, наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнти, що застосовуються для визначення мінімального розміру тарифу на 1 км перевезень відповідно до вартості 1 л. автомобільного палива (ДТ)

Вантажопідйомність, кг	Коефіцієнт	Вартість перевезень грн./км
Від 500 до 2500	0,5	8,58
Від 2501 до 5000	0,7	12,02
Від 5001 до 10000	0,9	15,45
Від 10001 до 20000	1,1	18,89

Маркетингові дослідження ринку автомобільних перевезень по Україні за 2015 рік дозволили виявити, що ціни на перевезення коливаються в певних межах в залежності від маршруту перевезень і якщо визначити їхню середню величину, то можна перейти до собівартості, яка буде складати 85 % від середньої вартості перевезень (табл. 3).

Таблиця 3 – Вартість вантажних перевезень в залежності від вантажопідйомності

Вантажопідйомність, т	Вартість, грн./км	Середня вартість, грн./км	Собівартість, грн./км
1 – 2 т	3,70 – 6,74	4,85	4,12
3 т	4,00 – 7,94	5,21	4,43
5 т	6,21 – 9,28	8,64	7,34
10 т	6,72 – 15,00	10,93	9,29
20 т	8,56 – 20,00	15,03	12,78

Для розрахунків необхідно брати дані табл. 3, так як вони реально відображають ситуацію на ринку.

Вартість вантажних перевезень за розрахунковий період можна розрахувати за формулою:

$$P_{PB} = \sum_{i=1}^t \frac{365 \cdot L \cdot (N_i^e \cdot C_i^{1km} + N_i^{am} \cdot C_i^{1km})}{1000 \cdot (1+u)^i}, \quad (11)$$

де t – розрахунковий період, роки;

L – довжина дороги, км;

N_i^e, N_i^{am} – відповідно інтенсивності вантажного автомобіля і автопотяга в i -тому році, авто/добу;

C_i^{1km} – собівартість 1 км перевезення в i -тому році, грн./км.

u – ставка дисконту в частках одиниці.

2.2 Пасажирські перевезення

Вартість пасажирських перевезень можна розрахувати за формулою:

$$P_{PII} = \sum_{i=1}^t \frac{365 \cdot C_i^{1nac} \cdot L \cdot (N_i^l \cdot P_l + N_i^a \cdot P_a)}{1000 \cdot (1+u)^i}, \quad (12)$$

де C_i^{1nac} – собівартість перевезення 1 пасажирів на 1 км в i -тому році, чол.грн./км;

N_i^l, N_i^a – відповідно інтенсивності легкового автомобіля і автобуса в i -тому році, авто/добу;

P_l, P_a – відповідно середня кількість пасажирів в легковому автомобілі і автобусі.

Маркетингові дослідження вартості пасажирських перевезень на 2015 рік в різних областях показали, що вартість перевезень коливається від 0,40 грн./км до 0,55 грн./км, в середньому по Україні становить 0,45 грн./км. Відповідно собівартість приймається 85 % від вартості і становить 0,38 грн./км.

2.3 Втрати, пов'язані із часом знаходження пасажирів в дорозі

Вони визначаються за формулою:

$$P_B = \sum_{i=1}^t \frac{365 \cdot C_i^{1zod} \cdot (N_i^l \cdot \frac{L}{V_l} \cdot P_l + N_i^a \cdot \frac{L}{V_a} \cdot P_a)}{1000 \cdot (1+u)^i}, \quad (13)$$

де C_i^{1200} – втрати 1 год. перебування в дорозі 1 пасажир в і-тому році, грн.;

V_l, V_a – відповідно середні швидкості легкового автомобіля і автобуса, км/год.

$$C^{1200} = \frac{3П}{D \cdot T_D}, \quad (14)$$

де $3П$ – середня заробітна плата, згідно [7] на 09.15 $3П = 4343$ грн.;

D – середня кількість робочих днів за місяць, $D = 21$ день;

T_D – тривалість робочого дня, $T_D = 8$ год.

