

Е.Х. РАБІНОВИЧ, канд. техн. наук, доц.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

І.В. ГРИЦУК, д-р техн. наук, проф., Херсонська державна морська академія

М.Х. БУРАВЦЕВ, інж., В.О. ЗУЄВ, асист.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

М.В. ВОЛОДАРЕЦЬ, канд. техн. наук, доц.,

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

В.Ю. РИЖОВА, ст. викл., Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка»

ОЦІНКА УХИЛУ ДОРОГИ МЕТОДОМ ТОЧОК ОДНАКОВИХ ШВИДКОСТЕЙ

Мета. Головною метою представленої роботи є вирішення актуального завдання підвищення ефективності оцінювання дорожніх умов експлуатації транспортного засобу в частині визначення ухилу дороги за рахунок розробки методу точок однакових швидкостей (ТОШ), що полягає у записі діаграм проїзду автомобіля накатом у двох протилежних напрямках та підбору таких точок, у яких модуль швидкості в обох напрямках однаковий.

Методи дослідження. Для вирішення цього завдання використані положення теорії експлуатації автомобіля, методи обробки випадкових процесів і математичної статистики, а також, аналіз літературних і патентних джерел, наукове узагальнення раніше виконаних досліджень.

Наукова новизна. Пропонується новий метод оперативного оцінювання дорожніх умов експлуатації транспортного засобу в частині визначення ухилу дороги. В основу методу покладено вимірювання параметрів руху транспортного засобу накатом вперед, потім зворотного руху його через ту ж точку і з однаковою швидкістю та подальшому розрахуванні необхідних параметрів дороги/автомобіля в частині визначення ухилу дороги. При цьому досягається необхідна точність значень градієнта, отриманих після необхідної кількості прогонів. Таким чином, з'явилася можливість раціонального застосування простих технічних засобів для визначення і оцінювання дорожніх умов експлуатації транспортного засобу в частині ухилу дороги.

Практична значимість. Результати і точність практичного керування процесом оцінювання дорожніх умов експлуатації транспортного засобу в частині визначення ухилу дороги та подальшому розрахуванні необхідних параметрів дороги/автомобіля, а саме якості складових компонентів реалізації представленого методу.

Авторами запропоновані теоретичні положення методу ТОШ, сформовані детальні рекомендації щодо вимірювання та обробки результатів, що покращують якість експериментального оцінювання дорожніх умов експлуатації транспортного засобу в частині визначення ухилу дороги.

Результати. Показано, що при оцінюванні продольних профілів дороги результати визначення градієнта мало залежать від вітрового навантаження (коливання від середнього до 1%) і від правильності оцінки опору автомобіля (коливання до 2%). Різниця градієнта за методом ТОШ з іншими методами становить близько 1 ppm на гладкій дорозі, близько 2 ppm на більш крутій дорозі з локальними пошкодженнями тротуару.

Ключові слова: транспортний засіб, параметри руху, швидкість, навігатор, профіль дороги, ухил, оцінка.

doi:10.31721/2306-5451-2022-1-54-8-16

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Конкуренція на ринку автомобільних перевезень змушує постачальників транспортних послуг будь-якими засобами знижувати собівартість послуг. Наразі спостерігається підвищений інтерес до дистанційного моніторингу роботи рухомого складу. Це, безумовно, підвищить якість оперативного управління, знизить простой через організаційні та технічні проблеми – але не позбавить перевізника від втрат через неточне планування, нормування та прогнозування роботи автомобілів.

Ухил дороги – один із найсильніших факторів, що підвищують витрати палива чи електроенергії. Навіть якщо завтра всі автомобілі стануть електричними, а післязавтра – водневими, залишиться викид в атмосферу тепла від вироблення електроенергії для зарядки електромобілів, від електролізу води для отримання водню – і всієї витраченої автомобілем та перетвореної на тепло енергії. Про останнє часто забувають, а навіть невеликий автомобіль масою 1,5 т на звичайній швидкості 80 км/год витрачає на подолання опорів 40-50 кВт. Дуже скромний ухил 0,02 збільшує це число вдвічі. Відповідно зростає витрата палива – і знижується середня технічна швидкість, тобто збільшується плановий час доставки пасажирів та/або вантажів. Останнє особливо важливе для планування військових операцій.

Але оцінити ухили окремих ділянок дороги непросто. Можна знайти офіційні дані про ухили основних доріг (щоправда, є ризик отримання даних за проектом, а не здавальної зйомки). Але це не відноситься до зон будівництва автомобільних і залізничних доріг, ЛЕП, нових посе-

лень – там часто-густо вантажні автомобілі рухаються по об'їздах і тимчасових дорогах, що використовуються недовго (так що немає сенсу замовляти дорогу геодезичну зйомку). Тому вимір ухилів – важлива, актуальна і відповідальна задача, і так само важливий і актуальний пошук способів скорочення витрат праці та коштів на її вирішення.

Аналіз досліджень і публікацій. При створенні доріг застосовуються геодезичні способи побудови поздовжнього профілю – нівелювання поверхні та теодолітна зйомка, що страждають великою трудомісткістю та низькою продуктивністю, – або більш сучасні GNSS-технології (диференціальні вимірювання супутникових сигналів двома одночасно діючими дорогими професійними геодезичними приймачами, один з яких є базовим і повинен бути встановлений у точці з відомими координатами, а другий, пересувний, використовується для визначення координат і висот точок, що цікавлять) [1].

