

ՌԵԼԻԵՖԱՅԻՆ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ ՄՈՂԵԼԱԿՈՐՄԱՆ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ ԿՈԼՅԱ

*Տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր,
ՀԱՊՀ «Ճարտարագիտական գրաֆիկա» ամբիոնի դասախոս*
Էլփոստ՝ kolia95@mail.ru

ԲԱԿՈՒՆՑ ՄԱՐԻՆԵ

*Ասպիրանտ,
ՀԱՊՀ «Ճարտարագիտական գրաֆիկա» ամբիոնի դասախոս*
Էլփոստ՝ marinka-bakunts@mail.ru

**Օբյեկտների ռելիեֆային (ծավալային) պատկերների մոդելավորման
խնդիրն ունի գործնական նշանակություն, և այն արդիական է: Կիրառվում է
արվեստի տարբեր բնագավառներում՝ կերպարվեստում, ոսկերչության,
ճարտարապետության մեջ:**

**Դիտարկվում են առաջարկվող մեթոդի տեսական հիմնահարցերը,
տարածության պրոյեկտիվ ձևափոխության, փոխմիարժեքության նախա-
պայմանները:**

Քանալի բառեր՝ գրաֆիկական եռաչափ մոդել, բնօրինակ, պրոյեկտիվ
արտապատկերում, ձևափոխություն, կոլինեացիա, ռելիեֆային պատկեր, բարե-
լիեֆներ, գորելիեֆներ:

Խնդիրն արդիական է այն իմաստով, որ ռելիեֆային պատկերների
համակարգչային երկրաչափական մոդելի առկայությունը թույլ կտա ավտո-
մատացնելու ռելիեֆային պատկերներ պարունակող դետալների նախա-
գծումն ու արտադրությունը: Այսպիսի համակարգի առկայությունը առավել
ևս կարևոր է, եթե հաշվի առնենք, որ նույնիսկ եթե պատրաստողին (օրի-
նակ՝ քանդակագործին) հայտնի են ռելիեֆային պատկերների կառուցման
ճշգրիտ երկրաչափական օրինաչափությունները, միևնույն է, շատ դժվար է,
նույնիսկ անհնար՝ վերարտադրելու դրանք, քանի որ կերպարը կառուցվում
է տարածության մեջ, որտեղ հնարավոր չէ իրականացնել որևէ իրական
երկրաչափական կառուցումներ:

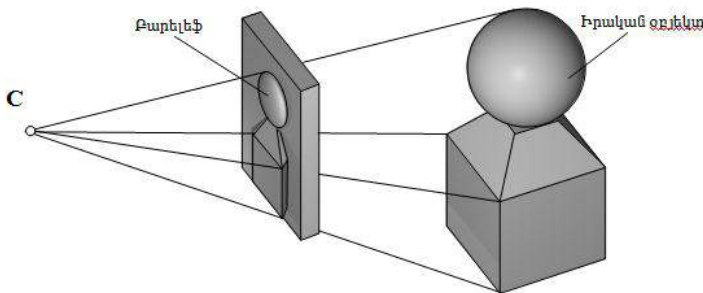
Օբյեկտի ռեյինֆային պատկերների գրաֆիկական մոդելի կառուցման առաջարկվող մեթոդը կարող է որպես հիմք ծառայել բարելիեֆների, գորելիեֆների և նմանատիպ ռեյինֆային պատկերներ պարունակող առարկաների ավտոմատացված արտադրություն կազմակերպելու համար:

Դիտարկենք առաջարկվող մեթոդի տեսության հիմնադրույթները:

Կենտրոնական պրոյեկտման մեթոդով հարթ հեռանկարի կառուցման համար ներկայումս գոյություն ունեն զանազան կիրառական ծրագրեր, որոնք ընդգրկված են համակարգչային եռաչափ (3D) գրաֆիկական համակարգերում (օրինակ՝ AutoCAD, 3D MAX և այլն) և հաջողությամբ կիրառվում են տարբեր բնույթի (դիզայներական, ճարտարապետական) ավտոմատացված նախագծման համակարգերում (ԱՆՀ): Սակայն գոյություն ունի մարդկային ստեղծագործ աշխատանքի մի բնագավառ, որտեղ պահանջվում է ստեղծել եռաչափ իրականության ծավալային (ռեյինֆային), ոչ հարթ կերպարը՝ այն տեղավորելով սահմանափակ տարածության մեջ: Իբրև օրինակ կարող է ծառայել բարելիեֆների և գորելիեֆների ստեղծման գործընթացը:

