

УДК 658.512:514.1; 004.942

**Володимир ДАНИЛЕНКО**

[vladdanyl@ukr.net](mailto:vladdanyl@ukr.net)

ORCID: 0000-0003-4952-7498

**Ольга ШОМАН**

[olgasho@ukr.net](mailto:olgasho@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-3660-0441

м. Харків

## ГЕОМЕТРИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ХАРАКТЕР МОДЕЛЮВАННЯ ОГЛЯДОВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*Розглянуто існуючі способи визначення оглядовості машин і дорожніх об'єктів. Наведено особливості формування рельєфних зображень просторових ситуацій. Визначено геометричні властивості рельєфів для зорової оцінки транспортних засобів.*

**Ключові слова:** геометричне моделювання, оглядовість транспортних засобів, панорамні рельєфні зображення.

### Постановка проблеми

Важливою проблемою проектування автомобілів є визначення оптимальної оглядовості придорожного простору водіями та пасажиром. Для цього існує низка способів: графічні, електрографічні, фотографічні та ін. [1-3]. Спільним недоліком названих способів є те, що вони можуть застосовуватися тільки в період експлуатації машини і не можуть бути використані на стадії проектування – в період визначення основних параметрів кузова майбутнього автомобіля. Зазначеного недоліку допомагають позбутися панорамні рельєфи. Специфіка рельєфних зображень полягає в тому, що просторові об'єкти відображаються в шар простору. Це надає можливість одержувати рельєфні зображення різних типів, зокрема, – виконувати панорамні (кругові) рельєфи для зображення автомобільних кузовів. Під час зорового аналізу елементів кузова автомобіля з'являється необхідність у використанні циліндричного, конічного та сферичного видів рельєфів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

З ускладненням задач проектування технічних об'єктів з'являється необхід-

ність більш широкого використання способів об'ємно-графічного моделювання [4] в різних галузях виробництва і, зокрема, – в конструюванні та експлуатації автомобільних засобів пересування. Тому розробка геометричних основ для способів об'ємно-графічного моделювання кузовів транспортних засобів має суттєве практичне значення [5-8].

### Постановка завдання

У зв'язку з цим надамо характеристики панорамних рельєфів. З'ясуємо аналітичні можливості гіперболічного, параболічного та еліптичного типів рельєфних відображень для оцінки оглядовості засобів транспорту. Виявимо особливості розробки інженерних підходів до побудови рельєфних панорам.

### Виклад основного матеріалу

З точки зору теорії інформації графічне зображення можна розглядати як кодування просторових (геометричних) властивостей об'єктів (образів). Графічні зображення можуть бути представлені в різному вигляді за характером передачі просторових форм і способами їх графічного виконання.

Алгоритми побудови ортогональних креслеників, лінійної перспективи та різ-

них видів центральних нелінійних зображень (рис. 1) використовуються під час розв'язання прямої задачі (отримання зображень на основі заданого об'єкта) і оберненої задачі (реконструкція об'єкта на основі заданих зображень).

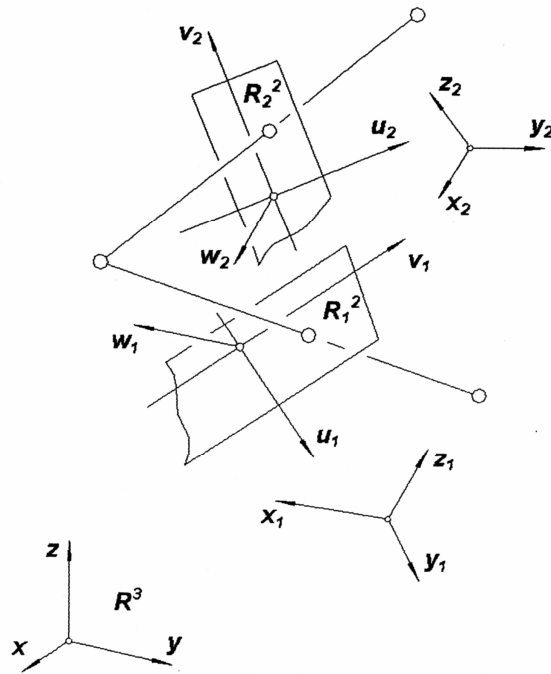


Рис. 1. Схема формування алгоритмів для лінійних та нелінійних перетворень

В загальному випадку прямі перетворення на площини (картини) мають вигляд:

$$\begin{aligned} u_1 &= f_1(x, y, z); \\ v_1 &= f_2(x, y, z); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} u_2 &= f_3(x, y, z); \\ v_2 &= f_4(x, y, z). \end{aligned} \quad (2)$$

Обернені перетворення в простір визначаються таким чином:

$$\begin{aligned} x &= \varphi_1(u_1, v_1, u_2, v_2); \\ y &= \varphi_2(u_1, v_1, u_2, v_2); \\ z &= \varphi_3(u_1, v_1, u_2, v_2). \end{aligned} \quad (3)$$

Лінійні перетворення переводять пряму лінію в пряму. Нелінійні – пряму лінію в криву, що у загальному випадку призводить до необхідності апроксимації зображень.

Розглянемо точки прямолінійного ряду  $s$  і відповідні прямі пучка  $S$  (рис. 2). Кожній точці  $A$  прямої  $s$  відповідає єдина спряжена точка  $A'$  тієї ж прямої  $s$ . Відповідність точок  $A$  і  $A'$  є взаємною, тобто пари спряжених точок  $A$  і  $A'$  утворюють інволюцію [9].

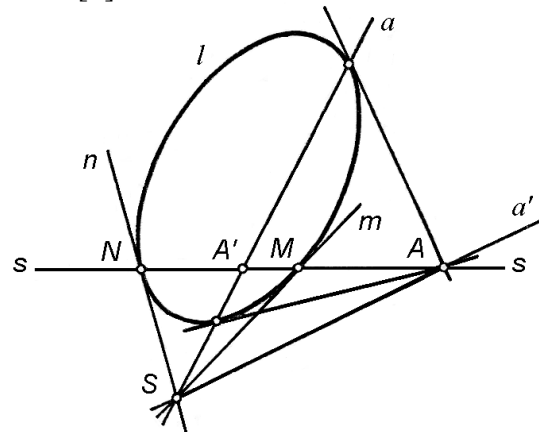


Рис. 2. Інволюція спряжених точок  $A$  і  $A'$  прямої  $s$  та інволюція спряжених прямих  $a$  і  $a'$  пучка  $S$

Ця інволюція є гіперболічною, якщо пряма  $s$  перетинає криву  $l$  у двох точках (як на рис. 2). Вона є параболічною, якщо пряма  $s$  – дотична до кривої другого порядку  $l$ . Нарешті, маємо еліптичну інволюцію, якщо пряма  $s$  не перетинає криву  $l$ , оскільки в цьому випадку інволюція не має подвійних точок.

Рельєфні наочні зображення, що пов'язані з геометричними перетвореннями тривимірного простору, повинні забезпечуватися відповідними алгоритмами центрального проєціювання. Тому побудова рельєфів (рельєфних панорам) у просторі, обмеженому циліндричними, сферичними або конічними поверхнями, потребує використання саме центральних відображень. Об'єднуючим ці види рельєфів є аналогічне для всіх трьох видів відображення  $\Phi$  у площині  $\Pi$ , перпендикулярній до осі симетрії цих поверхонь. Визначимо відображення  $\Phi$  у площині  $\Pi$ . Прямі, інцидентні з центром відображення  $O$ , утворюють подвійний пучок  $O$ , причому точки кожної напівпрямої перетворюються тільки самі в себе. Закон перетворення точок