У прикладних задачах для вимірювання ухилів використовують водяний рівень, бульбашкові рівні, механічні та електронні інклінометри. Вони дають прийнятну точність на ділянках довжиною до десятків метрів, але при більшій довжині вимагають надмірних витрат часу та праці. Відомі непрямі методи, наприклад, оцінка ухилу швидкості руху контрольного автомобіля, для якого встановлена залежність цієї швидкості від відомих ухилів при фіксованому положенні органу управління подачею палива [2]. Недолік цього способу – велика варіабельність параметрів робочого циклу двигуна, властивостей палива, погодних умов тощо. Зараз все ширше застосовуються відносно дешеві туристичні приймачі супутникових сигналів, оснащені барометричним альтиметром (БА), який вимірює висоту точніше, ніж за GPS-сигналами, але вимагає серйозної підготовки оператора [3]. У роботі [4] описано вимірювання ухилу дороги поєднанням датчиків прискорень, сигналів GPS/ГЛОНАСС та водяного рівня. Отримано середній ухил 3° із середньою похибкою $0,2^\circ$ та максимальною $0,47^\circ$ (відповідно 8,8 та 15,6%). Для оцінки витрати пального та викиду шкідливих речовин, а також для експертизи ДТП такі похибки надто великі. Відомі різні поєднання методів супутникової навігації з вимірюванням параметрів руху автомобіля – метод скочування, метод стабілізації швидкості – і аналізований метод точок однакових швидкостей (ТОШ) [5].

Пропонуються різні прийоми, наприклад, поєднання побутових навігаторів з високоточними приймачами супутникових сигналів при багаторазових проїздах потрібною ділянкою дороги [6]. У роботі [7] використовується лише стандартне обладнання вантажного автомобіля (навігатор, БА, датчик крутного моменту). Опір кочення і повітря оцінюються розрахунком, обчислюється ухил і зіставляється з еталонним значенням, отриманим від державної дорожньої служби.

Ринок пропонує інклінометри тощо (наприклад, [8]), однак вони не дають потрібної точності виміру ухилів дороги.

У деяких випадках прийом супутникових сигналів утруднений або взагалі неможливий, наприклад, на вузьких дорогах у мокрому листяному лісі або місті з густою багатоповерховою забудовою [9], а також за наявності біля траси вишок стільникових ретрансляторів, діючих радіолокаторів і навантажених ЛЕП високої напруги, які створюють місцеві перешкоди.

Постановка задачі. Отже, практиці потрібен метод вимірювання ухилів дороги для побудови її поздовжнього профілю, який забезпечує потрібну точність, наприклад, 0,001, не вимагає спеціальних засобів, зокрема приймачів супутникових сигналів, і надмірних витрат праці, часу і фінансів. Як такий обраний метод ТОШ (точок однакових швидкостей), що полягає у записі діаграм проїзду автомобіля накатом у двох протилежних напрямках та підбору таких точок, у яких модуль швидкості в обох напрямках однаковий.

Викладення матеріалу та результати. Метод ТОШ пропонується для випадків відсутності барометричного альтиметра (БА) або неможливості його застосування за погодними або місцевими умовами. Від його застосування і був названий метод [1-12].

Будемо називати рухом у прямому напрямку підйом по ухилу, у зворотному – спуск. На підйомі розганяють автомобіль до потрібної швидкості, а потім роз'єднують трансмісію і пускають автомобіль на вибіг, тобто рух накатом, за інерцією. На спуску можна чинити так само, а можна просто торкнути автомобіль з місця двигуном, а далі пустити на вільне скочування – на ухилі швидкість його зросте до настання рівності скочувальної сили з сумою опорів.

Теоретичні основи методу ТОШ. Два режими руху описуються двома рівняннями з деякими однаковими членами, що дозволяє зменшити кількість невідомих. Аналіз сил, що діють на автомобіль на ухилі, проілюстрований на рис. 1.

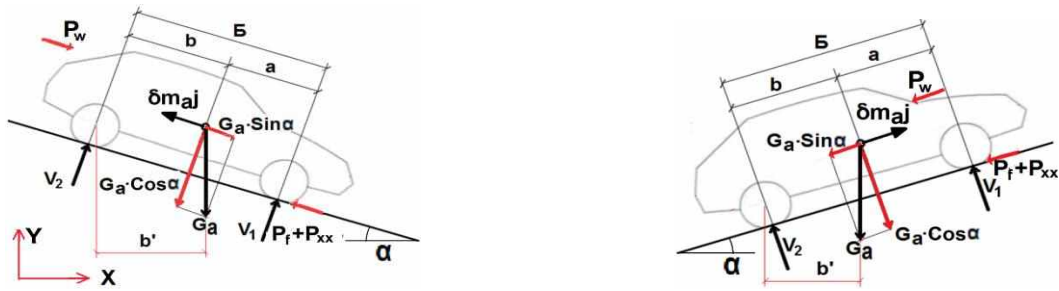


Рис. 1. Сили, що діють на автомобіль на спуску (ліворуч) та на підйомі

Силовий баланс на спуску

$$P_a - P_f - P_{xx} - P_{wdn} - \delta \cdot m \cdot j_{dn} = 0, \quad (1)$$

де P_a - скочувальна сила, Н; P_f - сила опору коченню, Н; P_{xx} - опір холостого ходу трансмісії, Н; P_w - опір повітря, Н; m - маса автомобіля в даному випадку, кг; δ - коефіцієнт урахування обертових мас; j_{dn} - прискорення автомобіля під час руху на спуск (down), м/с^2

$$P_a = i(S) \cdot m \cdot g, \quad (2)$$

де $i = \sin \alpha$, ухил, що змінюється в залежності від шляху автомобіля S ; α - кут нахилу поздовжньої осі дороги до горизонту; g - прискорення вільного падіння, м/с^2 ; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