Окрім цього, згідно [1], необхідно враховувати вартісну оцінку часу населення від заробітної плати, що складає:

- 100-115 % – для роботодавців;
- 75 % – для водіїв;
- 35 % – для дорослих пасажирів;
- 25 % – для дітей віком до 16 років.

3 Експлуатаційні витрати

Щорічні дорожньо-експлуатаційні витрати складаються з витрат на утримання, поточного та капітального ремонтів автомобільного ремонту.

$$P_E = P_{\text{утр.}} \cdot n_{\text{утр.}} + P_{\text{пот.р.}} \cdot n_{\text{пот.р.}} + P_{\text{кап.р.}} \cdot n_{\text{кап.р.}}, \quad (15)$$

де $P_{\text{утр.}}, P_{\text{пот.р.}}, P_{\text{кап.р.}}$ – відповідно витрати на утримання, поточний та капітальний ремонт автомобільної дороги, тис. грн.;

$n_{\text{утр.}}$ – кількість років утримання дороги;

$n_{\text{пот.р.}}$ – кількість поточних ремонтів;

$n_{\text{кап.р.}}$ – кількість капітальних ремонтів.

Розмір цих витрат залежить від категорії та протяжності ділянок дороги, на яку вони розраховуються [8].

Середня щорічна вартість утримання одного кілометра дороги II категорії становить 9 025 грн., III категорії – 7220 грн., IV категорії – 5415 грн.; поточного ремонту II категорії – 112 000 грн., III категорії – 89600 грн., IV категорії – 67200 грн.; капітального ремонту – 40 % від вартості будівництва

дороги, приведеної до одного року початку експлуатації автомобільної дороги, з урахуванням терміну міжкапітального ремонту (для II категорії 12 років, III категорії – 13 років, IV категорії – 13 років).

Висновок

Визначені сумарні приведені витрати будуть підходити до нинішньої економічної ситуації. Порівнявши додаткові витрати на проходження трасою через певну ділянку місцевості з сумарними приведеними витратами, які виникають через подовження траси при її відхиленні від генерального напрямку, можливо обґрунтувати доцільність того чи іншого відхилення.

Література

1. Справочная энциклопедия дорожника, V том «Проектирование автомобильных дорог» / Под ред. Федотова Г.А. и Поспелова П.И., Москва 2007.
2. Хавкин К.А., Дашевский Л.Н. Проектирование продольного профиля автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1966. – 239 с.
3. Техничко-економическое обоснование при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов (справочное пособие) / Болдаков Е.В., Федотов Г.А., Перевозников Б.Ф.; Под ред. Болдакова Е.В. – М.: Транспорт, 1981, 207 с.
4. Фінанси/Обчислення відсотків за кредитом або депозитом [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikibooks.org/wiki/Фінанси/Обчислення_відсотків_за_кредитом_або_депози_том.
5. Бабков В.Ф.Трассирование автомобильных дорог: учебное пособие / МАДИ. М., 1993. – 80 с.
6. Питання стабілізації цін на внутрішні вантажні автомобільні перевезення [Текст]: Постанова Кабінету Міністрів України від 25.02.2009 р. № 226 // Офіційний вісник України. – 2009. – № 20. – С. 68.
7. Державна служба статистики [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Довгополук Л.О. Удосконалення методу техніко-економічного обґрунтування типу дорожніх розв'язок в різних рівнях: дис. канд. техн. наук: спец. 05.22.11 "Автомобільні шляхи та аеродроми" / Довгополук Людмила Олексіївна – Київ, 2015. – 180 с.

Рецензенти

Є.Б. Угненко, д-р техн. наук, ХНАДУ (Харків)
Ф.П. Гончаренко, канд. техн. наук, ДП "Укрдїпродор" (Київ)

Reviewers

Ye.B. Uhnenko, Dr.Tech.Sci., KhNAHU (Kharkiv)
F.P.Honcharenko, Ph.D., "Ukrdiprodor" (Kyiv)