(рис. 3) на кожній напівпрямій цього пучка – збереження складного відношення чотирьох точок:

$$(OAPF^\infty) = (O'A'P'F') = \text{const.} \quad (4)$$

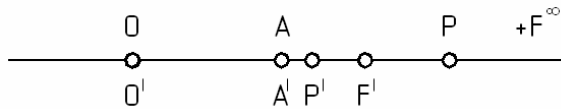


Рис. 3. Подвійне складне відношення 4-х точок прямої

Кожна пряма пучка  $O$  апроксимується двома напівпрямими із проєктивними рядами точок, за типами яких будемо розрізняти, відповідно, відображення  $\Phi$  гіперболічного, параболічного та еліптичного типів і позначати:  $\Phi_c$ ,  $\Phi_n$  і  $\Phi_e$ . Оскільки проєктивні ряди на кожній прямій подвійного пучка приймаються рівними, їх можна сполучати обертянням будь-якої напівпрямой навколо центра  $O$ , а відображення  $\Phi$  можна при цьому називати круговим (рис. 4).

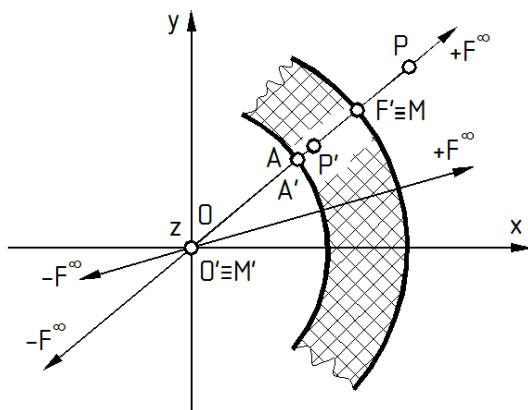


Рис. 4. Схема формування центрально-проєкційних панорамних рельєфів

Показники відображень еліптичного типу  $\Phi_e$  мають вигляд (5), (6), де  $c, f$  – параметри перетворень. Прямі перетворення рельєфів:

$$x' = \frac{f(\sqrt{x^2 + y^2} - c)}{(f + \sqrt{x^2 + y^2})\sqrt{x^2 + y^2}} x;$$

$$y' = \frac{f(\sqrt{x^2 + y^2} - c)}{(f + \sqrt{x^2 + y^2})\sqrt{x^2 + y^2}} y;$$

$$z' = \frac{f(\sqrt{x^2 + y^2} - c)}{(f + \sqrt{x^2 + y^2})\sqrt{x^2 + y^2}} z. \quad (5)$$

Обернені перетворення рельєфів:

$$x = \frac{f(\sqrt{x'^2 + y'^2} + c)}{(f - \sqrt{x'^2 + y'^2})\sqrt{x'^2 + y'^2}} x';$$

$$y = \frac{f(\sqrt{x'^2 + y'^2} + c)}{(f - \sqrt{x'^2 + y'^2})\sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \quad (6)$$

$$z = \frac{f(\sqrt{x'^2 + y'^2} + c)}{(f - \sqrt{x'^2 + y'^2})\sqrt{x'^2 + y'^2}} z'.$$

Показники відображень параболічного типу  $\Phi_n$  мають вигляд (7), (8), де  $f$  – параметр перетворень. Прямі перетворення рельєфів:

$$x' = \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} x;$$

$$y' = \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} y; \quad (7)$$

$$z' = \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} z.$$

Обернені перетворення рельєфів:

$$x = \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} x';$$

$$y = \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \quad (8)$$

$$z = \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} z'.$$

Показники відображень гіперболічного типу  $\Phi_c$  мають вигляд (9), (10), де  $f, m$  – параметри перетворень. Прямі перетворення рельєфів:

$$x' = \frac{f}{mf + \sqrt{x^2 + y^2}} x;$$

$$y' = \frac{f}{mf + \sqrt{x^2 + y^2}} y; \quad (9)$$

$$z' = \frac{f}{mf + \sqrt{x^2 + y^2}} z.$$

Обернені перетворення рельєфів:

$$\begin{aligned} x &= \frac{mf}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} x'; \\ y &= \frac{mf}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \\ z &= \frac{mf}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} z'. \end{aligned} \quad (10)$$

Побудова графічних зображень може стати серйозною основою для оцінки варіантів трас автомобільних доріг, а також для характеристики оглядовості транспортних засобів. Відомо, що сприйняття людиною того чи іншого об'єкта або процесу складається з низки етапів [10] – грубого розрізнення загальних контурів і пропорцій, уточнення форми, послідовного розпізнавання окремих деталей, починаючи з крупних, і, нарешті, остаточного і повного сприйняття.

Звернемося до прикладів.

Ті чи інші зображення машин (рис. 5) допомагають перевіряти взаємне розташу-

вання внутрішніх елементів кабіни (важелі керування, педалі, щиток приладів, кермо тощо), каркасу кабіни (стійки, скління) і об'єктів, які розташовані поза кабіною (навісне робоче обладнання, траншея, ґрунт, що підлягає обробці, інші зовнішні елементи). При цьому проектувальник може визначати, які зі згаданих об'єктів (рис. 6) будуть для машиніста знаходитися в зоні видимості, а які опиняться за межами діапазону оглядовості.

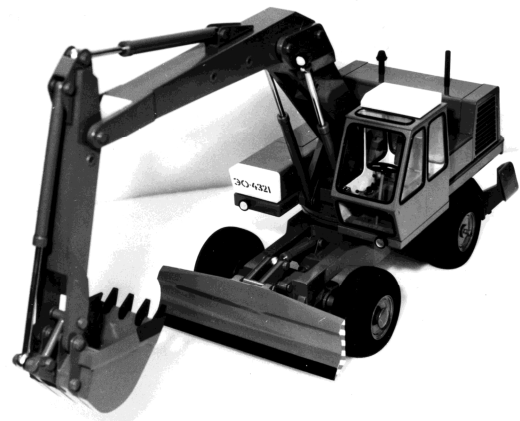


Рис. 5. Зовнішній вигляд екскаватора

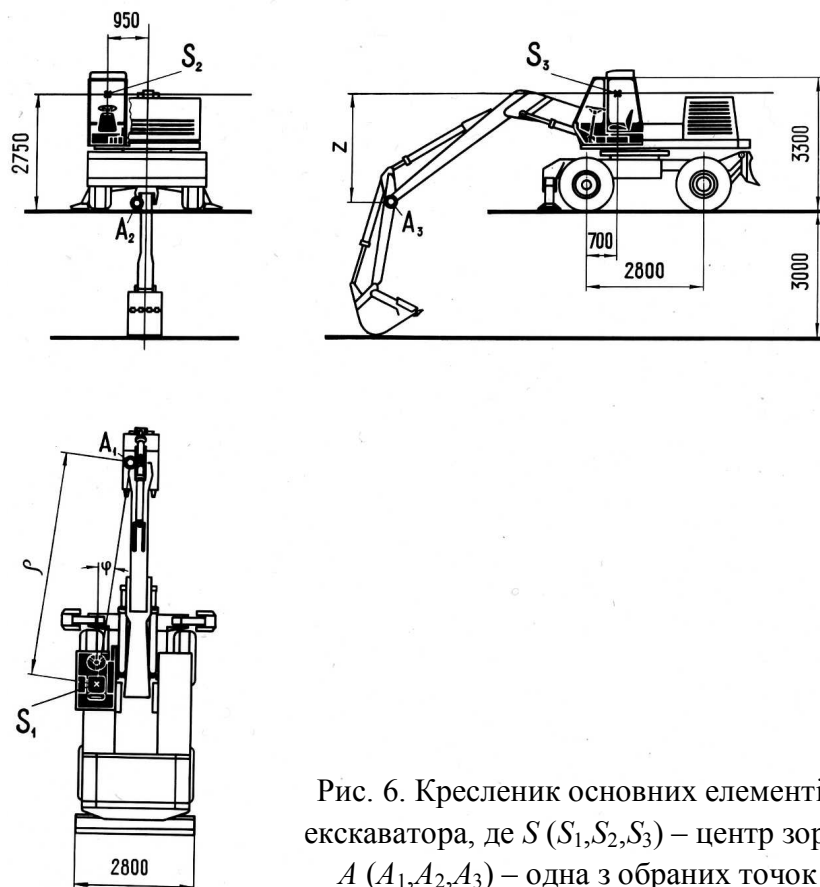


Рис. 6. Кресленок основних елементів екскаватора, де  $S(S_1, S_2, S_3)$  – центр зору;  $A(A_1, A_2, A_3)$  – одна з обраних точок

Якщо об'єкти, що розташовані всередині кабіни, є видимими, то зовнішні об'єкти можуть бути частково чи повністю перекриті або предметами оточуючого простору, або елементами самого екскаватора. Так, наприклад, при заглибленні ковшу на 3 м навіть по розгортці графопанорами (рис. 7) можна встановити, що в зовнішній зоні оглядовості добре будуть проглядатися об'єкти, які розташовані поблизу лінії горизонту  $x'$  (будівлі, під'їзні шляхи, верхня частина стріли екскаватора і т. п.). Іншою є ситуація з близько розташованими об'єктами зовнішньої зони. Можна одразу ж визначити не зовсім задовільну оглядовість траншеї та робочого обладнання: щоб повністю побачити ковш і ґрунт на дні траншеї або котловану, машиністу треба змінювати позу.

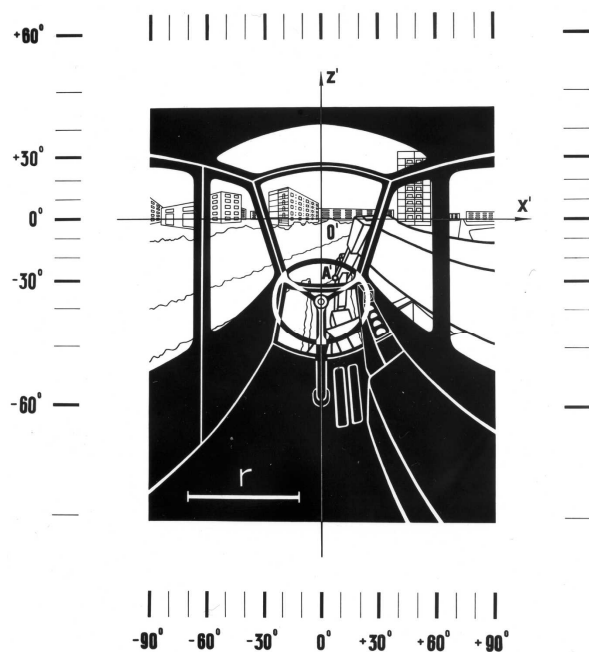


Рис. 7. Розгортка графопанорами оглядовості екскаватора, де  $A'$  – зображення точки  $A$  ( $A_1, A_2, A_3$ ) з центру зору  $S$  ( $S_1, S_2, S_3$ )

Таким чином, для вибору оптимальних умов роботи оператора-машиніста необхідно вносити корективи або в компоно-

вну схему екскаватора, або в розташування, розміри та скління кабіни, або в розміщення центру зору.

Важливим компонентом розв'язання задач оглядовості є обернені перетворення панорамних рельєфів. Вони надають інструмент для перевірки та коригування елементів системи водій (пасажир) – автомобіль – дорога – водій (пасажир). Можна виділити кілька основних варіантів перевірки оглядовості автобусів: видимість дороги; видимість автомобіля, що йде попереду; видимість зустрічного автомобіля; видимість під час обгону, враховуючи динамічний габарит автомобіля; видимість придорожніх об'єктів.

Оцінка та коригування оглядовості транспортних засобів вимагають конкретних показників як прямих, так і обернених перетворень панорамних рельєфів. Прямі перетворення забезпечують одержання рельєфних зображень (рис. 8) існуючих елементів автобуса. Обернені ж перетворення надають можливість перевіряти і коригувати (за нормативами оглядовості) розташування конструктивних елементів автобуса (рис. 9) ще на стадії проектування.

