

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

Київський державний технічний університет будівництва і архітектури

На правах рукопису

УДК 515.2

ІІІ

Пулькевич Інга Гарівна

**ЛІНІЙНІ ТА НЕЛІНІЙНІ ОПЕРАТОРИ
КІНЕМАТИЧНИХ ПРОЕКЦІЙНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ
В ОДНОРІДНОМУ ТА ОПТИЧНО ГРАДІЄНТНОМУ ПРОСТОРИ**

05.01.01. Прикладна геометрія, комп'ютерна графіка, дизайн та ергономіка

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеню

кандидата технічних наук

Київ 1996

444
Ав. 36.082

До захисту подається рукопис

Робота виконана у Державному університеті "Львівська політехніка"

Науковий керівник

доктор технічних наук, професор О.П.Калиновська

Науковий консультант

доцент В.В.Глоговський

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор В.О.Надолинний;

кандидат технічних наук, доцент Л.С.Іванова

Провідна організація - Західна регіональна організація
Українського товариства геодезії, аерокосмічних зйомок та картографії

Захист відбудеться "18" XII о ___ год. на засіданні
спеціалізованої ради Д 01.18.06 в Київському державному технічному
університеті будівництва і архітектури (252037, Київ, Повітрофлотський
проспект, 31, аудиторія ___).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київського
державного технічного університету будівництва і архітектури.

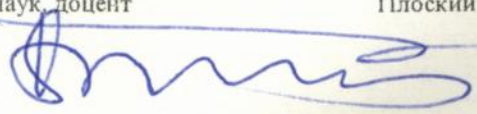
Автореферат розіслано "15" XI 1996 року.

Вчений секретар

спеціалізованої ради Д 01.18.06

кандидат технічних наук, доцент

Плоский В.О.





00757030 (M)

СТЕРИСТИКА РОБОТИ

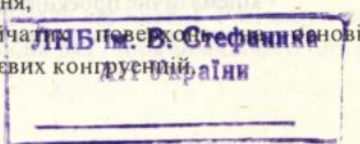
ється тим, що в останній час розширився спектр застосувань методів теоретичної нарисної геометрії до інженерних задач, зокрема, в аерофотогеодезії, будівництві та архітектурі, і необхідність, або принаймі, доцільність досліджень кінематики проєкційних відображень, очевидна.

Традиційно розвиток методів проєкційних відображень в нарисній геометрії йде шляхом узагальнення розмірностей, метрики і структури операційних просторів (областей визначень і значень відображень), а також проєкційного апарату і операторів відображення. Останнє стає можливим та ефективним завдяки використанню методів і прийомів проєктивної і лінійчатої геометрії та впровадженню в нарисну геометрію кінематичних категорій. Такий різноплановий розвиток приводить до постановки проблеми створення єдиної теорії проєкційних відображень, яка охопила б усі існуючі методи (уточнення "проєкційні відображення" істотно, так як аксіоматичні (незалежні) моделі вже за своєю суттю заздалегідь не підлягають об'єднанню). Найменш вивченим компонентом такої теорії є її кінематичний аспект. При цьому, йдеться не про кінематичну інтерпретацію існуючих статичних засобів, а істотно кінематичну нарисну геометрію, де процес відображення має часовий характер і визначається законами руху всіх його елементів.

Мета дослідження полягає в розробці методів лінійного та нелінійного кінематичного проєкціювання, застосованих до різних сполучень прямолінійного, обертового та гвинтового видів руху елементів відображення і у використанні методу для: визначення координат точок об'єкту за їх зображенням на панорамному знімку; розв'язання локаційної (зворотньої) задачі променевої оптики; моделювання інсоляції в оптично-неоднорідному середовищі.

Для реалізації вказаної мети необхідно:

- систематизувати сполучення різних типів одночасних та взаємозалежних рухів всіх елементів проєкціювання (центру, фокальних фігур проєкціюючих комплексів і конгруенцій, прообразу та носія образів);
- розробити лінійні та нелінійні оператори кінематичних проєкційних відображень;
- вивести рівняння для визначення просторових координат точок панорамного знімання;
- запропонувати загальну методику розв'язання локаційних задач променевої оптики в градієнтному просторі із застосуванням комп'ютерної графіки;
- при моделюванні інсоляції знайти відхилення розрахункових значень енергетичної освітленості в вакуумі від відповідних значень в аерозольному середовищі, а також аналогічні лінійні відхилення;
- анонсувати синтез лінійчатих та нелінійчатих проєкційних відображень нові кінематичного проєкціювання променями миттєвих конгруенцій.



Методика досліджень. Для кінематичного проєкціювання методами лінійних та нелінійних операторів, а також розв'язання зворотної (локаційної) задачі та практичних застосувань використовувались методи нарисної, проєктивної і лінійчатої геометрії.

Теоретичною базою проведених досліджень стали роботи в галузі лінійчатих многовидів (М.І.Кованцов, С.П.Фініков, J.Plucker, T.Reye, R.Sturm), нелінійних методів проєкційних відображень (І.С.Джапарідзе, І.І.Котов, В.Є.Михайленко, В.С.Обухова, О.Л.Підгорний, З.А.Скопец, L. Loskiewicz), кіно- та кінеперспективи (Л.М.Ліхачов, М.О.Ринін, G.A.Jones, S.J.Maybeng).

Наукова новизна в цілому полягає в постановці та розв'язанні задачі проєкційного відображення при одночасних та взаємозалежних рухах (прямолінійного, обертового і гвинтового) всіх елементів проєкціювання (центра, фокальних фігур комплексів і конгруенцій, прообразу та носія образів). Найбільш істотним в цьому сенсі є:

- виведення рівнянь траєкторій образів прообразів, що рухаються;
- кінематичні нелінійні відображення миттєвими комплексами і конгруенціями;
- кінематичне проєкціювання на площини тригранника Френе;
- виведення рівнянь для визначення просторових координат точок панорамного знімання;
- оптична локація об'єктів, що рухаються в нейтральному та градієнтному (оптично неоднорідному) середовищі;
- моделювання інсоляції в оптично-градієнтному середовищі.

Практична цінність. Робота присвячена фрагменту фундаментальної проблеми теорії проєкційних відображень. Розроблені методи кінематичних проєкційних відображень дозволяють значно підвищити точність при визначенні координат точок об'єкту (прообразу) на панорамному знімку: проводити синтез лінійчатих і нелінійчатих поверхонь як впорядкованої множини точок (прямих ліній) на рухомому плоскому носію проєкції; розв'язувати задачі променевої оптики, а саме оптичну локацію об'єктів, що рухаються, спостерігачем, який також рухається в оптично неоднорідному середовищі; підвищити енергозбереження при моделюванні штучної та природньої інсоляції (через врахування відхилення розрахункових значень енергетичної освітленості в вакуумі від відповідних значень в аерозольному середовищі).

На захист виноситься:

- виведення рівнянь траєкторій образів прообразів, що рухаються;
- нелінійні відображення миттєвими комплексами першого порядку і конгруенціями першого, другого і четвертого порядку;
- геометрична класифікація сполучень видів руху всіх елементів кінематичного відображення;
- кінематичне проєкціювання на площини тригранника Френе;
- визначення координат точок об'єкту на панорамному знімку;

- оптична локація об'єктів, що рухаються в нейтральному та градієнтному середовищі;

- синтез лінійчатих і нелінійчатих поверхонь в процесі кінематичного відображення;

- моделювання інсоляції в оптично-неоднорідному середовищі.

Реалізація роботи. Результати досліджень впроваджені в Українському аерогеодезичному підприємстві експедиції № 7 Головного управління геодезії, картографії і кадастру при Кабінеті Міністрів України та підприємстві "ПМС".

Апробація роботи. Основні положення і результати роботи доповідались на:

- Міжнародній науково-технічній конференції у Державному Університеті "Львівська політехніка" (м.Львів, 25-27 листопада 1994 року);

- Міжнародному симпозіумі (ПНР, Жешув, 3-4 червня 1996);

- наукових семінарах кафедри нарисної геометрії та графіки в Київському державному технічному університеті будівництва і архітектури (м.Київ, травень 1994, червень 1995);

- науково-методичних конференціях кафедри нарисної геометрії та графіки Державного університету "Львівська Політехніка" (м.Львів, 1993-1996р.р.)

Обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, 3-х розділів, списку використаної літератури (133 найменування), додатків і містить 107 сторінок машинописного тексту, 27 рисунків і 5 таблиць.

ЗМІСТ РОБОТИ

В першій главі розглянуті кінематичні відображення лінійними операторами

$$F: A_j \begin{matrix} P_j \\ (...) \end{matrix} \rightarrow A_j' (j = 1, 2, \dots)$$

при одночасних та взаємозалежних рухах всіх елементів відображення (прообразу A , центру проєкціонування P і носія образів π)

$$r_A: A_j = A_j(t); r_P: P_j = P_j(t); r_\pi: \pi_j = \pi_j(t).$$

(...)- в дужках позначаються види рухів: γ - прямолінійний, ρ - обертовий, σ - гвинтовий.

Для систематизації сполучення основних видів руху, що розглядаються в роботі, досліджено грамографічне відображення (відображення, при якому всі елементи проєкційного апарату здійснюють прямолінійні рухи); ротографічне відображення (всі елементи відображення здійснюють обертові рухи); спірографічне відображення (всі рухи - гвинтові) та мікстографічне відображення (принаймні вид руху одного елементу відрізняється від інших). Розглянуті всі варіанти сполучень, взятих для дослідження видів руху (прямолінійного, обертового, гвинтового) елементів відображення.

При розгляді графографічних відображень встановлені залежності між кінематичними режимами руху (швидкості, прискорення) прообразу (точки) і центру проєкціювання, з одного боку, і порядком променевої поверхні, з другого.

Нехай $f_1(y = y_1; z = k_z \cdot x + b_z)$ і $f_2(x = x_2; z = z_2)$ прямолінійні траєкторії руху відповідно прообразу (точки) A і центру проєкціювання P , які починають одночасно рухатись: точка A - рівномірно, зі швидкістю v_0 , а центр P - рівнозмінно з початковою швидкістю v_0 і прискоренням a (рис. 1).

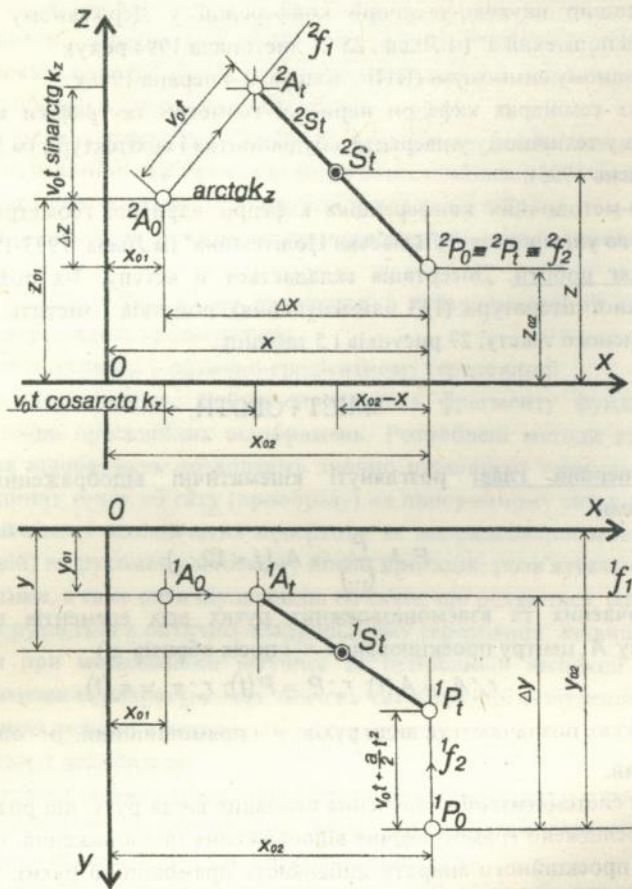


Рис. 1

Задані умови руху виділяють із лінійчатої конгруенції $s^2(f_1; f_2)$ з фокальними фігурами f_1 і f_2 променево поверхню $\sigma \supset A, P$ як неперервну множину

проекціуючих променів $\{s\}(s_i \supset A_i; P_i)$, що відповідають миттєвим положенням точок A і P . Для довільної точки $S_q(x, y, z) \in \sigma$, що лежить на промені $s_i \subset A_i, P_i$ в момент часу t маємо наступні відношення

$$\frac{\Delta y - \left(v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \right)}{\Delta x + v_0 \cdot t \cdot \cos \arctg k_z} = \frac{y - y_{01}}{x - x_{01} + v_0 \cdot t \cdot \cos \arctg k_z}, \quad (1)$$

$$\frac{\Delta z - v_0 \cdot t \cdot \sin \arctg k_z}{\Delta x - v_0 \cdot t \cdot \cos \arctg k_z} = \frac{z - z_{02}}{x_{02} - x}, \quad (2)$$

$$(\Delta x = |x_{02} - x_{01}|, \Delta y = |y_{02} - y_{01}|, \Delta z = |z_{02} - z_{01}|).$$

Після підстановки значення

$$t = \varphi(x, z) = \frac{\Delta z(x_{02} - x) - \Delta x(z - z_{02})}{v_0[(z - z_{02}) \cdot \cos \arctg k_z + (x_{02} - x) \cdot \sin \arctg k_z]}$$

в (1) отримуємо рівняння

$$\left[\Delta y - \left(v_0 \cdot \varphi(x, z) + \frac{a}{2} (\varphi(x, z))^2 \right) \right] \cdot (x - x_{01} + v_0 \cdot \varphi(x, z) \cdot \cos \arctg k_z) - \\ - (\Delta x + v_0 \cdot \varphi(x, z) \cdot \cos \arctg k_z) \cdot (y - y_{01}) = 0, \quad (3)$$

що визначає поверхню третього порядку.

Якщо прообраз A і центр P рухаються рівномірно по прямих f_1 і f_2 , відповідно, зі швидкостями v_1 і v_2 , то поверхня σ являє собою квадрику (одноповерхнинний гіперболоїд, або - в граничному випадку - гіперболічний параболоїд). В загальному випадку, коли шлях, що проходить прообраз або центр проєкціювання за час t , рівний $v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$, поверхня σ має порядок $n+1$.

Для ротографічних відображень отримані і досліджені параметричні рівняння первинних (на рухомій площині проєкції π) і вторинних (перепроєктовані з π на нерухомі координатні площини xu, xz) проєкцій траєкторії прообразу при рівних і кратних кутових швидкостях елементів відображення.

Задамо кругові траєкторії f_1 і f_2 прообразу A і центра проєктування P - $f_1(x^2 + y^2 = r_1^2; z = z_1)$ і $f_2(x^2 + y^2 = r_2^2; z = 0)$ та їх початкові положення - $A_0(x = 0; y = r_1; z = z_1)$ і $P_0(x = 0; y = -r_2; z = 0)$.

Початкове положення π_0 площини проєкцій π приймаємо таким, що збігається з координатною площиною xu і зафіксуємо в π координатну систему $\eta\zeta$ так, що в початковому положенні (π_0) $\eta = x; \zeta = y$.

Нехай всі елементи проєкціювання починають одночасне обертання: точки A і P в одному напрямі, з кутовими швидкостями ω_A і ω_P так, що $\omega_A = n \cdot \omega_P$, а площина π - навколо осі u з кутовою швидкістю $\omega_\pi = \omega_P$.

Тоді параметричні рівняння (параметр α) вторинних проєкцій (на координатних площинах xu і xz) траєкторії прообразу A будуть мати вигляд -

$$x = \frac{z_1 \cdot r_2 \cdot \sin \alpha}{(r_1 \cdot \sin n\alpha + r_2 \cdot \sin \alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha + z_1}, \quad (4)$$

$$y = r_2 \cdot \cos \alpha - \frac{r_1 \cdot \cos n\alpha + r_2 \cdot \cos \alpha}{r_1 \cdot \sin n\alpha + r_2 \cdot \sin \alpha} (r_2 \cdot \sin \alpha - x), \quad (5)$$

$$z = x \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ де } \alpha = \omega \cdot t. \quad (6)$$

Параметричні рівняння первинної проєкції (на площині π) траєкторії прообразу A в системі $\eta\zeta$

$$\eta = \frac{z_1 \cdot r_2 \cdot \sin \alpha}{[(r_1 \cdot \sin n\alpha + r_2 \cdot \sin \alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha + z_1] \cdot \cos \alpha}, \quad (7)$$

$$\zeta = r_2 \cdot \cos \alpha - \frac{r_1 \cdot \cos n\alpha + r_2 \cdot \cos \alpha}{r_1 \cdot \sin n\alpha + r_2 \cdot \sin \alpha}. \quad (8)$$

Як випливає із (4), невластні точки первинної f_1' і вторинних f_1', f_2' проєкцій траєкторії f_1 прообразу A відповідає кутам α із умови

$$(r_1 \cdot \sin n\alpha + r_2 \cdot \sin \alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha + z_1 = 0.$$

Аналогічно виведені та досліджені параметричні рівняння інших рухів елементів ротографічного відображення.

Для спірографічного відображення визначено аналітично і графічно проєкції траєкторії прообразу на стичній, спрямній та нормальній площинах супроводжуючого тригранника Френе для гвинтової лінії; виведено параметричні рівняння $y = y(x); z = z(x)$ проєкціуючого променя s в певний момент часу, параметричні рівняння головної нормалі n , дотичної t до геліси f_3 та координати X_A, Y_A, Z_A вторинних проєкцій ${}^1A'$ і ${}^2A'$ точки A у визначений момент часу для стичної, спрямної та нормальної площин тригранника Френе.

Задамо гвинтові траєкторії f_1 і f_2 прообразу A і центру проєкціювання P

$$f_1: x = r_1 \cdot \sin \alpha, y = r_1 \cdot \cos \alpha, z = \frac{\alpha}{2 \cdot \pi} \cdot h,$$

$$f_2: x = r_2 \cdot \sin \alpha, y = r_2 \cdot \cos \alpha, z = \frac{\alpha}{2 \cdot \pi} \cdot h,$$

та їх початкові положення A_0 і P_0 - $A_0: x = 0, y = -r_1, z = h, P_0: x = 0, y = r_2, z = 0$.

За площину проєкцій виберемо одну із площин (для визначеності стичну площину τ) тригранника Френе для гвинтової лінії f_3 -

$$f_3: x = r_3 \cdot \sin \alpha, y = \frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right), z = r_3 \cdot \cos \alpha + \frac{h}{2}.$$

Нехай в початковому положенні вершина $T \in f_3$ тригранника має координати $x = 0; y = \frac{h}{2}; z = r_3 + \frac{h}{2}$. Приймаємо, як і раніше, що рух всіх елементів обертання починається одночасно з постійними та рівними кутовими швидкос-

тями ω . Також, для визначеності, приймаємо, що прообраз A рухається по гелісі f_1 вниз, прямує до нуля по осі z . Центр проєкціювання P рухається по гелісі f_2 вверх, в сторону збільшення координат по осі z , і вершина T тригранника Френе рухається по гелісі f_3 в сторону від'ємних значень координати y . При даних умовах параметричні рівняння $y = y(x)$ і $z = z(x)$ проєктуючого променя s в момент часу $u = \alpha \cdot \omega^{-1}$ мають вигляд

$$y = -\frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot x + \left(-\frac{\Delta z}{\Delta x} \cdot x_2 + y_2 \right), \quad (9)$$

$$z = -\frac{\Delta z}{\Delta x} \cdot x + \left(\frac{\Delta z}{\Delta x} \cdot x_2 + z_2 \right), \quad (10)$$

$$(\Delta x = (r_1 + r_2) \cdot \sin \alpha; \Delta y = (r_1 + r_2) \cdot \cos \alpha; \Delta z = h \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right); x_2 = r_2 \cdot \sin \alpha;$$

$$y_2 = r_2 \cdot \cos \alpha; z_2 = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot h).$$

Параметричні рівняння головної нормалі n і дотичної t до гелісі f_3 , що відповідає моменту u -

$$n_u: y = \frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right); z = x \cdot \operatorname{ctg} \alpha + \frac{h}{2},$$

$$t_u: y = -\operatorname{tg} \alpha \cdot x + r_3 \cdot \sin \operatorname{atg} \gamma + \frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right),$$

$$z = -\operatorname{tg} \alpha \cdot x + r_3 \cdot \sec \alpha + \frac{h}{2}, \text{ де } \operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{2\pi \cdot r_3 \cdot \cos \alpha}.$$

Координати точок перетину M_n і M_t прямих n і t з горизонтально-проєкціуючою площиною $\mu \supset s$ -

$$x_{M_n} = \frac{\Delta x}{\Delta y} \cdot \frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right), y_{M_n} = \frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right), z_{M_n} = \operatorname{ctg} \alpha \cdot x_{M_n} + \frac{h}{2},$$

$$x_{M_t} = \frac{r_3 \cdot \sin \operatorname{atg} \gamma + \frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right)}{\frac{\Delta y}{\Delta x} + \operatorname{tg} \gamma}, y_{M_t} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot x_{M_t}, z_{M_t} = -\operatorname{tg} \alpha \cdot x_{M_t}.$$

Параметричні рівняння лінії перерізу m , площин μ і $\tau \supset n, t$ -

$$y = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot x, \quad (11)$$

$$z = \frac{z_{M_n} - z_{M_t}}{x_{M_n} - x_{M_t}} \cdot x + \left(-\frac{z_{M_n} - z_{M_t}}{x_{M_n} - x_{M_t}} \cdot x_{M_n} + z_{M_n} \right). \quad (12)$$

Координати x_A і z_A вторинних проєкцій $^1A'$ і $^2A'$ точки A в момент u визначаються розв'язком системи рівнянь (10) і (12), а координата y_A - підстановкою значення x_A в рівняння (9).

Введемо в площині τ координатну систему $\eta\zeta$ так, що $\eta \equiv \pi; \zeta \equiv t$ і вер-

шина тригранника $T = \eta \cap \zeta$. Тоді первинна проєкція (на площині τ) A' точки A в момент u визначається координатами

$$\eta = \frac{x_T - x_D}{\sin \alpha}, \quad (13)$$

$$\zeta = \left\{ \left[\frac{x_A - x_D}{\cos \alpha} \right]^2 + \left[\frac{h}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right) - y_A \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (14)$$

$$\text{де } x_T = r_3 \cdot \sin \alpha, x_D = \left[(z_A + tg \alpha \cdot x_A) - \frac{h}{2} \right] \cdot (tg \alpha + ctg \alpha)^{-1}.$$

Епюр (рис. 2) ілюструє спірографічне відображення при наступних початкових умовах. Радіуси гвинтових траєкторій f_1 і f_2 прообразу A і центру проєкціювання P - $r_1 = a; r_2 = 3a$. Радіус гвинтової направляючої f_3 тригранника Френе $r_3 = 2a$. Траєкторії f_1 і f_2 співвісні ($V_1 = V_2; x = 0, y = 0$), траєкторія f_3 має вісь $V_3; x = 0, z = 0$.

Площина проєкцій π є стичною площиною тригранника. Режим руху канонічний (всі рухи рівномірні, швидкості всіх елементів проєкціювання рівні, рух одночасний). При відображенні, коли всі елементи здійснюють гвинтові рухи, проєкції траєкторії f_i неперіодичні і тому на епюрі вони подані на обмеженому інтервалі - $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$. Кожна із проєкцій гвинтової траєкторії f_i складається із трьох гілок з двома асимптотами, має одну точку перегину ($\alpha = 180^\circ$) і дві невластні точки при $\alpha = 98^\circ 30'$ і $\alpha = 261^\circ 30'$.

Для мікстографічних відображень також отримано і досліджено параметричні рівняння проєкцій траєкторій прообразу при складних видах руху, що необхідно для розширення практичного застосування даної роботи.

Різні сполучення рухів дають 24 види відображення:

1. $\gamma\rho$	7. $\rho\rho\gamma$	13. $\sigma\sigma\gamma$	19. $\gamma\rho\sigma$
2. $\gamma\gamma\sigma$	8. $\rho\rho\gamma$	14. $\sigma\sigma\rho$	20. $\gamma\sigma\rho$
3. $\gamma\rho\gamma$	9. $\rho\rho\rho$	15. $\sigma\gamma\sigma$	21. $\rho\gamma\sigma$
4. $\gamma\sigma\gamma$	10. $\rho\rho\rho$	16. $\sigma\rho\sigma$	22. $\rho\sigma\gamma$
5. $\rho\gamma\gamma$	11. $\gamma\rho\rho$	17. $\gamma\sigma\sigma$	23. $\sigma\gamma\rho$
6. $\sigma\gamma\gamma$	12. $\sigma\rho\rho$	18. $\rho\sigma\sigma$	24. $\sigma\rho\gamma$

З них суттєво відрізняються 16, так як взаємна зміна типів руху між прообразом та центром (наприклад, $\gamma\rho \rightarrow \rho\gamma$) дає тотожні результати.

В другій главі аналізуються нелінійні оператори кінематичних відображень лінійчатими конгруенціями 1-го, 2-го, 4-го порядку та комплексом 1-го порядку нульової кривини.

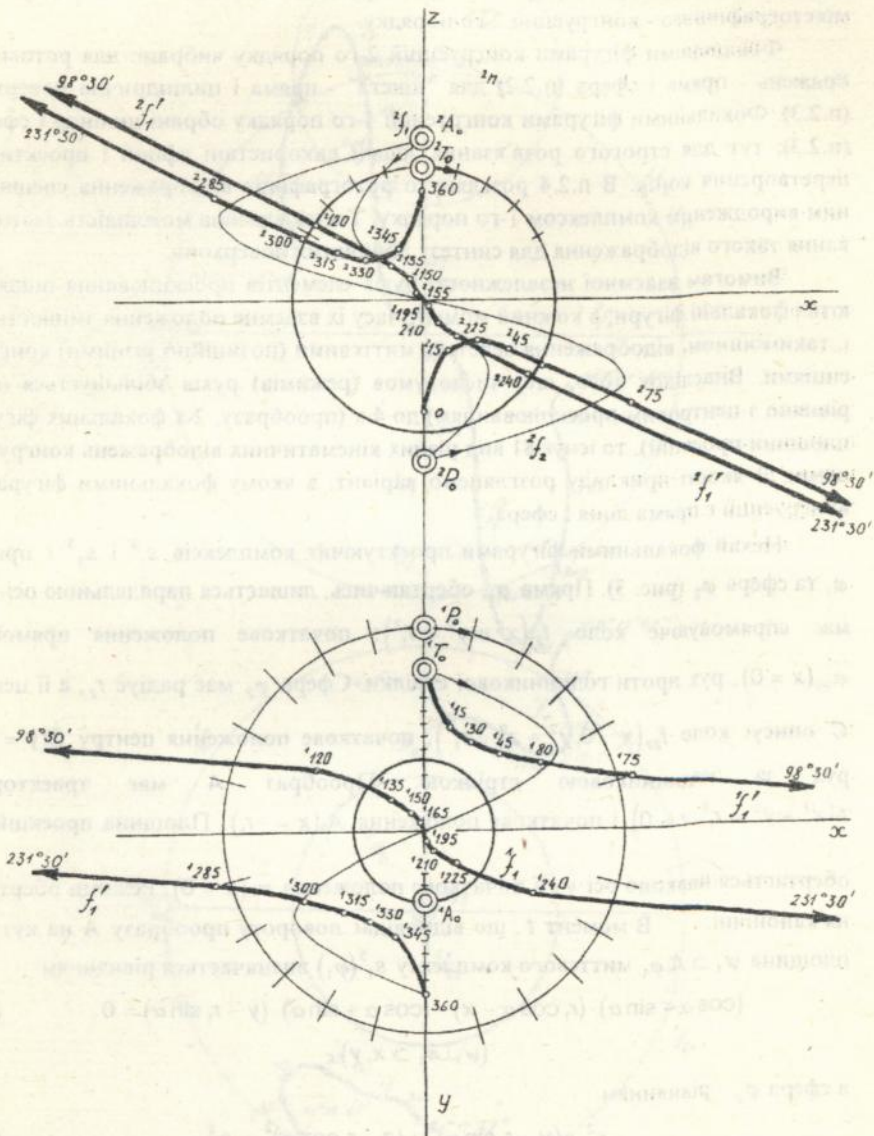


Рис. 2

Для грамографічного відображення використані конгруенції 1-го порядку і 1-го класу. Для ротографічного - конгруенції 1-го, 2-го, 4-го порядку, для мікстографічного - конгруенції 2-го порядку.

Фокальними фігурами конгруенції 2-го порядку вибрані: для ротовідображень - пряма і сфера (п.2.2) для "мікста" - пряма і циліндрична поверхня (п.2.3). Фокальними фігурами конгруенції 4-го порядку обрані циліндр і сфера (п.2.3); тут для строгого розв'язання задачі використані афінні і проєктивні перетворення конік. В п.2.4 розглянуто ротографічне відображення спеціальним виродженням комплексом 1-го порядку. Також вказана можливість застосування такого відображення для синтезу лінійчатих поверхонь.

Вимогам взаємної незалежності рухів елементів проєкціювання підлягають і фокальні фігури: в кожний момент часу їх взаємне положення змінюється, і, таким чином, відображення ведеться миттєвими (позиційно різними) конгруенціями. Внаслідок того, що, число умов (режимів) рухів збільшується (порівняно з центровим проєкціюванням) до 4-х (прообразу, 2-х фокальних фігур і площини проєкцій), то існує 81 вид різних кінематичних відображень конгруенціями. В якості прикладу розглянемо варіант, в якому фокальними фігурами конгруенції є пряма лінія і сфера.

Нехай фокальними фігурами проєктуючих комплексів s_1^3 і s_2^3 є пряма φ_1 та сфера φ_2 (рис. 3). Пряма φ_1 , обертаючись, лишається паралельною осі z і має спрямовуюче коло $f_{21}(x^2 + y^2 = r_1^2)$; початкове положення прямої - $\bar{\varphi}_{10}(x = 0)$, рух проти годинникової стрілки. Сфера φ_2 має радіус r_2 , а її центр C описує коло $f_{22}(x = 0, y^2 + z^2 = r_1^2)$, початкове положення центру $\bar{C}(y = 0)$, рух за годинниковою стрілкою. Прообраз A має траєкторію $f_1(x^2 + y^2 = r_1^2, z = 0)$ і початкове положення $A_0(x = -r_1)$. Площина проєкцій π обертається навколо осі y , її початкове положення $\bar{\pi}_0(x = 0)$. Режими обертання канонічні.

В момент t , що відповідає повороту прообразу A на кут α , площина $\psi_1 \supset A, \varphi_1$ миттєвого комплексу $s_1^3(\varphi_1)$ визначається рівнянням

$$(\cos \alpha - \sin \alpha) \cdot (r_1 \cos \alpha - x) - (\cos \alpha + \sin \alpha) \cdot (y - r_1 \sin \alpha) = 0, \quad (15)$$

$$(\psi_1 \perp \pi, \supset x, y),$$

а сфера φ_2 - рівнянням

$$x^2 + (y - r_1 \sin \alpha)^2 + (z - r_1 \cos \alpha)^2 = r_2^2. \quad (16)$$

Радіус

$$r_s = \frac{1}{2} \left((\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

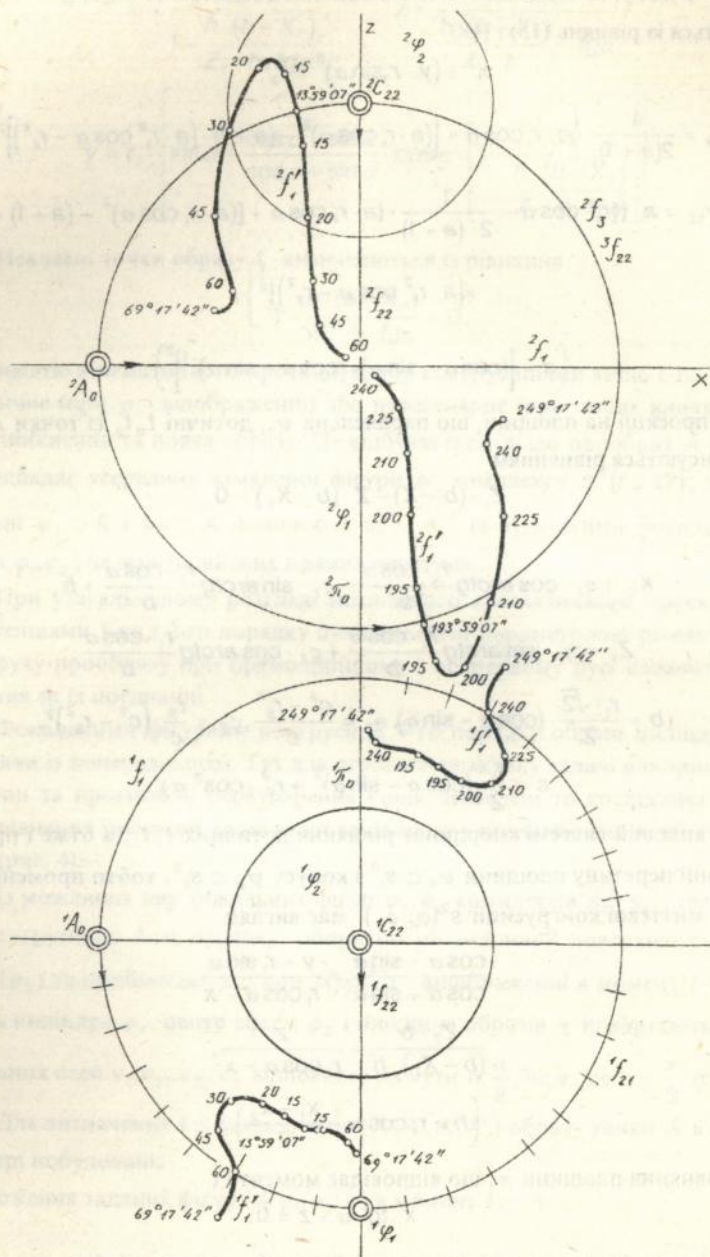


Рис. 3

кола $k = \psi_1 \cap \varphi_2$, визначається підстановкою в (17) коренів x_{12}, y_{12} системи, що складається із рівнянь (15) і (18)

$$x^2 + (y - r_1 \sin \alpha)^2 = r_2^2 \quad (18)$$

$$x_{12} = \frac{1}{2(a+1)} \cdot \left\{ a \cdot r_1 \cos \alpha + \left[(a \cdot r_1 \cos \alpha)^2 - (a+1) \cdot (a \cdot r_1^2 \cos \alpha - r_2^2) \right]^{\frac{1}{2}} \right\},$$

$$y_{12} = a \cdot \left\{ r_1 \cdot \cos \alpha - \frac{1}{2 \cdot (a+1)} \cdot \left\{ a \cdot r_1 \cos \alpha + \left[(a \cdot r_1 \cos \alpha)^2 - (a+1) \cdot \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. \times (a \cdot r_1^2 \cos \alpha - r_2^2) \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \right\},$$

$$\left(a = \left[(\cos \alpha - \sin \alpha) \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha) \right]^{-1} \right)^2.$$

В проекції на площині, що паралельна ψ_1 , дотичні t_1, t_2 із точки A до кола k описуються рівнянням

$$Z_T \cdot (b - X) - Z \cdot (b - X_T) = 0,$$

де

$$X_T = \eta_T \cdot \cos \arctg \frac{r_1 \cdot \cos \alpha}{b} - \zeta_T \cdot \sin \arctg \frac{r_1 \cdot \cos \alpha}{b} + b,$$

$$Z_T = \eta_T \cdot \sin \arctg \frac{r_1 \cdot \cos \alpha}{b} + \zeta_T \cdot \cos \arctg \frac{r_1 \cdot \cos \alpha}{b},$$

$$(b = \frac{r_1 \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot (\cos \alpha - \sin \alpha), \eta_T = \frac{c^2 - r_s^2}{c}, \zeta_T = \frac{r_s}{c} \cdot (c^2 - r_s^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$c = \frac{r_1}{2} \cdot (\cos \alpha - \sin \alpha)^2 + r_1^2 \cdot \cos^2 \alpha).$$

У вихідній системі координат рівняння дотичних t_1, t_2 , а отже і проекціюючих ліній перетину площини $\psi_1 \subset s_1^3$ і конусу $\psi_2 \subset s_2^3$, тобто променів $s_1 \equiv t_1$ і $s_2 \equiv t_2$ миттєвої конгруенції $s^2(\varphi_1, \varphi_2)$ має вигляд

$$\frac{\cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \sin \alpha} = \frac{y - r_1 \sin \alpha}{r_1 \cos \alpha - x}, \quad (19)$$

$$\frac{Z_T \cdot b}{(b - X_T) \cdot h} = \frac{z}{r_1 \cos \alpha - x}, \quad (20)$$

$$\left(h = r_1 \cos \alpha - \frac{x_1 + x_2}{2} \right).$$

Рівняння площини π , що відповідає моменту t

$$x \cdot \operatorname{tg}^{-1} \alpha + z = 0. \quad (21)$$

Шукані параметричні рівняння образу f'_1 траєкторії f_1 визначаються з рівнянь (19), (20), (21)

$$x = \frac{r_1 \cos \alpha}{1 - \frac{h \cdot (b - X_T)}{Z_T \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha}}, \quad z = \frac{r_1 \cos \alpha}{\frac{h \cdot (b - X_T)}{Z_T \cdot b} - \operatorname{tg} \alpha}$$

$$y = r_1 \cdot \left\{ \sin \alpha + \frac{\cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \sin \alpha} \cdot \cos \alpha \cdot \left[1 - \frac{1}{\frac{h \cdot (b - X_T)}{Z_T \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha}} \right] \right\}$$

Невласні точки образу f_1' визначаються із рівняння

$$1 - \frac{h \cdot (b - X_T)}{Z_T \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha} = 0.$$

Особливістю кінематичного проєкціювання конгруенціями вище 1-го порядку є періодичне (при ρ - відображенні) або нерегулярне (при інших видах відображень) зникнення та поява образу. Це відбувається, якщо прообраз A в процесі руху попадає усередину замкненої фігури φ_i комплексу s_i^3 ($i = 1, 2$), або якщо поверхні $\psi_1 \supset A$ і $\psi_2 \supset A$ комплексів s_1^3 і s_2^3 (з будь-якими фокальними фігурами φ_1, φ_2) не мають дійсних прямих перетину.

При узагальненому розгляді нелінійного кінематичного проєкціювання конгруенціями 1-го і 2-го порядку були виведені параметричні рівняння траєкторій руху прообразу при прямолінійному і обертовому русі елементів проєкціювання та їх поєднанні.

Фокальними фігурами конгруенції 4-го порядку обрані циліндр і сфера (виходячи із попереднього). Тут для строгого розв'язку задачі використовуються афінні та проєктивні перетворення конік. Виведені та досліджені параметричні рівняння проєкцій траєкторій прообразу і представлено відповідне креслення (рис. 4).

Із можливих пар фокальних фігур φ_1, φ_2 комплексів s_1^3, s_2^3 , що визначають конгруенцію 4-го порядку, обираємо циліндричну поверхню руху (φ_1) і сферу (φ_2) та приймаємо, що при $\rho(\rho\rho)^4 \rho$ - відображенні в момент t прообраз A , вісь циліндра φ_1 , центр сфери φ_2 і площина образів π повертаються навколо заданих осей v_1, v_{21}, v_{22}, v_3 відповідно на кути $\alpha, \frac{\alpha}{2}, 3\alpha, \alpha$, де $\alpha = \frac{\pi}{3}$ (рис. 4).

Для визначення 4-х компонентів (A', A', A', A') образу точки A в момент t на епюрі побудовані:

- 1) положення заданих фігур ($A, \varphi_1, \varphi_2, \pi$) в момент t ;
- 2) дві площини ψ_{21}, ψ_{22} миттєвого комплексу s_1^3 , що проходять через точку A і конус ψ_{22} миттєвого комплексу s_2^3 з вершиною в точці A ;

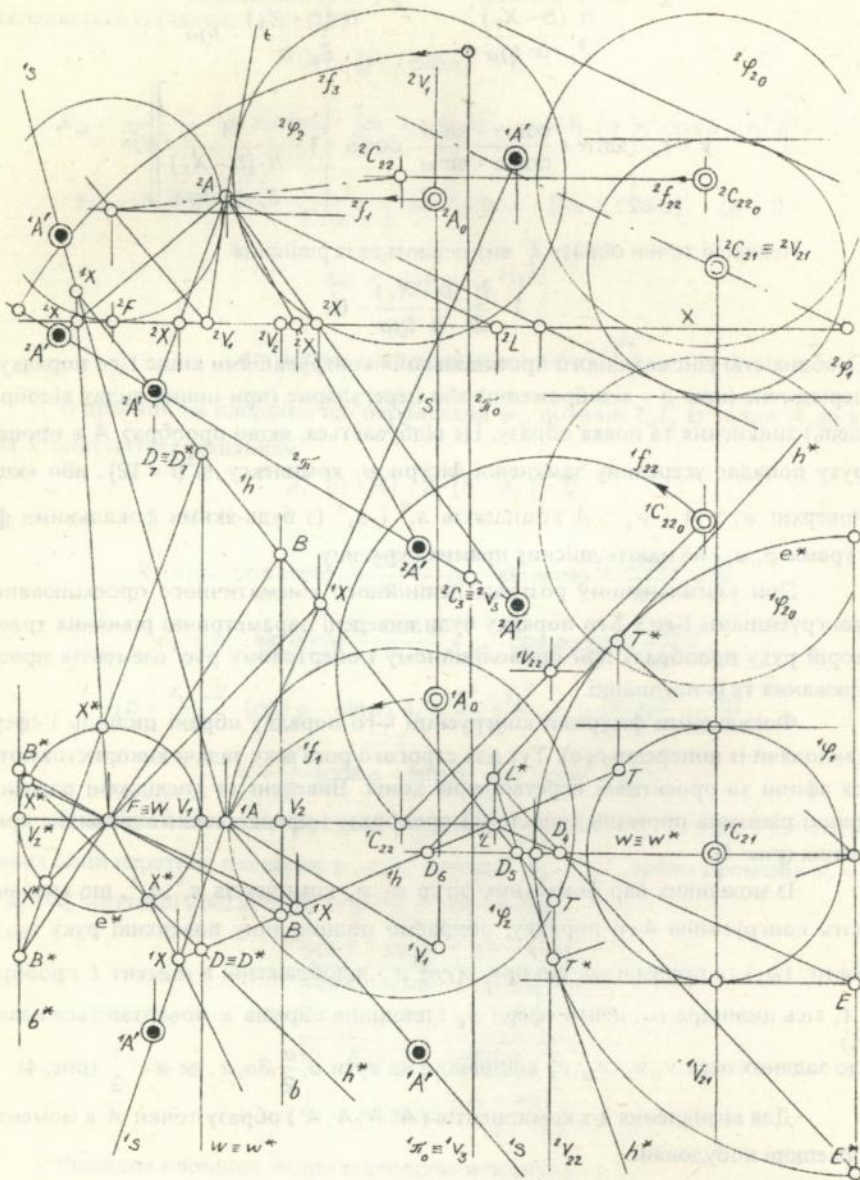


Рис. 4

3) лінії перетину (s, s, s, s) площин ψ_{21}, ψ_{22} з конусом ψ_{22} ;

4) проєкції (A', A', A', A') прообразу $A(A' = s \cap \pi)$.

Інші точки (X) кожного проєктуючого променя s визначені як точки перетину горизонтальних слідів площин ψ_{21}, ψ_{22} (прямі h, h дотичні до горизонтального сліду циліндра ψ_1) і горизонтального сліду конуса ψ_{22} .

Точки X, X, X, X знайдені шляхом афінного (для еліптичного сліду циліндра) і проєктивного (для гіперболічного сліду конуса) перетворень.

Символи перетворених фігур відмічені зірочкою (*), вершини гіперболічного сліду позначені V_1, V_2 , а один із фокусів - F . Фокус F знаходиться з допомогою сфери Данделена. При позначенні елементів, безпосередньо використаних для проєктивного перетворення, випущені (для спрощення) індекси горизонтальних проєкцій.

Зміст третьої глави - застосування методу кінематичних проєкційних відображень до розв'язання прикладних задач оптичної локації в плоско-сферовому ізотропному просторі, геодезичному (аеро)фотозніманні та інсоляції територій (приміщень) в аерозольному середовищі.

Зворотня (локаційна) задача кінематичного проєкційного відображення, як зазначено вище, полягає у визначенні положення прообразу A по його образу A' ,

$$F^{-1}: A' \subset \pi \rightarrow A \subset \Pi$$

в довільний момент часу t .

Очевидно, що для ін'єктивності локації необхідно мати два компоненти A'_1, A'_2 образу A' , отриманих проєктуванням прообразу A із двох центрів P_1, P_2 (лінійні відображення, глава 1), або із двох конгруенцій φ_1, φ_2 (нелінійні відображення, глава 2).

Строго графічне (циркульне) розв'язання задачі можливе в однорідному просторі, так як реалізується, в кінцевому рахунку, як перетин двох прямолінійних проєкціюючих променів s_1^0 і s_2^0 $A = s_1^0 \cap s_2^0$. Для строгого розв'язання в неоднорідному просторі необхідно, щоб хоча б один з двох проєкціюючих променів був кривою не вище другого порядку. В оптично-градієнтному середовищі необхідно, щоб інтеграл в рівнянні рефракції

$$\eta = \sigma \int (n^2(\zeta) - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} d\zeta$$

виражався через елементарні функції. Ці умови виконуються, якщо

$$n(\zeta) = \zeta^{\frac{1}{2m}}, n(\zeta) = \zeta^{\frac{1}{2m-1}}, n(\zeta) = \zeta^{-\frac{1}{2m}}, \text{ де } m = 1, 2, \dots$$

Прямолінійність променів в оптично однорідному середовищі дозволяє розв'язувати кінематичні локаційні задачі навіть в тому випадку, коли траєкторія одного із центрів проєктування не має градування (часових відміток).

Розв'язання локаційної задачі реалізовано в ізотропному плоско-сферовому просторі при $n(\zeta) = \zeta^2$ (параболічна рефракція).

Локаційна задача ставиться наступним чином. В оптично неоднорідному плоско-сферовому просторі з функцією $n = n(z)$ відомі траєкторії l_{P_1}, l_{P_2} і l_π точкових джерел світла P_1, P_2 і площини π , початкові положення P_0, P_0 і π_0 цих елементів та кінематичні умови їх взаємозалежних рухів. Потрібно визначити положення в просторі матеріальної точки A , що рухається, в деякий момент часу t , якщо відомі відповідні цьому моменту положення її тіней A'_1 (від P_1) і A'_2 (від P_2) на площині π .

Нехай в рівнянні рефракції для визначеності $n(\zeta) = \zeta^2$. В цьому випадку воно визначає двохпараметричну множину світлових параболічних променів

$$\eta = 2\sigma(\zeta - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} + C,$$

із якого джерело світла $P(\eta_P, \zeta_P)$ виділяє їх однопараметричну множину (параметр σ)

$$\eta - \eta_P = 2\sigma \left[(\zeta - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} - (\zeta_P - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} \right], \quad (22)$$

а разом з точкою $A'(\eta_A, \zeta_A)$ - дві параболи s_1^0, s_2^0 по рівнянню (22) при

$$\sigma_{12} = \frac{\Delta\eta}{2} \cdot \left\{ (\Delta\eta^2 + \Delta\zeta^2)^{-1} \cdot \left[(\zeta_A + \zeta_P) \pm (4\zeta_A\zeta_P - \Delta\eta^2)^{\frac{1}{2}} \right] \right\}^{\frac{1}{2}},$$

$$\Delta\eta = \eta_A - \eta_P, \Delta\zeta = \zeta_A - \zeta_P$$

(параметр σ_j дорівнює показнику заломлення в точці повного внутрішнього відбиття променя s_j). Нехай, також, у відображенні $F: A \rightarrow A'_1, A'_2$ яке визначається початковими умовами і режимами рухів, в момент t маємо $P_j(x_j, y_j, z_j), \pi(z = z_3), A'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$, де $j = 1, 2$.

Введемо до розгляду площини $\delta_j \subset P_j, A'_j(\delta_j || z)$. Визначимо із

$$(y'_j - y_j) \cdot (x_d - x_j) - (x'_j - x_j) \cdot (y_d - y_j) = 0$$

їх перетин $d(x_d, y_d)$, і в одній із площин (для визначеності - в δ_1) введемо координатну систему $\eta\zeta(\eta = \delta_1 \cap xy, \zeta = \delta_1 \cap xz)$. В результаті переходу до цієї системи отримуємо

$$\eta_{P_1} = \frac{(x'_1 - x_1) \cdot y_1}{(y'_1 - y_1) \cdot \cos \arctg \frac{y'_1 - y_1}{x'_1 - x_1}}, \zeta_{P_1} = z_1,$$

$$\eta_A = \frac{(x'_1 - x_1) \cdot \left(1 + \frac{y_1}{y'_1 - y_1}\right)}{\cos \arctg \frac{y'_1 - y_1}{x'_1 - x_1}}, \zeta_{A_1} = z_3,$$

$$\eta_d = \frac{(x_d - x_1) + \frac{(x'_1 - x_1)}{(y_1 - y'_1)}}{\cos \arctg \frac{y'_1 - y_1}{x'_1 - x_1}}.$$

Світловий параболічний промінь $s_1 \supset \delta_1(s_1 \subset P_1, A'_1)$

$$\eta - \eta_{P_1} = 2\sigma \cdot \left[(\zeta - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} - (\zeta_{P_1} - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} \right]$$

в перетині з прямою $d(\eta = \eta_d)$ визначає шукану точку A

$$\eta_A = \eta_d.$$

$$\zeta_A = \left[\frac{\eta_d - \eta_{P_1}}{2\sigma} + (\zeta_{P_1} - \sigma^2)^{\frac{1}{2}} \right]^2 + \sigma^2, \text{ де}$$

$$\sigma = \frac{\Delta\eta}{2} \cdot \left[\frac{(\zeta_{A'} + \zeta_{P_1}) \pm (4\zeta_{A'}\zeta_{P_1} - \Delta\eta^2)^{\frac{1}{2}}}{\Delta\eta^2 + \Delta\zeta^2} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Повертаючись до системи хуз , знаходимо $A(x_A, y_A, z_A)$.

На основі виведених рівнянь траєкторії руху прообразу розроблений алгоритм програмного розв'язання локаційної задачі в градієнтному просторі. Програма розрахунку координат прообразу за координатами образу і центру проєкціювання написана з використанням мови програмування Borland Paskal 7.0. Ілюстративні графіки побудовані за допомогою табличного процесора Supercalc 5.0.

Метод кінематичних відображень дають нам можливість знайти з високою точністю просторові координати точок панорамного знімання, відхилення розрахункових значень енергетичної освітленості в вакуумі від відповідних значень в аерозольному середовищі, а також і аналогічні лінійні відхилення, що є важливим для розв'язання технічних задач.

Детальний аналіз теорії панорамного знімання дозволяє зробити висновок: визначені елементи зовнішнього орієнтування панорамної камери не строго відповідають дійсним, що зумовлено наступним. По-перше, оскільки головна оптична вісь панорамної камери в процесі знімання змінює своє положення (обертається), то кут α є величиною умовної фіксації. По-друге, відхилення вертикальної осі обертання камери викликає наявність тілесного кута Ω , який відповідає сумісному впливу кутів ω і χ .

Для усунення похибки, тобто для безпосереднього визначення координат точок об'єкту, було застосовано лінійні оператори кінематичних проєкційних

відображень. Отримані рівняння (23, 24) дають реальну картину просторового положення об'єкту при відображенні панорамного знімку на площину та виконанні просторового орієнтування отриманої площини.

$$X = Y \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{f} + l \cdot \left(\cos \Omega + \frac{Z}{f} \sin \Omega \right) \quad (23)$$

$$Z = Y \cdot \frac{\alpha}{f} \cdot \sec \frac{\alpha}{f} + l \cdot \left(\cos \Omega + \frac{Z}{f} \sin \Omega \right), \quad (24)$$

де X, Y, Z - координати точок об'єкту на місцевості, x, z - координати точок об'єкту, виміряні на панорамному знімку, f - фокусна віддаль.

При моделюванні інсоляції в атмосфері без приземних і тропосферних аерозолів вплив рефракції не враховується в зв'язку з тим, що вона незначна. Показник заломлення повітря в приземних шарах і на невеликих інтервалах

$$n = 1 + \varepsilon = 1 + 2,9155 \cdot 10^{-9} H \left(1 + \frac{t}{273} \right)^{-1},$$

де H - тиск в Па, і, таким чином $\varepsilon \ll 1$.

Для значних інтервалів потрібно враховувати експоненційний закон зменшення густини атмосфери із висотою (барометрична формула Больцмана)

$$\rho(h) = \rho(0) \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right),$$

де $\rho(h)$ - густина повітря на висоті h , T - абсолютна температура повітря (прийнята однаковою на всіх висотах), g - прискорення вільного падіння, k - постійна Больцмана, m - маса молекули.

Але реальна картина інсоляції істотно змінюється, коли в атмосфері дисперсійовані аерозолі (океанічні, пустельні, континентальні та індустриальні). Моделювання інсоляції в таких середовищах без врахування рефракції приводить до відчутних відхилень від реальної фізичної картини. В третій главі представлений розрахунок відхилень енергетичної освітленості в вакуумі від відповідних значень в аерозольних середовищах та дано графічне визначення границі освітленості (термінатора) горизонтальної площини в просторі з функцією показника заломлення $n(z) = z^{-1}$.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі досліджені методи лінійного та нелінійного кінематичного відображення (як фрагменту єдиної теорії проєкційних відображень), застосованого до різних сполучень прямолінійного, обертового і гвинтового видів руху елементів відображення. При цьому отримані нові результати, що мають наукове та практичне значення:

1. Систематизовано сполучення різних типів одночасних та взаємозалежних рухів всіх елементів відображення (центру, фокальних фігур лінійчатих

комплексів та конгруенцій, прообразу і носія образів). В роботі розглянуті принципово різні сполучення із 108 (27 лінійних і 81 нелінійних), що дають різні варіанти сполучень прямолінійного, обертового та гвинтового видів руху.

2. Запропоновані лінійні та нелінійні оператори кінематичних проекційних відображень. Розглянуті кінематичні відображення променями лінійчатих комплексів і конгруенцій при незалежних рухах їх фокальних фігур.

3. Застосовані аналітичні та графічні методи для розв'язку кінематичних прямих та зворотніх задач проекційного характеру. Розв'язана локаційна задача визначення миттєвих положень прообразу по його образах в градієнтному плоско-шаровому просторі. Запропонована загальна методика розв'язання локаційних задач променевої оптики. Для розв'язання локаційних задач застосована комп'ютерна графіка.

4. Виведені функціональні залежності для визначення координат точок об'єкту при панорамному зніманні із застосуванням лінійних операторів кінематичного проекційного відображення.

5. При моделюванні інсоляції знайдені розрахункові значення фізичних параметрів в аерозольному середовищі. Застосування методів кінематичного проекціонування для розв'язання практичних питань є доцільним і дозволяє більш ефективно розв'язувати інженерні задачі.

6. Показана можливість нетрадиційного синтезу лінійчатих поверхонь: кінематичне відображення точки, що рухається, дає принципово новий спосіб синтезу лінійчатих поверхонь як впорядкованої множини образів цієї точки (прямих ліній) на рухомому плоскому носії проекцій.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в наступних роботах:

1. Калиновская О.П., Глоговский В.В., Пулькевич И.Г. К проблеме единой теории проекционных отображений //Прикл.геом.и инж.граф.- Вып.57 - 1994, с.45-50.

2. Пулькевич И.Г. Лінійні оператори кінематичних проекційних відображень //Пр. Льв. Міжнар. наук.-метод. конф. з геометричного моделювання, інж. та комп'ютерн. граф. - Л., 1994, с.35.

3. Калиновська О.П., Глоговський В.В., Пулькевич И.Г. Нелінійні оператори кінематичних проекційних відображень //Пр. Льв. Міжнар. наук.-метод. конф. з геометричного моделювання, інж. та комп'ют. граф. - Л., 1994, с.36.

4. Калиновська О.П., Глоговський В.В., Пулькевич И.Г. Локаційні задачі кінематичних проекційних відображень //Пр. Льв. Міжнар. наук.-метод. конф. з геометричного моделювання, інж. та комп'ют. граф.- Л., 1994, с.37.

5. Топчій В.І., Пулькевич И.Г., Шевчук А.О., Боговид Т.С. Кінематика нелінійних відображень //Пр. Льв. Міжнар. наук.- метод. конф. з геометричного моделювання, інж. та комп'ют. граф.- Л., 1994, с.38.

6. Пулькевич І.Г. Кінематичне косе проектування //Тр.Междунар. научн.-практ. конф. "Современные проблемы геометр. моделирования" - Мелітополь, 1995.

7. Калиновська О.П., Глоговський В.В., Пулькевич І.Г., Свіршова О.В. Оптична локація в градієнтному просторі //Тр. Междунар. научн.-практ. конф. "Современные проблемы геометр. моделирования" - Мелітополь, 1995, с.71-73.

8. Калиновская О., Пулькевич И. Применение кинематических линейных операторов в панорамной съёмке //Симп." Геодезия и геометрия в строительстве и инженерии" - Жешув, 1996, с.33-38.

9. Калиновська О.П., Смірнов Є.І., Гловтов В.В., Пулькевич І.Г. Визначення просторових координат точок панорамного знімання із застосуванням методів кінематичного проектування //Прикл. геом. и инж. граф.- Вып.59 - 1996,с.40-43.

10. Kalinovskaya O.P., Glogovski V.V., Svirshova O.V., Pulkevich I.G., Ostrovskaya E.A. Computer solutions for some N-dimentional descriptive geometry problems - Mat. IV Ogolnopolskiego sem. Geometria i computer - Wisla, 1995.

Пулькевич Инга Гариевна "Линейные и нелинейные операторы кинематических проекционных отображений в однородном и оптически градиентном пространстве".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.01.01. - "Прикладная геометрия, компьютерная графика, дизайн и эргономика". Киевский государственный технический университет строительства и архитектуры. Киев, 1996.

В диссертации рассмотрены методы кинематического линейного и нелинейного отображения. В опубликованных исследованиях кинематика рассматривается выборочно (виды движений элементов отображения) и ограниченно (число движений отображения). В данной работе систематизированы сочетания различных типов одновременных и независимых движений всех элементов отображения (центра, фокальных фигур линейчатых комплексов и конгруэнций, прообраза и носителя образов). Рассмотрены принципиально различные варианты из 108 (27 линейных и 81 нелинейных) сочетаний прямолинейного, вращательного и винтового видов движений.

Решена локационная задача определения мгновенных положений прообраза по его образу в оптически неоднородном плоско-слоистом пространстве. Предложена общая методика решения локационных задач лучевой оптики. Выведены функциональные зависимости для определения координат точек объекта при панорамной съёмке с помощью линейных операторов кинематического проекционного отображения. При моделировании инсоляции найдены расчетные значения физических параметров в аэрозольной среде. Рассмотрен

вопрос синтеза поверхностей на основе кинематических проекционных отображений лучами мгновенных конгруэнций.

Pulkevich Inga Garievna. Linear and non-linear operators of kinematics projection mapping in homogeneous and optically gradientious space.

The thesis for acquiring the scientific degree of candidate of technical sciences in the speciality: 05.01.01 - Applied geometry, computer graphics, design and ergonomics, Kiev State Technical University of Construction and Architecture, Kiev, 1996.

In the dissertation methods of kinematics linear and non-linear mapping are being considered. The published results of the investigation demonstrate that kinematics is considered selectively (types of mapping elements motion) and with some restriction (number of mapping motions). The combinations of various types of simultaneous and independent motions of all the mapping elements (central point, focal figures of linear complexes and congruentions, inverse image and image medium) are systematised and classified in this scientific work. The author examined the principally different variants out of 108 combinations of rectilinear, rotary and helical motion.

The location problem of determination of inverse image momentary position by its image in optically in homogeneous planely-laminative space is being solved. The research contains proposition on the general methods of ray optics location problems solution. The author deduced functional dependence for establishing the position of the object in case of panning survey by means of kinematics projection mapping linear operators. While simulation of insolation computing values of physical properties in aerosol atmosphere were found. The scientific investigations also includes consideration of the problem of surface synthesis on the basis of kinematics projection mappings by means of momentary congruention rays.

Підп. до друку 20.09.96. Формат 60x84¹/16
 Папір друк. № 2. Офс. друк. Умов. друк. арк. 1,5
 Умов. фарб.-відб. 1,5. Умовно-видав. арк. 1,37
 Тираж 100 прим. Зам. 450. Безплатно

ДУЛП 290646 Львів-ІЗ, Ст.Бандери, 12

Дільниця оперативного друку ДУЛП
 Львів, вул. Городоцька, 286