

УДК 514.18

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ДІАПАЗОНІВ ОСВІТЛЕНОСТІ З ДОПОМОГОЮ ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФІВ**

Даниленко В.Я.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
(Україна),*

Шоман О.В., д.т.н.

*Національний технічний університет*

*"Харківський політехнічний інститут" (Україна)*

*В роботі розглядаються можливості об'ємно-графічного моделювання, наводяться конструктивні елементи побудови рельєфів, визначаються показники прямих та обернених перетворень панорамних рельєфів, з'ясовуються межі просторових діапазонів освітленості.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, панорамні рельєфи, відображення параболічного типу, проєктивні ряди точок, освітленість.*

**Постановка проблеми.** Формування предметно-просторового середовища передбачає організацію зв'язку між візуальним сприйняттям людиною світлового простору і графічною передачею просторових форм об'єктів. Встановлення того чи іншого геометричного коду – проєкційного апарата – дозволяє одержати певний вид проєкційних зображень як на поверхнях простору (на картинах), так і на шарах простору (на рельєфах). Специфіка рельєфних зображень полягає в тому, що просторові об'єкти відображуються знову ж таки в просторові, хоча й зі зміною відносних розмірів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Починаючи з досліджень Ламберта, Ейлера, Стокса щодо світимості, процес візуального сприйняття об'єкта за допомогою світла [1] повертає до себе постійну увагу. Відомо, що одержання тих чи інших світлових ефектів базується на зміні яскравості за певним ритмом. Монотонна поверхня, завдяки різким градаціям яскравості сусідніх ділянок, здається горбистою. Ступінь отриманого таким чином "рельєфу" залежить від інтенсивності світла і кольорового оточення освітлюваного об'єкта.

Що ж торкається геометричного формування рельєфів, то воно вимагає ґрунтовної розробки моделей прямих та обернених перетворень простору. Відомо, що обернені задачі мають деякі

неприємні (з математичної точки зору) особливості [2, 3]. По-перше, вони, як правило, нелінійні. По-друге, розв'язки обернених задач неєдинісні. По-третє, обернені задачі, частіше за все, не є коректними. В них відсутня неперервна залежність від вихідних даних (у порівнянні з прямими задачами).

**Формулювання цілей статті.** Виявити особливості формування рельєфів в умовах визначення освітленості. Розглянути характер вихідної інформації для прямих та обернених перетворень простору. Надати показники перетворень для панорамних рельєфів параболічного типу.

**Основна частина.** Реальні точкові джерела освітленості випромінюють енергію в різних напрямках нерівномірно. Проте нормальна освітленість  $E$  точки простору визначається (в лк) таким чином [4]:

$$E = \frac{I}{R^2}, \quad (1)$$

де  $I$  – сила світла в напрямі до точки, кд;  $R$  – відстань від світлового джерела  $S$  до точки, м.

Розглянемо кількісні елементи моделювання освітленості точки  $L$ , якщо носієм геометричної інформації обрано поверхню  $\Sigma$  (рис. 1).

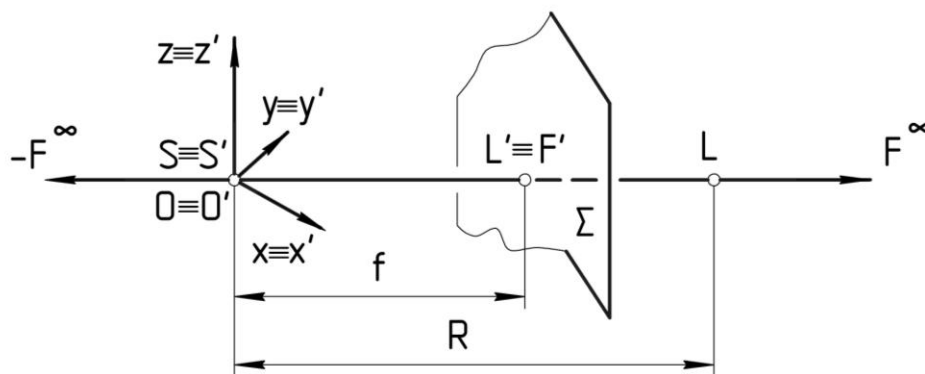


Рис. 1. Схема визначення освітленості з використанням поверхні

Вираз  $\frac{SL}{F'F^\infty} = \frac{S'L'}{F'F^\infty}$  є справедливим за умови  $L \equiv L' \equiv F'$ , тобто  $R = f$ . Це говорить про неможливість поверхні самостійно моделювати просторові діапазони освітленості. Тому залучаємо до розгляду панорамні рельєфи.

На рис. 2 показано схему формування рельєфних наочних зображень, які пов'язані з геометричними перетвореннями тривимірного простору. Побудова рельєфів (рельєфних панорам) у просторі, обмеженому циліндричними, конічними або сферичними поверхнями, потребує використання центральних відображень [5].

Об'єднуючим ці види рельєфів є аналогічне для всіх трьох видів відображення  $\Phi$  у площині  $\Pi$ , перпендикулярній до осі симетрії згаданих поверхонь. Прямі, інцидентні з центром відображення  $O$ , утворюють подвійний пучок. Властивість перетворення точок на кожній напівпрямій пучка передбачає збереження складного відношення 4-х точок:

$$(OALF^\infty) = (O'A'L'F') = \text{const.}, \quad (2)$$

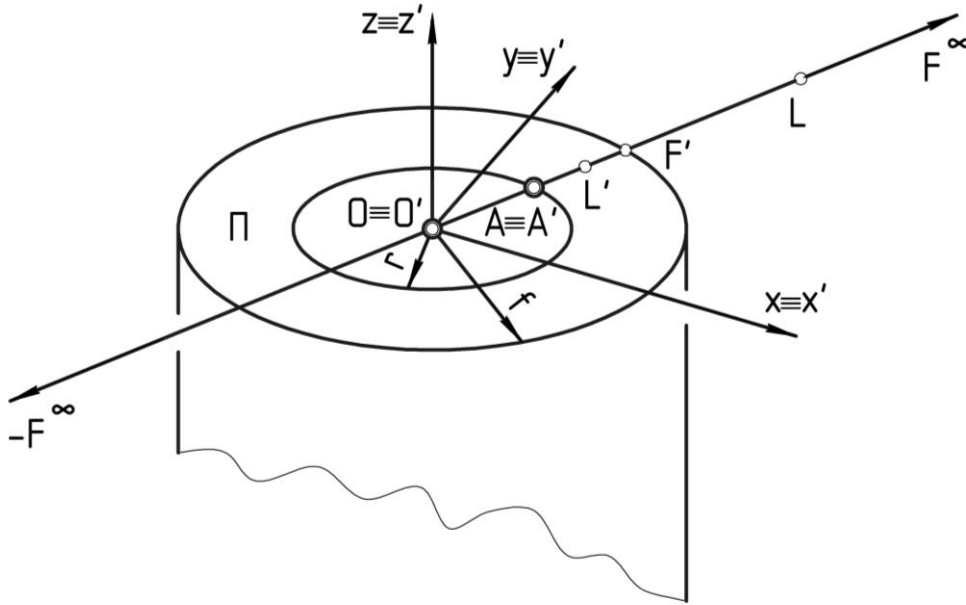


Рис. 2. Дані відображення простору на панорамний рельєф

Напівпряма подвійного пучка несе на собі два усічених проєктивних ряди точок, за типами яких визначають (залежно від кількості подвійних точок) відображення  $\Phi$  гіперболічного, параболічного та еліптичного типів і позначають їх  $\Phi_e$ ,  $\Phi_n$  і  $\Phi_e$ . Оскільки проєктивні ряди приймаються рівними, їх можна сполучати обертанням будь-якої напівпрямої навколо центра  $O$ . Відображення  $\Phi$  при цьому називаються панорамними (круговими).

Розглянемо випадок (рис. 3), коли тільки одна з базисних точок складного відношення (2) є подвійною ( $r = 0$ ), 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 ( $F^\infty, F'$ ). У цьому випадку відношення (2) можна записати таким чином:

$$(OMLF^\infty) = (O'M'L'F'), \quad (3)$$

де точки  $M$  і  $F'$  збігаються, а точка  $M'$  гармонійно спряжена з  $F^\infty$  відносно  $O', F'$ . Ця проєктивна [6] відповідність точок є параболічною. Вона найбільш ефективно відповідає потребам моделювання освітленості об'єктів.

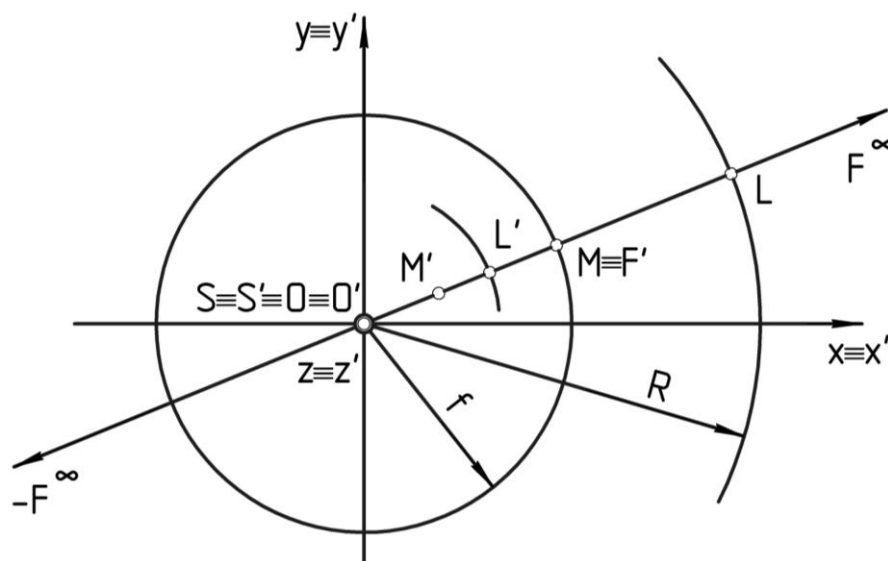


Рис. 3. Схема визначення просторових діапазонів освітленості з використанням панорамного рельєфу параболічного типу

Аналітичне представлення прямих і обернених перетворень панорамних рельєфів параболічного типу  $\Phi_n$  має вигляд (4), (5).

Прямі перетворення рельєфів:

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

Обернені перетворення рельєфів:

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

Якщо носієм геометричної інформації обрано панорамний рельєф параболічного типу  $\Phi_n$ , то самостійне моделювання загального діапазону освітленості (від  $E = \infty$  до  $E = 0$ ) відбувається в межах:

простір – від  $R = 0$  до  $R = \infty$ ;  
рельєф – від  $f = 0$  до  $f = f$ .

Це є показником самодостатності панорамного рельєфу.

**Висновки.** Запропоновано характеристики панорамних рельєфів для моделювання просторових діапазонів освітленості. Подальші дослідження мають бути зосереджені на формуванні параметрів спеціальних елементів предметно-просторового середовища.

### Література

1. Соррел К. Пространство и свет в современном интерьере / Кэтрин Соррел [пер. с англ.]. – М. : Кладезь-Букс, 2007. – 140 с.
2. Ватульян А.О. Математические модели и обратные задачи / А.О. Ватульян // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 11. – С. 143–148.

3. Шоман О.В. Метод оберненого променя в описі геометричної моделі енергообміну випромінюванням / О. В. Шоман // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2010. – Вип. 85. – С. 260–265.
4. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. – СПб. : Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 1992. – 448 с.
5. Даниленко В.Я. Про формування панорамних рельєфів параболічного типу для оцінки оглядовості автомобільних кузовів / В. Я. Даниленко // Технічна естетика і дизайн. – К. : Віпол, 2011. – Вип. 8. – С. 92–97.
6. Кованцов М.І. Проективна геометрія / М. І. Кованцов. – К. : Вища шк., 1985. – 368 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДИАПАЗОНОВ ОСВЕЩЕННОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПАНОРАМНЫХ РЕЛЬЕФОВ**

Даниленко В.Я., Шоман О.В.

*В работе рассматриваются возможности объемно-графического моделирования, приводятся конструктивные элементы построения рельефов, определяются показатели прямых и обратных преобразований панорамных рельефов, выясняются границы пространственных диапазонов освещенности.*

*Ключевые слова: геометрическое моделирование, панорамные рельефы, отображения параболического типа, проективные ряды точек, освещенность.*

### **MODELING OF SPATIAL RANGES OF ILLUMINANCE BY MEANS OF PANORAMIC RELIEFS**

Danylenko V., Shoman O.

*In the article possibilities of volumetric-graphic modeling are considered, structural elements for constructing reliefs are given, the indexes of direct and inverse transformations of panoramic reliefs are determined, the limits of spatial ranges of illuminance turn out.*

*Key words: geometrical modeling, panoramic reliefs, mapping of parabolic type, project rows of points, illuminance.*