Ինչպես հայտնի է, բարելիեֆը իրական օբյեկտի այնպիսի ռեյինֆային (ոռուցիկ) կերպարն է (քանդակը), որը կառուցվում է հետին պլանի (ֆոն) հարթությունից դուրս՝ իր ծավալի կեսից ոչ ավելի ծավալին համապատասխան: Իսկ գորելիեֆներում բնօրինակն արտապատկերվում է այնպես, որ նրա կերպարը պատկերվում է նույնպես հետին պլանի հարթությունից դուրս, սակայն իր ծավալի կեսից բավականին ավելի ծավալին համապատասխան:

Ստորև պատկերված է իրական օբյեկտի բարելիեֆային պատկերը, որի կառուցման ամենակարևոր նախապայմանն այն է, որ C կետում տեղավորված դիտողի աչքում այդ պատկերը պետք է ստեղծի նույն տպավորությունը, ինչ որ իրական օբյեկտը:

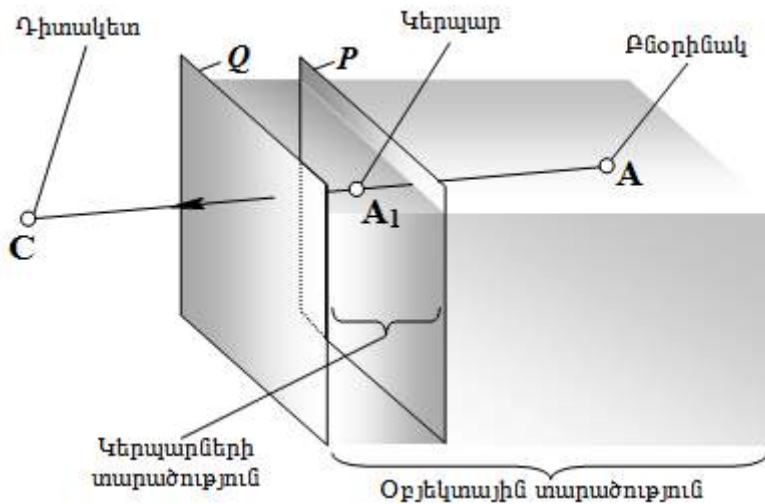


Տարածության այսպիսի արտապատկերումը կարելի է կիրառել նաև թատերական, ինչպես նաև կինոնկարահանումների համար նախատեսված դեկորացիաների նախագծման ժամանակ:

Բացի դրանից՝ ներկայումս հիմնականում կիրառվում են այնպիսի արտապատկերման սարքեր, որոնք սինթեզում են գրաֆիկական պատկերներ հարթության վրա՝ համակարգչի էկրանին կամ թղթի վրա:

Այսպիսի արտապատկերման միջոցով կարելի է ստանալ բնօրինակի այնպիսի ռելիեֆային պատկեր, որը նախօրոք ընտրված կետում գտնվող դիտողի մոտ թողնում է նույն տպավորությունը, ինչ որ բնօրինակը: Բնօրինակի այսպիսի պատկերը (ծավալային պատկերը) կոչվում է ռելիեֆային պատկեր:

Ռելիեֆային հեռանկարի կառուցման համար անհրաժեշտ է տարածության մեջ առաջադրել P և Q զուգահեռ հարթությունները և C դիտակետը:



Կամայական բնօրինակ օբյեկտը տեղավորվում է Q հարթությունից աջ դասավորված կիսատարածության (օբյեկտային տարածության) մեջ, իսկ նրա կերպարը (ռելիեֆային պատկերը) պետք է դասավորվի P և Q հարթություններով սահմանափակված տարածության (կերպարների տարածության) նեղ շերտի մեջ: Կառուցումն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է ունենալ այն օրենքը (կանոնը), որը կապ է հաստատում բնօրինակի կետերի (A) և նրա կերպարի համապատասխան կետերի (A_1) միջև:

Այսպիսով անհրաժեշտ է ունենալ տարածության այն երկրաչափական ձևափոխությունը, որը փոխմիարժեք համապատասխանություն է հաստատում օբյեկտային տարածության և կերպարների տարածության կետերի միջև (օբյեկտային ողջ տարածությունն արտապատկերում է P և Q հարթություններով սահմանափակված կերպարների տարածության վրա):

Տարածության ձևափոխությունը երկրաչափական մոդելավորման հիմնական մեթոդն է: Մոդելավորման համար կիրառվող ձևափոխության բնույթից և առանձնահատկություններից են կախված ստեղծված մոդելի հիմնական հատկությունները:

Տարածության ձևափոխություն է կոչվում այն օրենքը, կանոնը (կամ ֆունկցիան), որի համաձայն համապատասխանություն է ստեղծվում այդ նույն տարածության տարբեր կետերի միջև: Եթե տարածության մեջ հաստատված է մի որևէ ձևափոխություն, ապա այդ տարածության ցանկացած օբյեկտ (կետերի բազմություն) կունենա իր համապատասխան օբյեկտը (կերպարը կամ մոդելը): Ձևափոխության ժամանակ օբյեկտի որոշ հատկություններ կերպարի մոտ պահպանվում են, իսկ շատ հատկություններ էլ փոփոխվում են:

Օբյեկտի այն հատկությունները, որոնք ձևափոխության ժամանակ մնում են անփոփոխ, կոչվում են տվյալ ձևափոխության ինվարիանտ հատկություններ: Գործնականում մոդելավորման գործընթացը կարելի է սկսել ցանկալի ինվարիանտների ընտրությամբ, եթե դրանց հիման վրա հնարավոր է սինթեզել օրինաչափ համապատասխանություն օբյեկտի և նրա ենթադրվող կերպարի միջև:

Ընդհանրապես եռաչափ տարածության կետերի բազմության այս կամ այն ձևափոխությունը սևեռված դեկարտյան կոորդինատային համակարգի պայմաններում կարելի է առաջադրել

$$x_1 = \varphi(x, y, z)$$

$$y_1 = \psi(x, y, z)$$

$$z_1 = \xi(x, y, z)$$

հավասարումների համակարգի օգնությամբ, որտեղ x, y, z կոորդինատներով նկարվում է կետ-բնօրինակը, իսկ x_1, y_1, z_1 կոորդինատներով՝ նրան համապատասխանող կերպարը:

Մեր առջև դրված խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ ձևափոխությունը պետք է բավարարի հետևյալ պայմաններին՝

ա) Օբյեկտային տարածության անսահման հեռու կետերը (անիսկական կետերը) պետք է համապատասխանության մեջ դրվեն կերպարների տարածության սովորական (վերջավոր) կետերի հետ: Ավելի ճշգրիտ, այդ անիսկական կետերի կերպարները պետք է դասավորվեն կերպարների տարածության սահմանը հադիսացող P հարթության վրա:

բ) Ձևափոխության ժամանակ պետք է պահպանվի բնօրինակ օբյեկտի անընդհատությունը և ուղղագծությունը: Այսինքն՝ օբյեկտի ուղղագծային հատվածները ձևափոխությունից հետո պետք է մնան ուղղագծային, քանի որ օբյեկտի անընդհատ և ուղղագծային մասերը մարդու տեսողական օրգանների կողմից ընկալվում են նույնպես անընդհատ և ուղղագծային: Սա նշանակում է, որ ռելիեֆային պատկերների ստացման համար կիրառելի երկրաչափական ձևափոխության ինվարիանտ հատկությունները պետք է լինեն անընդհատությունն ու ուղղագծությունը:

Ինչպես հայտնի է երկրաչափությունից, այս երկու պայմաններին բավարարող ձևափոխությունը տարածության պրոյեկտիվ ձևափոխությունն է (կոլինեացիա), որն ընդհանուր դեպքում դեկարտյան կոորդինատների միջոցով առաջադրվում է հետևյալ հավասարումներով՝

$$\frac{a_1x + b_1y + c_1z + d_1}{a_4x + b_4y + c_4z + d_4}$$

$$\frac{a_2x + b_2y + c_2z + d_2}{a_4x + b_4y + c_4z + d_4}$$

$$\frac{a_3x + b_3y + c_3z + d_3}{a_4x + b_4y + c_4z + d_4}$$

Այս ձևափոխությունն ավելի հարմար է ուսումնասիրել համասեռ՝ x, y, z, u կոորդինատների օգնությամբ, որտեղ՝

$$x = \frac{x}{u}, y = \frac{y}{u}, z = \frac{z}{u}:$$

Պրոյեկտիվ ձևափոխությունը համասեռ կոորդինատներով որոշվում է հետևյալ գծային հավասարումների համակարգի օգնությամբ՝

$$x_1 = a_1x + b_1y + c_1z + d_1u$$

$$\begin{aligned}
 y_1 &= a_2x + b_2y + c_2z + d_2u \\
 z_1 &= a_3x + b_3y + c_3z + d_3u \\
 u_1 &= a_4x + b_4y + c_4z + d_4u
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

որի որոշիչն է՝

$$\begin{vmatrix}
 \mathbf{a}_1 & \mathbf{b}_1 & \mathbf{c}_1 & \mathbf{d}_1 \\
 \mathbf{a}_2 & \mathbf{b}_2 & \mathbf{c}_2 & \mathbf{d}_2 \\
 \mathbf{a}_3 & \mathbf{b}_3 & \mathbf{c}_3 & \mathbf{d}_3 \\
 \mathbf{a}_4 & \mathbf{b}_4 & \mathbf{c}_4 & \mathbf{d}_4
 \end{vmatrix}$$

Տարածության մեջ պրոյեկտիվ ձևափոխությունը կլինի փոխմիարժեք, այսինքն՝ տարածության յուրաքանչյուր կետը համապատասխանության մեջ կդրվի խիստ որոշակի և միակ կետի հետ, եթե $\Delta \neq 0$: Այս դեպքում կպահպանվի նաև երկրաչափական ֆիզուրների անընդհատությունը: Տարածության ուղիղներին կհամապատասխանեն ուղիղներ, հարթություններին՝ հարթություններ, իսկ տարածության անսահման հեռու կետերի բազմությունը (անիսկական հարթությունը) համապատասխանության մեջ կդրվի մեկ սովորական հարթությանը պատկանող կետերի բազմության հետ:

$\Delta = 0$ դեպքում ստացվում է ձևափոխության այն մասնավոր տարբերակը, երբ (3) հավասարումների միջոցով իրականացվում է ողջ եռաչափ տարածության արտապատկերումը մեկ հարթության վրա, այսինքն՝ իրականացվում է կենտրոնական պրոյեկտման մեթոդը, որի օգնությամբ կառուցվում է սովորական հարթ հեռանկարը:

Ռելիեֆային պատկերների ստացման համար անհրաժեշտ է, որպեսզի $\Delta \neq 0$, տարածությունն այստեղ չի արտապատկերվում հարթության վրա, այլ միայն «սեղմվում» է տարածության սահմանափակ նեղ շերտի մեջ: Սակայն այս դեպքում պետք է տեղի ունենա ևս մեկ պայման՝ կախված այն հանգամանքից, որ օբյեկտը և նրա կերպարը դեպի տարածության մեջ որոշակի դիրքով սևեղված դիտակետ պետք է ուղարկեն միևնույն ճառագայթները (լույսի): Սա բխում է նրանից, որ ռելիեֆային հեռանկարը դիտողի մոտ պետք է թողնի նույն տպավորությունը, ինչ որ բնօրինակը: Հետևաբար տարածության յուրաքանչյուր կետը և նրա կերպարը միշտ պետք է դասավորվեն դիտակետով անցնող այս կամ այն ճառագայթի վրա:

Եթե դեկարտյան կոորդինատների սկզբնակետը համատեղենք պահանջվող դիտակետի հետ, ապա վերոհիշյալ պայմանը կարտահայտվի հետևյալ հավասարումներով՝

$$x_1 : y_1 : z_1 = x : y : z \quad (4)$$

Այսպիսով, ռելիեֆային պատկերի կառուցման գործընթացը կարելի է իրականացնել տարածության այնպիսի պրոյեկտիվ ձևափոխության միջոցով, որի $\Delta \neq 0$, և տեղի ունի (4) պայմանը:

Եզրակացություն

Այսպիսով, համակարգչային եռաչափ գրաֆիկայի ժամանակակից ձեռքբերումները հնարավորություն են տալիս մշակելու իրական օբյեկտի ոչ միայն հարթ, այլև ռելիեֆային մոդելավորման համակարգչային տեխնոլոգիա, որը ավտոմատացված նախագծման համակարգերի գրաֆիկական ենթահամակարգերում բացակայում է:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. Согомонян К. А., Линейно-конструктивные методы формообразования (геометрическое моделирование), Ереван: Айастан, 1990, 214 с.
2. Глаголев Н. А., Проективная геометрия, М., Высшая школа, 1963, 268с.
3. Джапаридзе И. С., Конструктивные отображения проективных преобразований пространства, Тбилиси, Изд. ГПИ, 1964, 327 с.
4. Берже М., Геометрия: Пер. с франц., М., Мир, 1984, Т. 1, 560 с.
5. Берже М., Геометрия: Пер. с франц., М., Мир, 1984, Т. 2, 368 с.
6. Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т., Современная геометрия: Методы и приложения, М., Главная редакция физико-математической литературы, 1979, 760 с.
7. Роджерс Д., Адамс Дж., Математические основы машинной графики, М., Мир, 2001, 604с.
8. Ефимов Н. В., Высшая геометрия, ФизМатЛит, 2003, 560с.
9. Ефимов Н. В., Линейная алгебра и многомерная геометрия, ФизМатЛит, 2005, 450с.
10. Бубнова А. А., Проективная геометрия, Ялта, РИОГПА, 2016, 84с.
11. Рудольф Штайнер, Многомерное пространство, М., Тимурель, 2010, 128с.
12. Гусева Н. И., и др. Геометрия, Т2, М., Академия, 2013.

-
13. Букушева А. В., О проективных преобразованиях продолженных субримановых структур, Саратов, нац. Гос. Университет им. Чернышевского, 2018, ст. 12-14.
 14. Есин В. А., Проективная геометрия, Белгород, БелТУ, 1998.

DEVELOPMENT OF RELIEF IMAGE MODELING SOFTWARE SYSTEM

SOGHOMONYAN KOLYA

DScTech. prof.

Lecturer at the Chair of Engineering Graphics, NPUA

e-mail: kolia95@mail.ru

BAKUNTS MARINE

Postgraduate student

Lecturer at the Chair of Engineering Graphics, NPUA

e-mail: marinka-bakunts@mail.ru

The problem of modeling relief (dimensional) images of objects is of practical importance and is very topical. It is used in various fields of art: fine arts, jewelry, architecture.

The theoretical problems of the proposed method, the preconditions for the projective change of space and mutual equivalence are considered.

Key words: *Graphic three-dimensional model, original, projective representation, change of motion, collineation, relief image, reliefs.*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

СОГОМОНЯН КОЛЯ

*Кандидат технических наук, профессор,
Преподаватель кафедры инженерной графики НПУА*
электронная почта: kolia95@mail.ru

БАКУНЦ МАРИНЕ

*Аспирант
Преподаватель кафедры инженерной графики НПУА*
электронная почта: marinka-bakunts@mail.ru

Проблема моделирования рельефных (объемных) изображений предметов имеет практическое значение, она актуальна. Его используют в различных областях искусства: изобразительном искусстве, ювелирном деле, архитектуре.

Рассмотрены теоретические вопросы предлагаемого метода, предпосылки проективного изменения пространства, взаимной эквивалентности.

Ключевые слова: *Графическая трехмерная модель, оригинал, проекционное изображение, изменение движения, коллинеация, рельефное изображение, рельефы.*

Հոդվածը ներկայացվել է խմբագրական խորհուրդ 15.08.2021թ.:

Հոդվածը գրախոսվել է 05.11.2021թ.: