

УДК 004-925.8; 004.942

ФОРМУВАННЯ ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОГЛЯДОВОСТІ З КАБІН ТРЕНАЖЕРІВ

Даниленко В.Я.,

Шоман О.В., д.т.н.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» (Україна)

В роботі розглядаються особливості об'ємно-графічного моделювання, визначаються елементи інформаційного поля оглядовості, з'ясовуються можливості рельєфних зображень для одержання зорової інформації в тренажерах, наводяться показники прямих і обернених перетворень панорамних рельєфів.

Ускладнення задач проектування технічних об'єктів викликає необхідність широкого використання способів об'ємно-графічного моделювання в різних галузях виробництва і, зокрема, – в конструюванні та експлуатації транспортних засобів пересування. В зв'язку з цим розробка способів об'ємно-графічного моделювання просторових ситуацій має суттєве практичне значення. Зорова оцінка об'єктів оператором транспортного засобу є важливою складовою проектування і вимагає залучення геометричних рельєфів (рельєфів у шарах простору). Панорамні рельєфи параболічного типу більшою мірою відповідають потребам сприйняття оператором поля зорової інформації. Параболічний тип панорамних рельєфів відрізняється від еліптичного і гіперболічного тим, що у випадку параболічної інволюції пряма лінія є дотичною до кривої другого порядку. Відображення, що пов'язані з визначенням оглядовості простору з кабін тренажерів, потребують відповідних алгоритмів центрального проєціювання. Тому побудова рельєфних панорам у просторі, обмеженому циліндричними, конічними або сферичними поверхнями, спирається на можливості саме центральних відображень. Об'єднуючим ці види рельєфів є аналогічне для всіх трьох видів відображення Φ у площині, перпендикулярній до осі симетрії цих поверхонь. Прямі, інцидентні з центром O відображення, утворюють подвійний пучок. Закон перетворення точок на кожній півпрямій цього пучка – збереження складного відношення 4-х точок. Для формування відображення параболічного типу Φ_n необхідно задати граничне коло з центром O . При графічній побудові Φ_n використовуються проєктивні ряди точок на півпрямих подвійного пучка і обертання їх навколо центра відображення. Для аналітичного представлення Φ_n використовуються функції, які

визначають за допомогою складного відношення 4-х точок на півпрямих подвійного пучка.

Ключові слова: об'ємно-графічне моделювання, інформаційне поле оглядовості, транспортні тренажери, проєктивні ряди точок, панорамні рельєфи.

Постановка проблеми. Збільшення швидкості та інтенсивності руху транспорту, а також сучасні особливості його конструкційно-експлуатаційних характеристик обумовили необхідність пошуку нових шляхів до підготовки операторів транспортних засобів [1]. Досить ефективним при цьому виявилось використання спеціальних пристроїв, які дозволяють моделювати в обмеженому просторі реальне переміщення транспортної машини та її оглядові якості. Згадані пристрої (рис. 1) отримали назву тренажерів (від англійського «train»). Відомо, що суттєвою складовою оглядовості просторових об'єктів із кабіни тренажера є забезпечення оператора компонентами зорової інформації. Для формування цих компонентів важливим стає використання зображень в шарах простору, тобто панорамних (кругових) рельєфів.



Рис. 1. Загальний вигляд тренажерного комплексу для підготовки операторів транспортних засобів [2]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті зорового сприйняття графічної моделі (зображення на екрані) у оператора виникає суб'єктивний образ ілюзорного простору. Такий простір здається оператору реальним, тому що виникає так звана ілюзія (ефект) присутності. Створення достовірного ефекту присутності потребує якісного технічного оснащення.

Традиційне оснащення тренажерів передбачає наступні засоби моделювання зорової інформації [3, 4]: застосування оптико-телевізійних та кінематографічних імітаторів візуальних ситуацій, а також тіньових систем візуалізації. Важливою перевагою телевізійного підходу вважається можливість детального зображення об'єктів. Основним недоліком є відносна складність і висока вартість конструкції. Кінематограф краще за інші системи надає на екрані картину оточуючого простору. Однак використання кінематографа на тренажерах гальмується тим, що рух на екрані відновлюється у відповідності з програмою кінозйомки, яку виконано раніше. Тіньові системи отримали розповсюдження здебільшого в автомобільних та гелікоптерних тренажерах і досягли певної досконалості. Але тіньові проектори мають суттєвий недолік, який полягає у складності конструкції кріплення рухомого макету і організації його руху.

Таким чином, аналіз схем одержання в тренажері зорової інформації про зовнішній простір є основою для розгляду суто геометричного підходу (формування панорамних рельєфів) до забезпечення оператора транспортного засобу необхідними елементами інформаційного поля оглядовості.

Формування цілей статті. З'ясувати синтетичні та аналітичні особливості формування панорамних рельєфів. Надати характеристики прямих і обернених перетворень рельєфів параболічного типу. Розглянути характер об'ємно-графічного моделювання зорової інформації. Визначити можливості геометричних підходів до оцінки та коригування оглядовості з кабін тренажерів транспортних засобів.

Основна частина. Досить часто виникає потреба в побудові масиву наочних нелінійних зображень для оснащення тренажерів елементами інформаційного поля оглядовості. Графічні зображення можна виконувати як на поверхнях простору (на картинах), так і в шарах простору (в рельєфах). Специфіка рельєфних зображень (рис. 2) полягає в тому, що просторові об'єкти відображуються в шар простору, – і навпаки (R^3 – тривимірний простір; R^{3L} – шар тривимірного простору; L – «layer», тобто англійською – шар, прошарок). Така структура надає можливість виявляти геометричні параметри тренажерів та обумовлює необхідність формування не тільки прямих, а й обернених перетворень панорамних рельєфів.

Обернені задачі та перетворення мають деякі неприємні (з математичних позицій) особливості. По-перше, вони, як правило, нелінійні. По-друге, розв'язки обернених задач, зазвичай, неєдинісні. По-третє, обернені задачі не завжди є коректними. В них відсутня неперервна залежність від вихідних даних (в порівнянні з прямими задачами). За таких умов на перший план при розв'язанні обернених

задач виходять способи математичної обробки вихідної інформації [5].

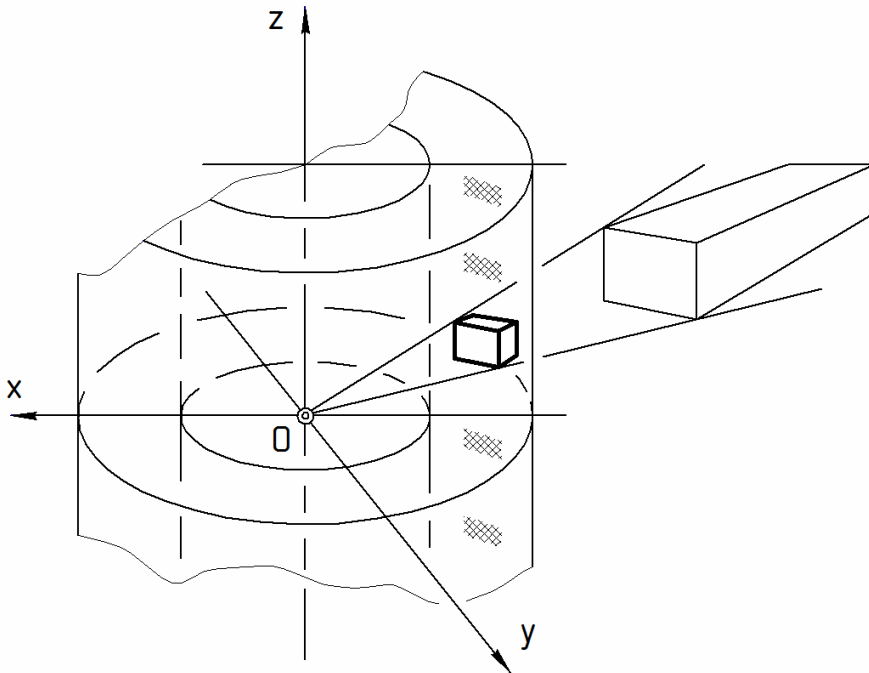


Рис. 2. Схема формування зображень в шарах простору

Панорамні рельєфи, які пов'язані з визначенням оглядовості транспортних об'єктів, потребують відповідних алгоритмів проєціювання. Тому побудова кругових рельєфних панорам спирається на можливості саме центральних відображень [6]. Використання синтетичного та аналітичного дослідницьких шляхів дозволило визначити основні типи рельєфних панорам. Гіперболічний рельєф характеризується тим, що в гіперболічній інволюції пряма лінія перетинає криву другого порядку в двох точках. У випадку параболічної інволюції пряма лінія є дотичною до кривої другого порядку. Еліптичний тип відрізняється тим, що в еліптичній інволюції пряма лінія не має спільних точок з кривою другого порядку.

Названі типи рельєфних панорам об'єднує відображення Φ , що розглядається у площині, перпендикулярній до осі симетрії рельєфу. Прямі, інцидентні з центром відображення O , утворюють подвійний пучок. Властивість перетворення точок на кожній півпрямій пучка визначає збереження складного відношення 4-х точок:

$$(OAPF^\infty) = (O'A'P'F') = \text{const}, \quad (1)$$

де O і A – базисні точки.

Півпряма подвійного пучка несе на собі два усічених проєктивних ряди точок [7], за типами яких визначають (залежно від кількості подвійних точок) відображення Φ гіперболічного, параболічного та еліптичного типів і позначають їх Φ_h , Φ_p і Φ_e . Оскільки проєктивні ряди приймаються рівними, їх можна сполучати

обертанням будь-якої півпрямой навколо центра O . Відображення Φ при цьому називаються панорамними (круговими).

Розглянемо випадок, коли тільки одна з базисних точок складного відношення (1) є подвійною (рис. 3), тобто, коли проєктивні ряди $OO'F^\infty \bar{\wedge} OO'F'$ мають єдину подвійну точку $O \equiv O'$ і відповідно одну невласну та одну граничну точки (F^∞, F'). У цьому випадку відношення (1) можна записати таким чином:

$$(OMNF^\infty) = (O'M'N'F'), \quad (2)$$

де точки M і F' збігаються, а точка M' гармонійно спряжена з F^∞ відносно O, F' . Ця проєктивна відповідність точок є параболічною [8]. Вона найбільш ефективно відповідає потребам моделювання інформаційного поля оглядовості з кабін тренажерів.

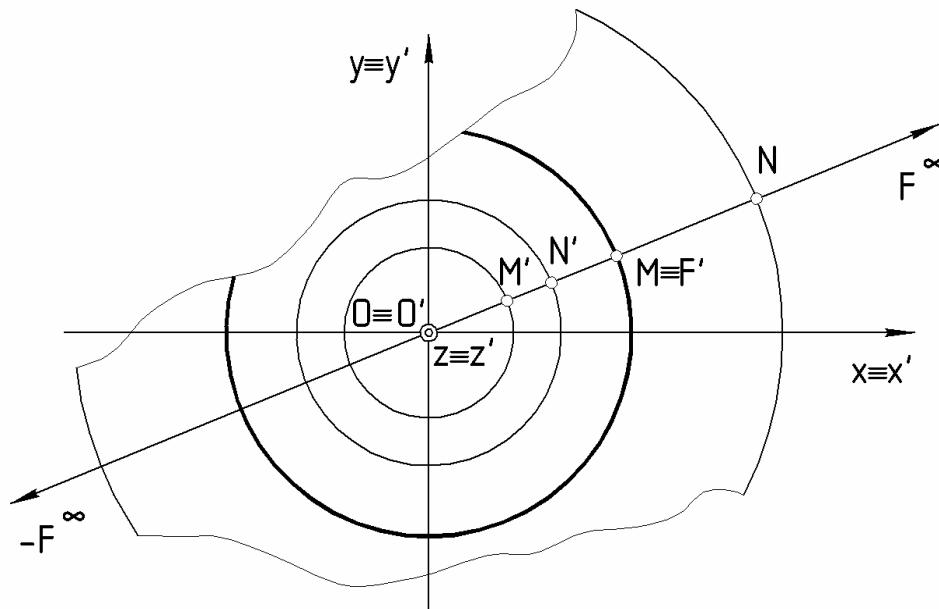


Рис. 3. Дані визначення елементів зорової інформації з допомогою панорамних рельєфів параболічного типу

Аналітичне представлення прямих і обернених перетворень панорамних рельєфів параболічного типу Φ_n має вигляд (3), (4), де f – радіус граничного циліндра. Прямі перетворення рельєфів:

$$x' = \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} x; \quad y' = \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} y; \quad z' = \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} z. \quad (3)$$

Обернені перетворення рельєфів:

$$x = \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} x'; \quad y = \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \quad z = \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} z'. \quad (4)$$

Оцінка та коригування оглядовості просторових об'єктів вимагають конкретних показників як прямих, так і обернених перетворень панорамних рельєфів. Прямі перетворення забезпечують одержання рельєфних зображень існуючих елементів інформаційного

поля оглядовості. Обернені ж перетворення надають можливість перевіряти і коригувати (за нормативами оглядовості) елементи системи оператор – тренажер – середовище – оператор.

Висновки. Створення сучасних тренажерів неможливе без урахування потреб оглядовості (сприйняття поля зорової інформації оператором). Процес моделювання елементів оглядовості базується на теорії рельєфних перспектив. З розширенням області використання панорамних рельєфів зростають і вимоги до способів виконання нелінійних зображень в шарах простору. Нелінійні перетворення панорамних рельєфів є основою для коригування оглядовості з кабін тренажерів. Виконання масиву панорамних рельєфів дозволяє коригувати (за допомогою обернених перетворень) варіанти оглядовості транспортних тренажерів. Все це спонукає проводити подальші дослідження з розробки більш ефективних способів формування панорамних рельєфів.

Література

1. Біліченко В.В. Рациборинський В. В. Аналіз підходів до класифікації автотренажерів для підготовки. Наукові нотатки. 2014. Вип. 46. С.29–37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_46_6
2. Офіційний сайт науково-виробничого підприємства "МЕТЕКОЛ". URL: <http://metecol.com.ua>.
3. Базилевский А.Н., Гузий А.Н., Мельник А.А. Тренажеры для операторов транспортных средств. К. : Техніка, 1983. – 142 с.
4. Омельчук А.А., Сафьяник О.О., Березкін І.С., Павлов П.М. Математичне і програмно-апаратне забезпечення тренажерної установки з просторовими приводами руху. Системні технології. 2018. Вип. 3. С. 64–71. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/st_2018_3_10
5. Ватульян А.О. Математические модели и обратные задачи. *Соросовский образовательный журнал*, 1998. № 11. С. 143–148.
6. Даниленко В.Я., Шоман О. В. Моделювання просторових діапазонів освітленості з допомогою панорамних рельєфів. *Сучасні проблеми моделювання. Зб. наук. праць*. Мелітополь : Видавництво МДПУ ім. Б.Хмельницького, 2017. Вип. 9. С.21–25.
7. Кованцов М.І. Проективна геометрія. К. : Вища шк., 1985. 368 с.
8. Даниленко В.Я. Про формування панорамних рельєфів параболічного типу для оцінки оглядовості автомобільних кузовів. *Технічна естетика і дизайн*. К. : Віпол, 2011. Вип. 8. С. 92–97.

ФОРМИРОВАНИЕ ПАНОРАМНЫХ РЕЛЬЕФОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЗОРНОСТИ ИЗ КАБИН ТРЕНАЖЕРОВ

Даниленко В.Я., Шоман О.В.