#### Висновки і перспективи досліджень

Панорамні рельєфи еліптичного, параболічного, гіперболічного типів надають можливість ефективно будувати реалістичні панорами оглядовості транспортних засобів і спеціальних машин. З розширенням області використання рельєфних перспектив зростають і вимоги до способів виконання зображень в шарах простору. Існуючі способи утворення панорамних рельєфів не завжди задовольняють потреби інженерної практики. Тому є необхідними подальші дослідження з розробки інженерних (точних і порівняно простих) способів побудови рельєфних панорам.

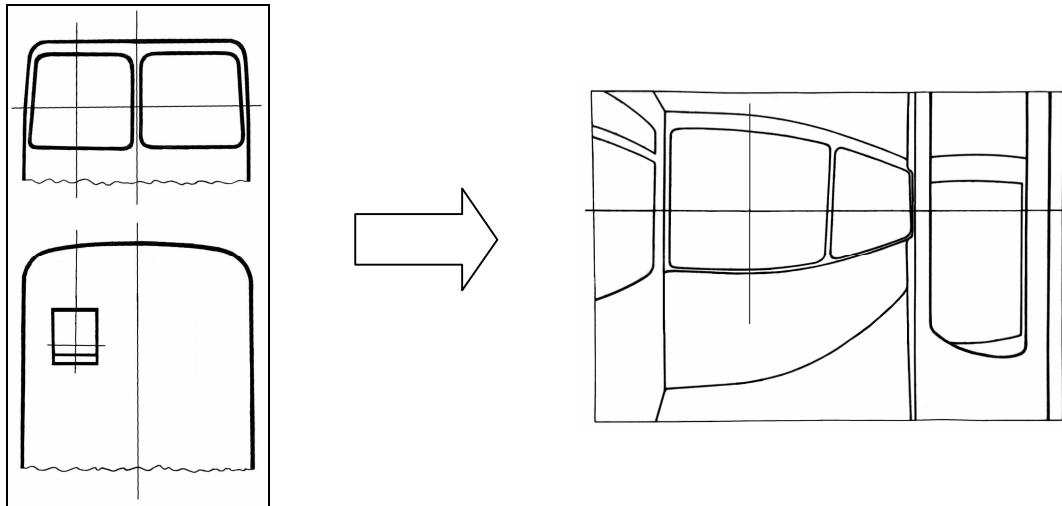


Рис. 8. Схема прямого перетворення панорамного рельєфу

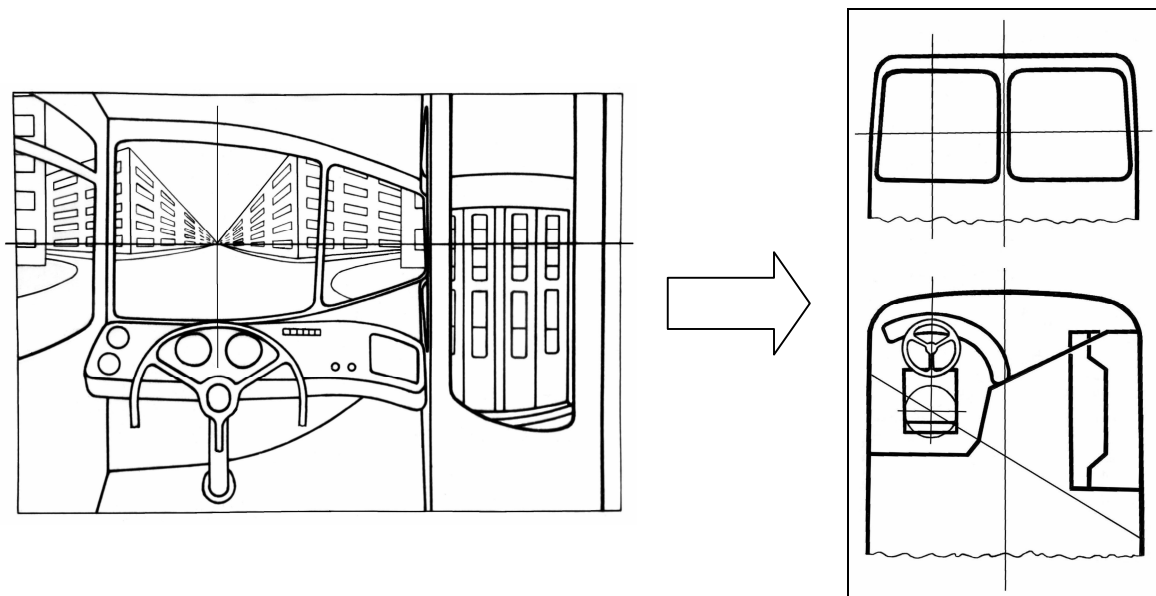


Рис. 9. Схема оберненого перетворення панорамного рельєфу

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авенариус, А.А. Методика оценки обзорности автомобилей [Текст] / А.А. Авенариус // Автомобильная промышленность. – 1971. – № 1.
2. Кавун, Ю.М. К вопросу обзорности средств транспорта [Текст] / Ю.М. Кавун // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К. : Будівельник, 1973. – Вып. 16. – С. 127-130.
3. Галушка, О.О. Сучасний автомобіль: дизайн-ергономічні інновації [Текст] / О.О. Галушка, О.Д. Пільгуй // Дизайн-освіта 2009: сучасна концепція дизайн-освіти України. – Х. : ХДАДМ, 2009. – Ч. 1. – С. 31-38.
4. Михно, О.Д. К вопросу объемно-графического моделирования в решении задач технической эстетики [Текст] / О.Д. Михно // Механизация сельскохозяйственного производства. – Х. : ХИМЭСХ, 1971. – Вып. 17. – С. 443-453.
5. Даниленко, В.Я. Формування панорамних рельєфів для одержання характеристик оглядовості доріг і транспортних засобів [Електронний ресурс] / В.Я. Даниленко, О.В. Шоман // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ,

2016. – Вип. 6, Т. 2. – С. 126-133. – Режим доступу до збірника: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/V6T2.html>
6. Даниленко, В.Я. Визначення характеристик панорамних рельєфів еліптичного типу з позицій обзорності транспортних засобів [Текст] / В.Я. Даниленко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2010. – Вип. 84. – С. 163-167.
  7. Даниленко, В.Я. Про формування панорамних рельєфів параболічного типу для оцінки обзорності автомобільних кузовів [Текст] / В.Я. Даниленко // Технічна естетика і дизайн. – К. : Віпол, 2011. – Вип. 8. – С. 92-97.
  8. Даниленко, В.Я. Зв'язок панорамних рельєфів гіперболічного типу з оцінкою обзорності транспортних і дорожніх об'єктів [Текст] / В.Я. Даниленко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2011. – Вип. 88. – С. 126-131.
  9. Кованцов, М.І. Проективна геометрія [Текст] / М.І. Кованцов. – К. : Вища шк., 1985. – 368 с.
  10. Лобанов, Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя [Текст] / Е.М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.

*Volodymyr DANYLENKO, Olga SHOMAN*  
Kharkiv

#### GEOMETRIC ELEMENTS THAT DETERMINE THE NATURE OF MODELING VEHICLES

*Existing ways of definition of visibility of machines and road objects are considered. Features of formation of relief images of spatial situations are resulted. Geometrical properties of reliefs for a visual estimation of vehicles are defined.*

**Keywords:** *geometrical modeling, visibility of vehicles, panoramic relief images.*

*Владимир ДАНИЛЕНКО, Ольга ШОМАН*  
Харьков

#### ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХАРАКТЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЗОРНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Рассмотрены существующие способы определения обзорности машин и дорожных объектов. Приведены особенности формирования рельефных изображений пространственных ситуаций. Определены геометрические свойства рельефов для зрительной оценки транспортных средств.*

**Ключевые слова:** *геометрическое моделирование, обзорность транспортных средств, панорамные рельефные изображения.*

Стаття надійшла до редколегії 10.10.2017