$$P_f = f(v) \cdot m \cdot g, \quad (3)$$

де $f(v)$ - коефіцієнт опору коченню (КОК), що залежить від швидкості автомобіля; v - швидкість автомобіля, м/с

$$P_{xx} = P_0 + 3.6a \cdot v \approx (1 \dots 2) \cdot (6 + 1.2v) \quad (4)$$

$$P_w = kF \cdot (v \pm w)^E \quad (5)$$

де k - фактор обтічності; $k = 0.5\rho \cdot C_x$ (ρ - густина повітря, кг/м^3 , C_x - коефіцієнт лобового аеродинамічного опору); F - лобова площа автомобіля, м^2 ; w - проекція вектора швидкості вітру на вісь дороги, м/с ; E - запропонований у роботі [13] показник ступеня. В першому приближенні $E=2$.

Додамо рівняння руху автомобіля на підйом з прискоренням j_{up}

$$\begin{cases} +P_a - P_f - P_{xx} - P_{wdn} - \delta \cdot m \cdot j_{dn} = 0 \\ -P_a - P_f - P_{xx} - P_{wup} - \delta \cdot m \cdot j_{up} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Обидва рівняння описують рух автомобіля через ту саму точку дороги (тобто ухил в обох рівняннях однаковий) і з однією і тією ж за модулем швидкістю. Віднімаючи друге рівняння з першого, ми знайдемо скочувальну силу, а через неї - ухил.

$$\begin{aligned} 2P_a - P_{wdn} + P_{wup} - \delta \cdot m \cdot j_{dn} + \delta \cdot m \cdot j_{up} &= 0; \\ 2m \cdot g \cdot i - kF(v \pm w_{dn})^E + kF(v \cdot m \cdot w_{up})^E + \delta \cdot m \cdot (j_{up} - j_{dn}) &= 0; \\ i = \frac{kF[(v \pm w_{dn})^E - v \cdot m \cdot w_{up}^E] - \delta \cdot m \cdot (j_{up} - j_{dn})}{2m \cdot g} \end{aligned} \quad (7)$$

Якщо швидкість вітру в обох режимах однакова за модулем і напрямом ($w_{dn} = w_{up} = w$), а $E = 2$, то

$$i = \frac{-kF \cdot 4v \cdot w - \delta \cdot m \cdot (j_{dn} - j_{up})}{2mg} \quad (8)$$

Якщо рівняння не віднімати, а складати, отримаємо формулу для розрахунку КОК

$$\begin{aligned} P_f &= -(j_{dn} + j_{up}) \cdot \delta \cdot \frac{m_a}{2} - kF[(v + w)^2 + (v - w)^2] - P_x; \\ f &= \frac{P_f}{(g \cdot m_a)}. \end{aligned} \quad (9)$$

Іноді маса автомобіля у русі на спуск m_{dn} не дорівнює його масі у русі на підйом m_{up} . Введемо коефіцієнт маси

$$K_m = m_{dn} / m_{up} \quad (10)$$

Перепишемо систему рівнянь з урахуванням нерівності мас

$$\begin{cases} m_{dn}gi - kF(v \pm w_{dn})^2 - P_{xx} - m_{dn}gf - \delta m_{dn}j_{dn} = 0; \\ -m_{up}gi - kF(v \pm w_{up})^2 - P_{xx} - m_{up}gf - \delta m_{up}j_{up} = 0, \end{cases}$$

помножимо друге рівняння на введений коефіцієнт маси

$$-m_{up}gi \cdot kF \cdot K_m(vmw_{up})^2 - P_{xx} \cdot K_m - m_{up}gf \cdot K_m - \delta m_{up}j_{up} \cdot K_m = 0,$$

перетворимо з урахуванням того, що $m_{up} \cdot K_m = m_{dn}$,

$$-m_{dn}gi - kF \cdot K_m \left(\frac{v_a}{3.6} - v_w \right)^2 - P_{xx} \cdot K_m - m_{dn}gf - \delta m_{dn}j_{up} = 0$$

і віднімемо перетворене друге рівняння від першого

$$2m_{dn}gi - kF \cdot \left[(v \pm w_{dn})^2 - K_m(vmw_{up})^2 \right] - P_{xx}(1 - K_m) - \delta m_{dn}(j_{dn} - j_{up}) = 0$$

Звідси отримуємо формулу для ухилу

$$i = \frac{kF \cdot \left[(v \pm w_{dn})^2 - K_m(vmw_{up})^2 \right] + P_{xx}(1 - K_m) + \delta m_{dn}(j_{dn} - j_{up})}{2m_{dn}g}. \quad (11)$$

Формулу для коефіцієнта опору коченню можна отримати, якщо не віднімати одне рівняння від іншого, як у загальному випадку, а скласти їх, або просто підставити готове значення ухилу в одне з рівнянь, наприклад, друге, і перетворити:

$$f = \frac{m_{dn}gi - kF(v \pm w_{dn})^2 - P_{xx} - \delta m_{dn}j_{dn}}{m_{dn}g}. \quad (12)$$

Експериментальна перевірка. Попередні випробування підтвердили результативність такого підходу. Найбільші експерименти, що мали на меті зіставлення можливостей різних методів і шляхів їх удосконалення, були проведені на чотирьох автомобілях: DAEWOO Lanos (FSO, Польща), Hyundai i30 (2007), ZAZ Lanos та Samara2 VAZ-2115. Використані дані незалежних тестів на автомобілі Renault Kangoo.

Обладнання: приймач сигналів GPS/ГЛОНАСС (навігатор) туристський Garmin eTrex 30 з барометричним альтиметром, чашковий анемометр MC-13, фотокамери Canon PowerShot A700 і A2100 IS.

Випробувальні режими: розгін на підйом з наступним вибігом до кінця мірної ділянки дороги (на першій ділянці – на південь, на другій – на північ), а після розвороту у зворотному напрямку, на спуск – або повторення розгону з вибігом, або скочування з різних швидкостей; розгони виконувались на 4-й передачі від 60 до 130 км/год, на 3-й – від 50 до 110 км/год, на 2-й – від 20 до 80-90 км/год, на 1-й – від 0 до 40-50 км/год; розгони на другій передачі удавалося повторити в одному напрямку за один заїзд два-три рази, на 1-й – до 7 разів.

Протягом усього експерименту навігатор кожну секунду записував трек, тобто значення часу, широти, довготи та висоти у кожній послідовній точці. Використання описаних вище прийомів дозволяло зчитувати значення показників з точністю до 10 знаків після коми [12-20].

Обробка результатів вимірювань. Координати точок однакових швидкостей (ТОШ) знаходили після перетину кривих вибігу автомобілів на підйомі після розгону з кривими вільного скочування на спуску. Приклад діаграми перетинів показано на рис. 2. Точкові значення швидкості обчислювали діленням шляху між двома сусідніми точками ΔS на відповідне збільшення часу Δt з подальшим згладжуванням отриманого ряду точкових швидкостей методом ковзної середньої або поліномами.

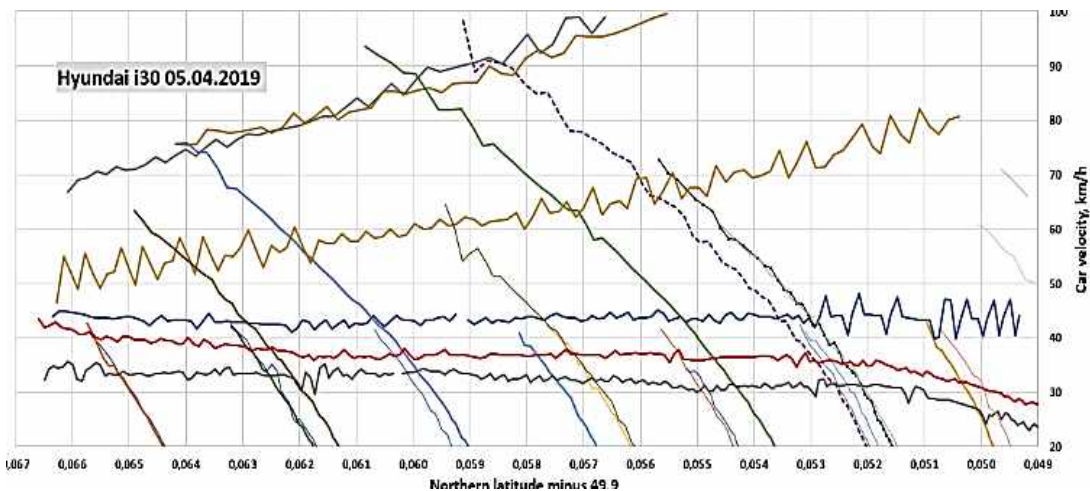


Рис. 2. Приклад діаграми пошуку ТОШ для автомобіля Hyundai i30; криві скочування (близькі до горизонталі) йдуть справа наліво, криві вибігу (крутіші) – зверху вниз

Якщо криві перетиналися в зоні явного порушення гладкості дорожньої поверхні, що повторюється на кількох кривих скочування, цю точку видаляли з масиву (приклад – зона широт від 0,0526 до 0,0530, рис. 3). Прискорення в ТОШ обчислювали по кривій апроксимації швидкості в п'яти послідовних прольотах (між шістьма точками), причому ТОШ перебувала в останньому прольоті, а в безперечних випадках – по середньому прискоренню в цьому останньому прольоті. Так досягалося оптимальне наближення розрахункових ухилів до значень за методом БА при найменшій дисперсії.

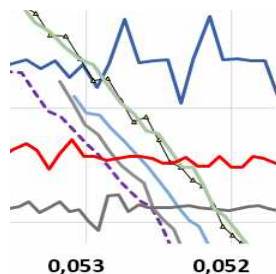


Рис. 3. Приклад повторюваних у різних вимірах порушень гладкості дорожньої поверхні

Криві позначали номером рядка в таблиці треку, точки – номерами кривої вибігу та кривою скочування, наприклад, Zu1491_2175 (Zu – індекс випробувача, який виконував заїзд).

Урахування впливу вітру та аеродинаміки автомобіля. Можливо припустити, що найточніші результати дасть поєднання вибігу та скочування, розділених найменшим інтервалом часу. Однак, за нашими спостереженнями, за три секунди швидкість вітру може змінитися вдвічі, а напрямок – на 120°. Тому в роботі використані формули, що дозволяють підставляти різні значення швидкості вітру у прямому та зворотному напрямках.

Як показав аналіз, результати розрахунку ухилу i та коефіцієнта опору коченню f мало залежать від швидкості вітру w та фактора обтічності kF – табл. 1 і 2, де i і f обчислені для прийнятих діапазонів можливих значень w і kF . За результатами наших вимірювань, найбільший розмах швидкості вітру у дозволеному стандартом [14] діапазоні до 3 м/с на рівні до 1 м становить 1,8 м/с (рис. 4).

Таблиця 1
Варіація розрахункового ухилу (проміле) у межах можливого діапазону швидкості вітру та фактора обтічності

Сх дорожній	kF	Швидкість вітру, м/с					Середн.
		1	1,5	2	2,5	3	
0,34	0,5458	17,93	17,71	17,85	17,98	18,10	17,92
0,36	0,5779	17,98	17,74	17,89	18,03	18,16	17,96
0,38	0,6100	18,02	17,77	17,93	18,07	18,21	18,00
0,4	0,6421	18,06	17,80	17,96	18,12	18,26	18,04

Основні вимірювання виконано на автомобілі Hyundai i30 із номінальним $S_x=0,329$. На дорозі за даними [14] значення може бути на 3 ... 13% більше, з прийнятою нами добавкою від поперечок для багажника – до 20%. Відповідно прийняті діапазони швидкості вітру від 1 до 3 м/с, для S_x – від 0,34 до 0,4. Найбільш можливе відхилення ухилу від загального середнього – до 0,001, КОК – менше 0,5 кгс/т (тобто 0,0005). Тож у практичних розрахунках замість невідомих значень цих чинників можна використовувати значення середні чи найімовірніші за оцінкою розрахувальника. Однак це справедливо лише за стабільного напрямку вітру.

Таблиця 2
Варіація розрахункового коефіцієнта опору коченню (кгс/т) у межах можливого діапазону швидкості вітру та фактору обтічності, кгс/т

Сх дор.	kF	Швидкість вітру, м/с					середн.
		1	1,5	2	2,5	3	
0,34	0,4281	17,53	17,57	17,62	17,69	17,78	17,637
0,36	0,4533	17,66	17,70	17,76	17,84	17,93	17,778
0,38	0,4785	17,80	17,84	17,90	17,98	18,08	17,920
0,4	0,4852	17,83	17,88	17,94	18,02	18,12	17,957

У загальному випадку воно заслуговує на серйозну увагу: за час одного проїзду (3...5 хв) напрямок може змінитися два-три рази. Якщо в основному вітер спрямований уперек дороги, то варіація напрямку змінюватиме знак його проекції на вісь дороги. Відповідно буде змінюватись і результат розрахунку ухилу. Поки вітер слабкий, відмінності незначно малі, але зростатимуть у міру його посилення. Так, зміна знака швидкості вітру 5 м/с, що підставляється у фо-

рмули, з плюсу на мінус змінює розрахунковий ухил на 6 проміле, що у відповідальних випадках може дати негативні результати, наприклад, визнання побудованої ділянки дороги не відповідною до вимог нормативних документів. Тому в таких випадках бажано супроводжувати вимірювання синхронним записом швидкості та напрямку вітру.

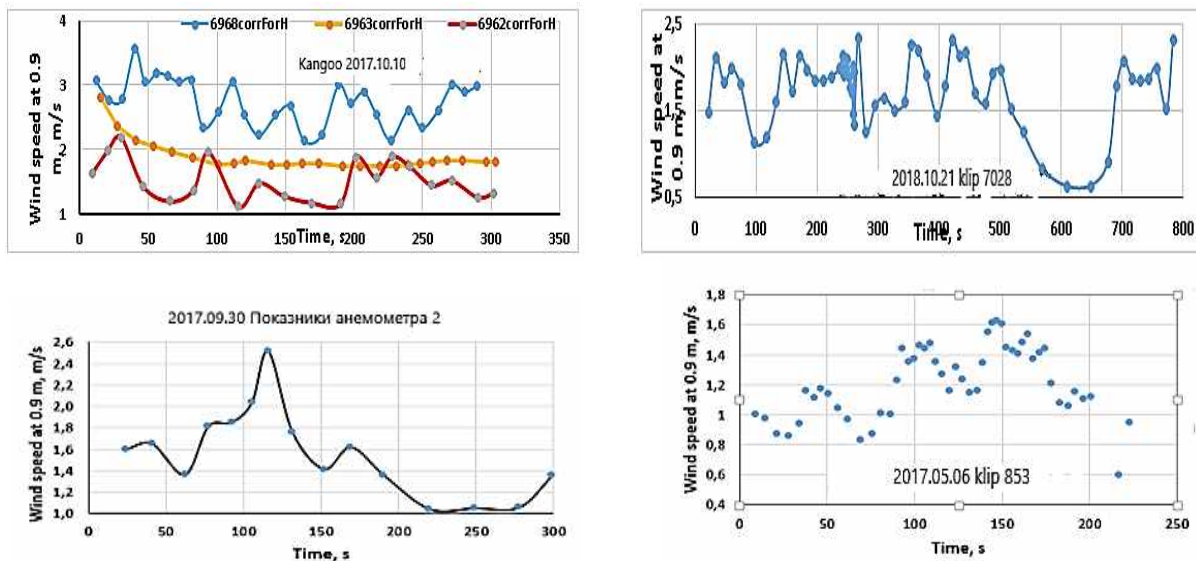


Рис. 4. Діаграми швидкості вітру у різних експериментах

Результати експериментів та їх зіставлення з результатами вимірів методом БА. У розрахунках використані дані 134 точок, у тому числі по автомобілю DAEWOO Lanos – 25 точок, i30 – 84, ZAZ Lanos – 15 і VAZ-2115 – 10 точок. Результати в порівнянні з діаграмою ухилів, отриманої М. Буравцевим за показаннями БА шляхом двоступінчастого згладжування багаторазових вимірювань, представлені на рис. 5. Зрозуміло, ці дані також є непрямими, але прийняті тут як точніші – через брак актуальних даних геодезичних вимірів.

На рис. 5 червоні трикутні маркери означають середні значення в групах по п'ять ТОШ (точки 1-5, 6-10 і т.д.). Дрібні червоні круглі маркери, з'єднані відрізками прямих, це ковзні середні значення з інтервалом згладжування 5, тобто середні в послідовних групах по п'ять ТОШ, складених зсувом на одну точку (1-5, 2-6, 3-7 і т.д.). Фіолетові Х-подібні маркери, з'єднані відрізками прямих – це середні значення ухилів за 33 симетричними суміщеними точками, отримані двоступінчастою обробкою експериментальних даних з восьми заїздів.

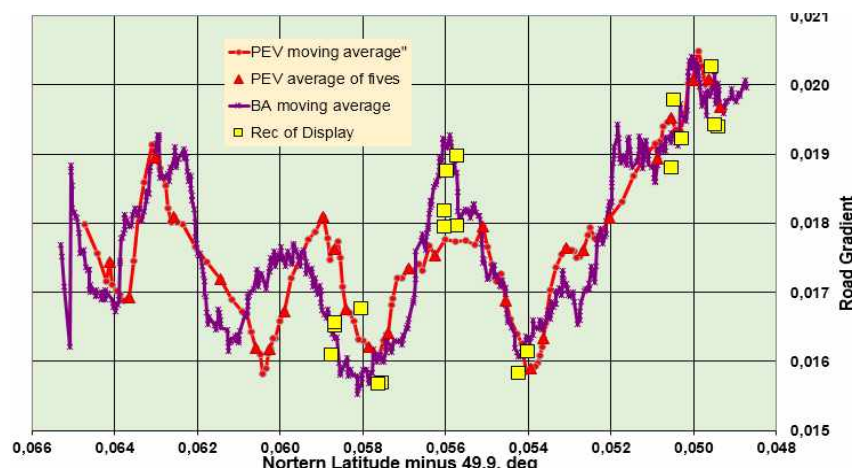


Рис. 5. Поздовжні профілі ділянки 1, побудовані за результатами експериментів двома методами

Як видно з діаграми, розбіжність між ординатами БА і ТОШ найчастіше укладається в одну тисячну. Для автомобіля масою 1,5 т це означає різницю щодо оцінки опорів 15 Н, тобто 1,5 кгс, при загальному опорі руху підйому – 500...700 Н. Розбіжність абсцис не перевищує

0,001 градуса довготи, тобто до 72 м. Більшість практичних завдань автотранспорту такі розбіжності допускає.

Одним із завдань дослідження була перевірка можливості використання грубіших вимірних засобів. Згадані вище різні програми для зчитування даних з навігаторів виводять значення широти і довготи у градусах з п'ятьма знаками після коми, і висоти в метрах без десятих, а робота з розшифрованим GPX-файлів, що описується тут, дає значно кращу дискретність відліків. Було перевірено вплив цього на кінцевий результат. На рис. 6 показано два графіки ухилів на другій ділянці: червоний відповідає даним з GPX-файлу, а зелений отриманий після штучного огрублення даних заокругленням їх до п'яти знаків. Округлення помітно згладили профіль, він втратив більшість перегинів, хоча загальний характер кривої зберігся. У невідповідних випадках роботу з таким профілем може бути допущено.

На ранніх стадіях дослідження ми використовували тодішні, більш прості навігатори Magellan SporTrak та Triton 300 і фіксували їхні показання відеозаписом. На рис. 5 показано кілька точок таких записів – жовті квадратні маркери. Ті процеси не використовували метод ТОШ, точок перетину мало, але вони лежать досить близько до кривої БА.

Якщо немає супутникового сигналу, можна використовувати дані про швидкість, взяті з діагностичного роз'єму OBD II або відеозапису показань цифрового електронного спідометра. Але їх слід прив'язувати до місцевих орієнтирів.

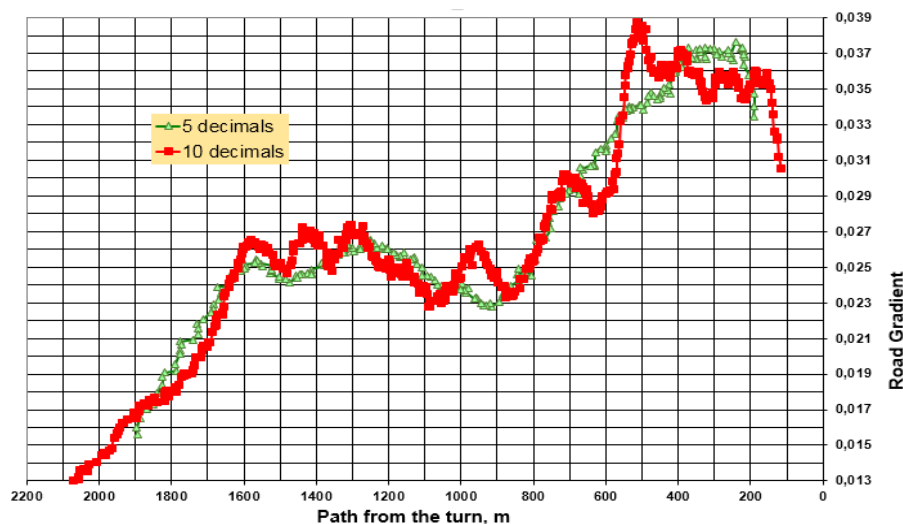


Рис. 6. Поздовжній профіль другої ділянки за даними з 10-ю та 5-ю десятковими знаками

Висновки та напрямки подальших досліджень. Експериментальна перевірка та досвід застосування на практиці показали, що сьогодні для вимірювання ухилів дороги та побудови її поздовжнього профілю з похибкою до 0,001 без залучення спеціальних служб можна рекомендувати використання ручного навігатора GPS/ГЛОНАСС з барометричним альтиметром (БА), а за його відсутності чи неможливості використання за місцевими або погодними умовами – метод дорожніх тестів з проїздом автомобіля накатом у двох протилежних напрямках через ту саму точку з однаковою швидкістю (метод ТОШ). Розбіжності значень ухилів, отриманих двома методами, допустимі під час вирішення практичних завдань.

Для отримання поздовжнього профілю методом ТОШ бажано мати чимало таких точок по довжині мірної ділянки. Це досягається збільшенням числа розгонів з наступними вибігами. Зручно розганяти автомобіль на першій передачі – у цьому випадку час та шлях розгону скорочуються до мінімуму, а вибіг починається зі швидкості близько 40 км/год. Цього достатньо для отримання ТОШ на перетинах з кривою скочування. Якщо крива скочування йде вище 40 км/год, можна використовувати розгони на другій передачі, але не до відсічення (80...90 км/год), а максимум до 50 км/год. Використовувати вищі швидкості не рекомендується. Як показав досвід, чим вища швидкість, то більше розкид результатів її виміру – це стосується і кривих вибігу, і кривих скочування (рис. 4). Найскладніший момент обробки даних – обчислення прискорень, особливо негативних прискорень вибігу. Але й прискорення скочування теж можуть помітно змінити результати розрахунку. Якщо крива плавна та монотонна, складнощі

не виникає. Але зі збільшенням відхилень від передбачуваної середньої кривої дедалі частіше доводиться вибирати прискорення інтуїтивно. Декілька правил. Якщо крива на потрібній ділянці неплавна, захопіть більшу ділянку, апроксимуйте і обчислюйте уповільнення в потрібній точці за рівнянням апроксимації. Якщо крива має перелом у потрібній точці або поблизу неї, прискорення потрібно обчислювати на ділянці, що передує у часі очікуваної ТОШ. При необхідності повторити розрахунок з урахуванням нового варіанта очікуваної ТОШ. Втім, на швидкостях до 40 км/год визначення прискорень не створює труднощів.

Може здатися, що описане дослідження не є актуальним, оскільки можна отримати поздовжній профіль дороги в програмі Google Earth Pro. Однак це завдання програма не вирішує. Дані з рельєфу наводяться виходячи з радарної топографічної зйомки SRTM (Shuttle radar topographic mission), зробленої у лютому 2000 р. [15]. Не для території США вони представлені з роздільною здатністю 90 м (дані Level-1). Для Євразії абсолютна помилка положення точок у плані становить 8,8 м, за висотою - 6,2 м. При цьому розбіжність по висотах можлива навіть у сусідніх точок. Через це профілі Google Earth Pro непридатні для доріг, що йдуть насипами, естакадами, дамбами, у виїмках тощо. Програма згладжує їх, інтерполюючи дані щодо точок сусідньої місцевості. Крім того, є проблеми з поверхнею водойм, а також дорогами, побудованими після 2000 року.

В частині подальших досліджень розроблений розрахунково-аналітичний модуль, у відповідності до отриманих результатів, потребує адаптації в програми дистанційного моніторингу в частині інформації про дороні умови експлуатації засобів транспорту.

Список літератури

1. Patent RU 1796903 : cl. G01C7/04 // <http://www.findpatent.ru/patent/179/1796903.html> The Road Profile height in meters from classical survey and kinematic GPS. https://www.researchgate.net/figure/The-Road-Profile-height-in-meters-from-classical-survey-and-kinematic-GPS_tbl1_240797536
2. **Воробьев К.А.** Современные технологии ГНСС для проведения геодезических работ в сложных полевых условиях. // <http://www.geoprofi.ru/Services/Doc/2143/bbf60ba40e6a4792aba8acc300d2a6a0/True>
3. Scientific-practical conference "Alternative Energy Sources in the Transport and Technological Complex: Problems and Prospects of Rational Use" (Voronezh, 2014) / **Shein V.S.** et al. Determination of the Inclination of a road... pp. 163-168.
4. Оценка уклона дороги методом скатывания автомобиля / **Э. Рабинович, М. Буравцев, В. Зуев, К. Здебский** / Сб. «Транспорт, экология — устойчиво развитие». XXV научно-техническая конференция с международно участие. ЕКОВАРНА '2018. Технически университет — Варна. Кафедра «Транспортна техника и технологии». 15-17 июня 2017. С. 148-155.
5. Boroujeni B.Y. Road grade quantification based on global positioning system data obtained from real-world vehicle fuel use and emissions measurements / Behdad Yazdani Boroujeni, H. Christopher Frey // Atmospheric Environment Volume 85, March 2014, Pages 179-186 // <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.12.025>
6. Johansson Road Slope Estimation with Standard Truck Sensors / **Ken Johansson** // https://people.kth.se/~kallej/grad.../johansson_thesis05.pdf
7. Inclinometers, Clinometers, Slope Measuring Devices // Access: www.engineersupply.com/inclinometers.aspx
8. **Potočnik I.** Use of various survey methods in forest engineering. International Summer School/ Integrated Rural Road Network Re-engineering/ July 14-27, 2013 – Jezersko, Slovenia/ http://intra.tesaf.unipd.it/cms/IR-RNR/doc/011_2013.pdf
9. Garmin eTrex 30 Owner's Manual <https://www.manualslib.com/manual/302033/Garmin-Etrex-30.html>
10. Географическое расстояние (по документу 47 CFR 73 208 федеральной комиссии по связи США FCC. Geographical distance http://en.wikipedia.org/wiki/Geographical_distance)
11. Компас и барометр в навигаторах Garmin. Обзор малоизвестных настроек. <https://www.garmin.ru/about/posts/kompas-i-barometr-v-navigatoriakh-garmin-obzor-maloizvestnykh-nastroyek/>
12. Rabinovich, E., Gritsuk, I.V., Zuiev, V. et al., "Evaluation of the Powertrain Condition Based on the Car Acceleration and Coasting Data," SAE Technical Paper 2018-01-1771, 2018, doi:10.4271/2018-01-1771
13. Автотранспортные средства. Скоростные свойства. Методы испытаний. ГОСТ 22576-90 (СТ СЭВ 6893-89). М., Госстандарт, 1990. – 14 с.
14. **Petrushov V.A.** (2008) Cars and lorry trains: New technologies for studying the resistance of rolling and air [Avtomobili i avtopoezda: Novye tehnologii issledovaniya soprotivleniy kachenija i vozduha]. Moscow: Torus Press, 2008. 352 p.
15. **Dubin M.** Description and receiving SRTM data. 2014 // <http://gis-lab.info/qa/srtm.html>
16. **Volodarets, M., Gritsuk, I., Chygyryk, N. et al.**, "Optimization of Vehicle Operating Conditions by Using Simulation Modeling Software," SAE Technical Paper 2019-01-0099, 2019, doi:10.4271/2019-01-0099
17. **Матейчик В.П.** Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / **В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов** и др. // Науковий журнал «Управління проектами, системний аналіз і логістика». – К.: НТУ, 2014. – Випуск 13, с. 126-138.
18. **Klets, D., Gritsuk, I., Makovetskyi, A.** et al., "Information Security Risk Management of Vehicles," SAE Technical Paper 2018-01-0015, 2018, <https://doi.org/10.4271/2018-01-0015>.

19. **Волков В.П.** Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу / **Волков В.П., Грицук І.В., Комов А.П., Волков Ю.В.** // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2014. – Випуск 30, 416 с., с. 51-62.

20. **Pohorletsykyi, D., Gritsuk, I., Mateichyk, V.** et al., "Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems)," SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.

УДК 330.341.1

А.М. ТУРИЛО, А.А. ТУРИЛО, доктори екон. наук, професори,
Р.В. КОРОЛЕНКО, канд. екон. наук, доц.
Криворізький національний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ І КЛАСИФІКАЦІЇ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ, ОБҐРУНТОВАНОЇ ОЦІНКИ ПОТЕНЦІАЛУ ТА ЯКІСНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Мета. Метою є удосконалення підходів до формування і класифікації фінансово-економічних показників, які дозволять обґрунтовано і по місцю використовувати їх у науковій, навчальній і практичній сферах діяльності людини і які стануть важливою умовою ефективного менеджменту, змістовної й комплексної оцінки потенціалу та рівня якості підприємства.

Методи дослідження. Результати і наукові положення, наведені у статті отримані з використанням певних методів (різних за напрямом і масштабом охоплення предмету дослідження): узагальнення результатів попередніх досліджень, комплексного аналізу та синтезу, логіко-структурного й логіко-динамічного аналізу, науково-аналітичний, порівняння й аналогії тощо.

Наукова новизна. Виявлено недосконалість представлених у сучасній економічній літературі методико-прикладних підходів до системного і обґрунтованого оцінювання фінансово-економічної діяльності підприємства. Запропоновано удосконалену систему і класифікацію фінансово-економічних показників діяльності підприємства.

Практична значимість. Представлена система і класифікація фінансово-економічних показників діяльності підприємства виступає значним методичним підґрунтям у загальному процесі його оцінювання. Дана система дозволяє предметно розрахувати і проаналізувати показники різного виду на різних стадіях функціонування підприємства.

Результати. Визначено систему і класифікацію фінансово-економічних показників діяльності підприємства. Надано зміст і особливості формування фінансово-економічних показників діяльності підприємства по стадіях його функціонування: показники початку (початкові показники) для визначеного періоду (моменту часу); проміжні показники для визначеного періоду (моменту часу); показники підсумку (підсумкові показники) для визначеного періоду (моменту часу).

Зазначено, що: початкові показники є основою визначення початкового економічного потенціалу підприємства (в більшій мірі за ресурсним підходом до оцінки потенціалу підприємства); проміжні показники характеризують поточну фінансово-економічну діяльність підприємства, і в той же час, виступають з'єднуючим ланцюжком між початковими і підсумковими показниками; підсумкові показники відображають всю сукупність показників за видами і методами обчислення, що пов'язані безпосередньо з підсумками діяльності підприємства у всьому їх розмаїтті.

Ключові слова: фінансово-економічні показники, система, класифікація, менеджмент, потенціал, якість підприємства, формування, оцінювання.

doi:10.31721/2306-5451-2022-1-54-16-22

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. В економічній літературі існує багато підходів до формування фінансово-економічних показників діяльності підприємства. Також існують різні підходи до їх класифікації. Проблема полягає в тому, що вони розкривають суть питання недостатньо системно і комплексно. А з позиції конкурентного розвитку підприємства дуже важливо мати раціональну систему фінансово-економічних показників.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз публікацій економічного напрямку показує що є підходи до формування фінансово-економічних показників діяльності підприємства. Вони по різному розкривають зміст фінансово-економічної діяльності підприємства. Потрібно відмітити що у наукових працях немає такої системи показників яка б комплексно охоплювала весь операційний цикл діяльності підприємства [1–13 та ін.].