В работе рассматриваются особенности объемно-графического моделирования, определяются элементы информационного поля обзорности, выясняются возможности рельефных изображений для получения зрительной информации в тренажерах, приводятся показатели прямых и обратных преобразований панорамных рельефов. Усложнение задач проектирования технических объектов вызывает необходимость широкого использования способов объемно-графического моделирования в различных отраслях производства и, в частности, – в конструировании и эксплуатации транспортных средств передвижения. В связи с этим разработка способов объемно-графического моделирования пространственных ситуаций имеет существенное практическое значение. Зрительная оценка объектов оператором транспортного средства является важной составляющей проектирования и требует привлечения геометрических рельефов (рельефов в слоях пространства). Панорамные рельефы параболического типа в большей степени отвечают потребностям восприятия оператором поля зрительной информации. Параболический тип панорамных рельефов отличается от эллиптического и гиперболического тем, что в случае параболической инволюции прямая линия является касательной к кривой второго порядка. Отображения, связанные с определением обзорности пространства из кабин тренажеров требуют соответствующих алгоритмов центрального проецирования. Поэтому построение рельефных панорам в пространстве, ограниченном цилиндрическими, коническими или сферическими поверхностями, опирается на возможности именно центральных отображений. Объединяющим эти виды рельефов является аналогичное для всех трех видов отображение Φ в плоскости, перпендикулярной оси симметрии этих поверхностей. Прямые, инцидентные с центром O отображения, образуют двойной пучок. Закон преобразования точек на каждой полупрямой этого пучка – сохранение сложного отношения 4-х точек. Для формирования отображения параболического типа Φ_n необходимо задать предельную окружность с центром O . При графическом построении Φ_n используются проективные ряды точек на полупрямой двойного пучка и вращение их вокруг центра отображения. Для аналитического представления Φ_n используются функции, которые

определяются с помощью сложного отношения 4-х точек на полупрямой двойного пучка.

Ключевые слова: объемно-графическое моделирование, информационное поле обзорности, транспортные тренажеры, проективные ряды точек, панорамные рельефы.

FORMATION OF PANORAMIC RELIEFS FOR DETERMINING VISIBILITY FROM SIMULATORS' CABINS

Danylenko V., Shoman O.

The paper discusses the features of volume-graphic modeling, identifies elements of the information field of visibility, clarifies the possibilities of relief images for obtaining visual information in simulators, gives indicators of direct and inverse transformations of panoramic reliefs. The increasing complexity of the tasks of designing technical objects necessitates the wide use of methods of volume-graphic modeling in various branches of production and, in particular, in the design and operation of vehicles. In this regard, the development of methods for volume-graphic modeling of spatial situations is of substantial practical importance. Visual assessment of objects by the operator of the vehicle is an important component of the design and requires the involvement of geometric reliefs (reliefs in the layers of space). Panoramic reliefs of parabolic type to a greater extent meet the needs of the operator perception of the field of visual information. The parabolic type of panoramic reliefs differs from the elliptic and hyperbolic in that in the case of a parabolic involution the straight line is tangent to the second order curve. Mappings associated with the definition of visibility of the space from the simulators' cabins require appropriate algorithms for central projection. Therefore, the construction of relief panoramas in space bounded by cylindrical, conical or spherical surfaces relies on the possibilities of central mappings. Combining these types of reliefs is the same for all three types of mapping Φ in a plane perpendicular to the axis of symmetry of these surfaces. The lines incident with the center O of the mapping form a double bundle. The law of transformation of points on each half-line of this beam is the preservation of the complex ratio of 4 points. To form a mapping of parabolic type Φ_n , it is necessary to define a limit circle with center O . When graphically constructing Φ_n , projective rows of points on the half-line double beam and their rotation around the center of the display are used. For the analytical representation of Φ_n , functions are used that are determined by the complex ratio of 4 points on the half-line double beam.

Key words: volume-graphic modeling, information field of visibility, transport simulators, projective rows of points, panoramic reliefs.