

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 2, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 2

JUNE, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 2 JUNE, 2026

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Computer modeling of geometric patterns based on fractal models

N.T. Khujakulov¹ 

¹ Karshi state technical university, Karshi, Uzbekistan

Abstract: The issues of implementing fractal-geometric models and generation algorithms in a computer environment are considered. The main goal of the chapter is to digitally construct, visualize, parametrically control geometric patterns in Islamic architecture based on fractal models and evaluate their practical effectiveness. The computer modeling environment, software tools, and selected technological platforms are presented. Then, the implementation of the developed FGDM-hybrid model, algorithms based on IFS, L-system, and R-functions in the Python programming language is covered. In the modeling process, the stages of constructing basic geometric shapes, applying transformations, iterative generation, parametric control, and graphical representation of results are sequentially analyzed. It tests the practical performance of the theoretical model. Geometric patterns generated based on different parameters are compared, their level of complexity, symmetrical properties, and fractal structure are evaluated. Also, the modeling results are analyzed in comparison with real ornaments in Islamic architecture, and the adequacy and practical applicability of the proposed model are shown.

Keywords: FGDM-hybrid model, L-systems, IFS, R-functions, radial-affine transformations, implicit shapes, NumPy, Matplotlib, SymPy, Shapely

Geometrik naqshlarni fraktal modellar asosida kompyuter modellashtrish

Xujakulov N.T.¹ 

¹ Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya: Fraktal-geometrik modellar va generatsiya algoritmlarini kompyuter muhitida realizatsiya qilish masalalari ko'rib chiqiladi. Bobning asosiy maqsadi Islom me'morchiligidagi geometrik naqshlarni fraktal modellar asosida raqamli shaklda qurish, vizuallashtirish, parametrik boshqarish va ularning amaliy samaradorligini baholashdan iborat. Kompyuter modellashtrish muhiti, dasturiy vositalar va tanlangan texnologik platformalar asoslanadi. Shundan so'ng ishlab chiqilgan FGDM-gibrid model, IFS, L-tizim va R-funksiyalar asosidagi algoritmlarning Python dasturlash tilida realizatsiyasi yoritiladi. Modellashtrish jarayonida bazaviy geometrik shakllarni qurish, transformatsiyalarni qo'llash, iteratsion generatsiya, parametrik boshqaruv va natijalarni grafik tasvirlash bosqichlari ketma-ket tahlil qilinadi. Unda nazariy modelning amaliy ishlashi sinovdan o'tkaziladi. Turli parametrlar asosida hosil qilingan geometrik naqshlar o'zaro taqqoslanadi, ularning murakkablik darajasi, simmetrik xususiyatlari va fraktal tuzilishi baholanadi. Shuningdek, modellashtrish natijalari Islom me'morchiligidagi real ornamentlar bilan qiyosiy tahlil qilinib, taklif etilgan modelning adekvatligi va amaliy qo'llash imkoniyati ko'rsatib beriladi.

Kalit so'zlar: FGDM-gibrid model, L-tizimlar, IFS, R-funksiyalar, radial-affin transformatsiyalar, implicit shakllar, NumPy, Matplotlib, SymPy, Shapely

1. Kirish

Kompyuter modellashtrish muhiti, dasturiy vositalar va tanlangan texnologik platformalar asoslanadi. Shundan so'ng ishlab chiqilgan FGDM-gibrid model, IFS, L-tizim va R-funksiyalar asosidagi algoritmlarning Python dasturlash tilida realizatsiyasi yoritiladi. Modellashtrish jarayonida bazaviy geometrik shakllarni qurish, transformatsiyalarni qo'llash, iteratsion generatsiya, parametrik boshqaruv va natijalarni grafik tasvirlash bosqichlari ketma-ket tahlil qilinadi.

Fraktal modellar asosida kompyuter modellashtrishning afzalliklari, cheklovlari hamda ushbu yondashuvni me'moriy bezaklarni raqamli rekonstruksiya qilish, dizayn,

ta'lim va ilmiy vizualizatsiya sohalarida qo'llash istiqbollari umumlashtiriladi.

Geometrik naqshlarni kompyuterda modellashtrish zamonaviy kompyuter grafikasi, hisoblash geometriyasi va algoritmik tasvirlash texnologiyalarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, Islom me'morchiligidagi murakkab ornamentlarni raqamli muhitda qayta tiklash, tahlil qilish va yangi kompozitsiyalarni generatsiya qilishda kompyuter modellashtrish texnologiyalari katta ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Bunday naqshlar ko'pincha simmetriya, takrorlanish, ierarxik tuzilish va parametrik bog'lanishlarga asoslangan bo'lgani sababli, ularni kompyuter vositalari yordamida ifodalash va boshqarish an'anaviy qo'lda chizishga nisbatan ancha samarali hisoblanadi.

 <https://orcid.org/0009-0007-5913-8302>



2. Tadqiqot metodologiyasi

Kompyuter modellashtirish texnologiyalarining asosiy afzalligi shundaki, ular geometrik shakllarni faqat tasvirlash bilan cheklanmay, balki ularning matematik modelini yaratish, parametrlarini boshqarish, turli transformatsiyalarni qo'llash va yakuniy natijani yuqori aniqlikda vizuallashtirish imkonini beradi. (1-rasm).

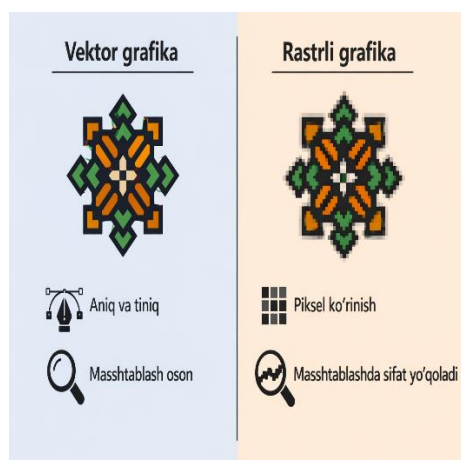


1-rasm. Geometrik naqshlarni kompyuter modellashtirish texnologiyalarining umumiy sxemasi

Bu jihat ayniqsa fraktal xususiyatlarga ega naqshlarni modellashtirishda muhimdir, chunki bunday strukturalar ko'p bosqichli iteratsiya, rekursiya va o'ziga o'xshashlik asosida shakllanadi.

Kompyuter grafikasi texnologiyalarining umumiy imkoniyatlari.

Geometrik naqshlarni modellashtirishda kompyuter grafikasi ikki asosiy yo'nalishda namoyon bo'ladi: rastr grafika va vektor grafika (2-rasm). Rastr grafika tayyor tasvirlarni piksel asosida qayta ishlashga qulay bo'lsa, vektor grafika geometrik obyektlarni matematik primitivlar — nuqta, chiziq, egri chiziq, ko'pburchak va sirtlar asosida ifodalash imkonini beradi. Islomiy geometrik naqshlar uchun aynan vektorli yondashuv muhim hisoblanadi, chunki u simmetrik shakllarni cheksiz kattalashtirishda ham sifatini yo'qotmaydi va parametrik boshqaruvni qo'llab-quvvatlaydi.



2-rasm. Rastr grafika va vektor grafika tahlili

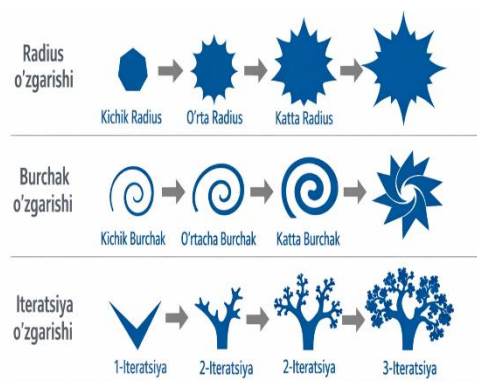
Geometrik naqshlarni kompyuterda qurishda quyidagi amallar asosiy rol o'ynaydi:

- Koordinatalarni hisoblash;
- Geometrik transformatsiyalarni qo'llash;
- Ko'pburchak va egri chiziqlarni qurish;
- Kompozitsion elementlarni takrorlash;
- Qatlamli struktura hosil qilish;
- Natijani vizualizatsiya qilish va eksport qilish.

Bu amallar ko'pincha chiziqli algebra, analitik geometriya va diskret algoritmlar asosida bajariladi.

Geometrik modellashtirishning asosiy texnologik yondashuvlari.

Geometrik naqshlarni kompyuter modellashtirishda bir nechta texnologik yondashuv mavjud. Birinchi yondashuv — parametrik modellashtirish bo'lib, bunda geometrik obyektlar aniq parametrlar orqali aniqlanadi (3-rasm). Masalan, muntazam ko'pburchak yoki yulduzsimon shakl radius, burchak va tomonlar soni orqali quriladi. Bu usulning afzalligi shundaki, bitta parametr o'zgarsa, butun kompozitsiya avtomatik ravishda qayta hisoblanadi.



3-rasm. Parametrik modellashtirishning ishlash tamoyillari

Ikkinchi yondashuv — algoritmik modellashtirish bo'lib, bunda shakllar oldindan belgilangan qoidalar va algoritmlar orqali hosil qilinadi. Fraktal generatsiya, L-tizimlar, tessellatsiya va simmetrik naqshlarni qurish aynan shu turga kiradi. Mazkur yondashuv murakkab ornamentlarni avtomatik hosil qilish imkonini beradi.

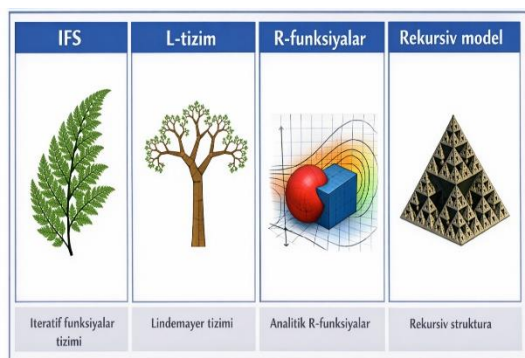
Uchinchi yondashuv — funksiya-asosli modellashtirish bo'lib, unda shakl analitik funksiyalar yoki implicit tenglamalar orqali ifodalanadi. Rvachevning R-funksiyalar usuli aynan shu guruhga kiradi. Bu yondashuvning ustunligi shundaki, murakkab geometrik obyektlar silliq va uzluksiz tarzda ifodalanadi, bu esa ularni birlashtirish va analitik tahlil qilish uchun qulay.

To'rtinchi yondashuv — protseduraviy modellashtirish bo'lib, bunda shakl dasturiy qoidalar ketma-ketligi orqali quriladi. Bu usul kompyuter grafikasi va dizayn tizimlarida ko'p qo'llanadi. Islomiy naqshlar uchun protseduraviy modellashtirish kompozitsion birlik va takrorlanuvchi modullarni avtomatik joylashtirishda ayniqsa foydalidir.

Fraktal modellashtirish texnologiyalarining o'rni.

Geometrik naqshlarni modellashtirishda fraktal geometriya asosidagi texnologiyalar alohida o'rin tutadi. Fraktal modellashtirish murakkab shakllarni rekursiv va iterativ qoidalar asosida qurish imkonini beradi. Kompyuter muhitida bunday modellarni amalga oshirish uchun quyidagi texnologik vositalar samarali hisoblanadi:





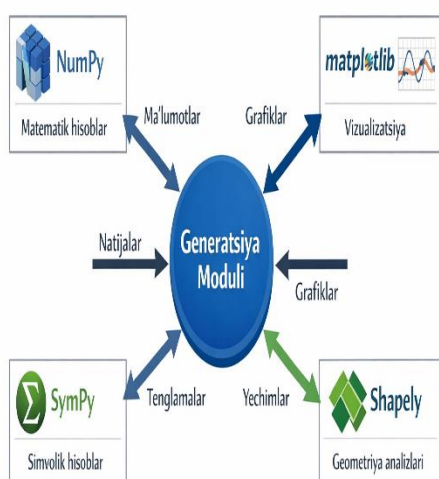
4-rasm. Fraktal modellashtirish texnologiyalarining klassifikatsiyasi

- Iteratsion funksiyalar tizimi (IFS);
- L-tizimlar;
- Rekursiv algoritmlar;
- Radial-affin transformatsiyalar;
- Implicit shakllar va R-funksiyalar;
- Parametrik generatsiya va vektor vizualizatsiyasi.

Barnsley ko'rsatganidek, IFS murakkab fraktal obyektlarni kontraktiv akslantirishlar tizimi orqali qurish uchun samarali vositadir [3]. Prusinkiewicz va Lindenmayerning ishlari L-tizimlarning strukturaviy generatsiya imkoniyatlarini asoslab bergan [5]. Shapiro esa R-funksiyalar orqali murakkab shakllarni analitik ifodalash mumkinligini ko'rsatgan [6]. Shu sababli fraktal modellashtirish texnologiyalari Islomiy geometrik naqshlar uchun nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham maqbul hisoblanadi.

Kompyuter modellashtirishda dasturiy vositalarning imkoniyatlari.

Geometrik naqshlarni kompyuterda modellashtirish uchun turli dasturiy vositalardan foydalanish mumkin. Ularning ichida ilmiy hisoblash va vizualizatsiya uchun Python muhitining imkoniyatlari alohida ahamiyatga ega. Python dasturlash tili modulli tuzilishi, kutubxonalarining boyligi va ilmiy hisoblashga mosligi bilan ajralib turadi (5-rasm).



5-rasm. Python asosidagi modellashtirish arxitekturas

Python asosida quyidagi vazifalarni bajarish mumkin:

- Geometrik nuqtalar koordinatalarini hisoblash;

- Ko'pburchak va yulduzsimon modullarni qurish;
- Aylantirish, masshtablash va translatsiya amallarini bajarish;
- Fraktal iteratsiyalarni generatsiya qilish;
- L-tizim satrlarini hosil qilish va interpretatsiya qilish;
- Implicit funksiyalar asosida shakllarni chizish;
- Natijalarni PNG, SVG yoki PDF formatlarda saqlash.

Bundan tashqari, NumPy kutubxonasi matritsali hisoblashlar uchun, Matplotlib vizualizatsiya uchun, SymPy analitik ifodalar bilan ishlash uchun, Shapely esa tekislik geometriyasi operatsiyalari uchun qulay vosita bo'lib xizmat qiladi. Shu jihatdan Python muhitida qurilgan model ilmiy tadqiqot uchun ham, amaliy generatsiya uchun ham mos platforma hisoblanadi.

Vektor va parametrik eksport texnologiyalari. Geometrik naqshlarni modellashtirishning muhim bosqichlaridan biri — yakuniy natijani turli formatlarda eksport qilishdir. Ilmiy maqola va dissertatsiyalar uchun odatda quyidagi formatlar maqsadga muvofiq:

- **PNG** — yuqori sifatli rastr tasvir;
- **SVG** — vektor format, tahrirlash uchun qulay;
- **PDF** — ilmiy nashrlar uchun standart format;
- **EPS** — ayrim akademik nashrlar uchun mos format.

Kompyuter modellashtirish texnologiyalarining tadqiqotdagi o'ri:

Kompyuter modellashtirish texnologiyalari faqat tasvir hosil qilish vositasi sifatida emas, balki ilmiy tadqiqot metodologiyasining bir qismi sifatida qaraladi. Ular quyidagi masalalarni hal qilishga xizmat qiladi.

1. Islomiy naqshlarning matematik modelini tekshirish;
2. Fraktal algoritmlarning ishlashini sinash;
3. Turli parametrlar ta'sirini tahlil qilish;
4. Ornament murakkabligi va fraktallik darajasini baholash;
5. Real me'moriy naqshlar bilan taqqoslash.

Shunday qilib, kompyuter modellashtirish texnologiyalari tadqiqotda nazariy modelni amaliy natijaga aylantiruvchi asosiy vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Shunday qilib, geometrik naqshlarni kompyuter modellashtirish texnologiyalari murakkab ornamentlarni raqamli muhitda qurish, boshqarish va tahlil qilish uchun keng imkoniyatlarga ega. Vektor grafika, parametrik modellashtirish, algoritmik generatsiya, fraktal yondashuv va funksiya-asosli modellashtirish texnologiyalari Islomiy naqshlarning strukturaviy xususiyatlarini aniq ifodalashga xizmat qiladi. Mazkur tadqiqot doirasida ayniqsa Python asosidagi ilmiy-hisoblash muhiti fraktal-geometrik modellarni realizatsiya qilish va natijalarni vizual ko'rsatish uchun eng maqbul platforma sifatida qaraladi.

Fraktal modellashtirish usullari, matematik modellar va generatsiya algoritmlari asosida geometrik naqshlarni avtomatik hosil qiluvchi dasturiy vositani yaratish jarayoni yoritiladi. Bo'limning asosiy maqsadi nazariy va algoritmik yechimlarni amaliy dasturiy muhitga joriy etish, ya'ni fraktal-geometrik modellashtirishga asoslangan funksional tizim ishlab chiqishdan iborat.

Islom me'morchiligiga xos murakkab geometrik naqshlarni yaratish, ularning parametrlarini boshqarish, fraktal iteratsiya jarayonini tashkil etish, hosil qilingan

modellarni grafik ko'rinishda tasvirlash va ularni turli formatlarda saqlash imkonini beruvchi integrallashgan tizim sifatida qoraladi. Shu sababli ishlab chiqilgan dasturiy vosita nafaqat ilmiy tajriba o'tkazish uchun, balki raqamli rekonstruksiya, grafik dizayn va ta'limiy vizualizatsiya uchun ham qo'llanishi mumkin.

Dasturiy vositani yaratish zarurati va maqsadi.

Geometrik naqshlarni an'anaviy usulda chizish ko'p vaqt talab etadi, murakkab iteratsion tuzilmalarni qo'lda qurish esa deyarli imkonsiz yoki samarasizdir. Ayniqsa, fraktal xususiyatlarga ega naqshlarni qurishda simmetriya, ko'p bosqichli detallashtirish, parametrik o'zgarish va transformatsiyalarni bir vaqtning o'zida hisobga olish zarur bo'ladi. Shu bois bunday jarayonni avtomatlashtiruvchi dasturiy vosita ishlab chiqish ilmiy-amaliy zarurat hisoblanadi.

Mazkur dasturiy vositani yaratishning asosiy maqsadi:

- Bazaviy geometrik modullarni avtomatik qurish;
- Transformatsiyalarni parametrik qo'llash;
- Fraktal iteratsiya va rekursiv generatsiyani amalga oshirish;
- L-tizim va R-funksiyalarni modellashtirish jarayoniga integratsiya qilish;
- Yakuniy naqshni ekranga chiqarish va saqlashdan iborat.

Dasturiy vositaning funksional tarkibi.

Ishlab chiqilgan dasturiy vosita bir nechta o'zaro bog'liq modullardan iborat funksional tizim sifatida loyihalashtiriladi. Tizimning umumiy tarkibi quyidagi modullarni o'z ichiga oladi:

1. Kirish parametrlarini boshqarish moduli

Bu modulda foydalanuvchi bazaviy shakl turi, radius, simmetriya darajasi, iteratsiya soni, masshtab koeffitsienti, aylanish burchagi kabi parametrlarni kiritadi.

2. Bazaviy geometrik shakllarni qurish moduli

Mazkur modul muntazam ko'pburchak, yulduzsimon shakl, g'irih elementi kabi boshlang'ich modullarni quradi.

3. Transformatsiyalar moduli

Bu modul aylantirish, siljitish, masshtablash, radial ko'paytirish kabi geometrik amallarni bajaradi.

4. Fraktal generatsiya moduli

Bu modul ishlab chiqilgan algoritmlar asosida naqshni iterativ ravishda kengaytiradi va detallashtiradi.

5. L-tizim asosida strukturaviy generatsiya moduli

Ushbu modul qayta yozish qoidalari asosida ichki kompozitsion o'sishni hosil qiladi.

6. R-funksiyalar asosida kompozitsiya moduli

Bu modul diskret modullarni yagona analitik shaklga birlashtiradi.

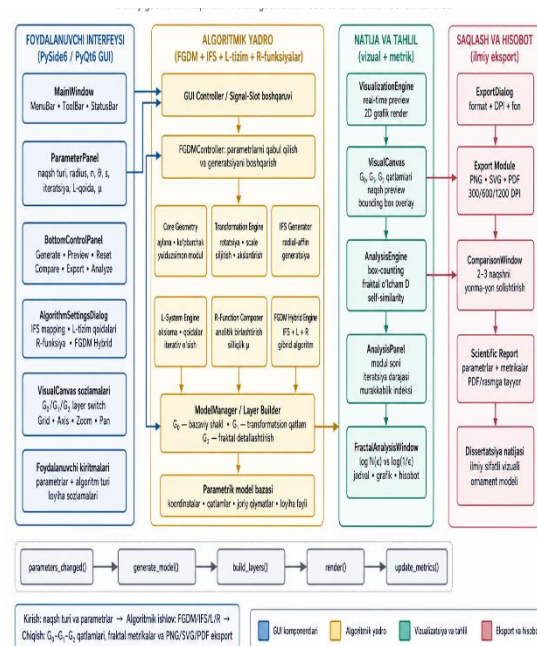
7. Vizualizatsiya va eksport moduli.

Bu modul hosil qilingan naqshni grafik ko'rinishda ifodalaydi va uni PNG, SVG yoki PDF formatlarda saqlaydi.

Shunday qilib, dasturiy vosita fraktal-geometrik modellashtirishning barcha asosiy bosqichlarini yagona tizimga birlashtiradi.

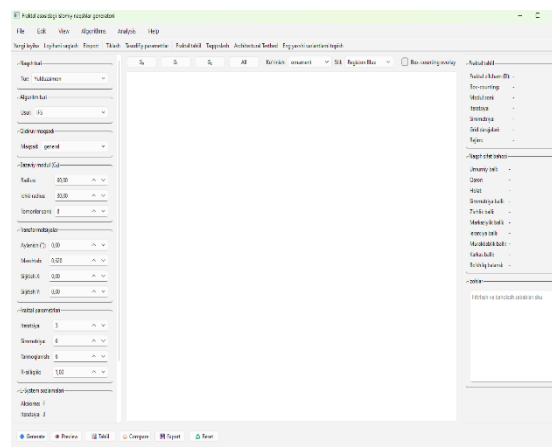
Dastur ishga tushirilgach, foydalanuvchi parametrlarni kiritadi. Shundan so'ng bazaviy modul quriladi va unga geometrik transformatsiyalar qo'llanadi.

6-rasmda Islomiy naqshlarni fraktal-geometrik modellashtirish dasturiy vositasining funksional sxemasi keltirilgan.



6-rasm. Islomiy naqshlarni fraktal-geometrik modellashtirish dasturiy vositasining funksional sxemasi

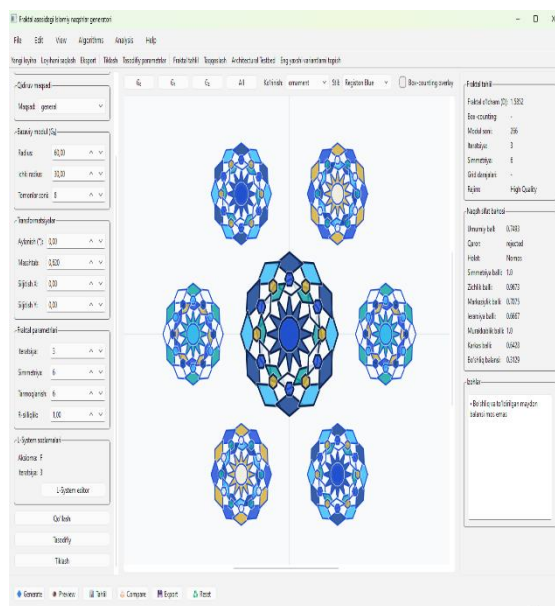
PySide6 oynalararo bog'lanish sxemasi va widgetlar to'plami dasturiy vositaning amaliy arxitekturasini belgilaydi. Asosiy oyna parametrlar paneli, vizual modellashtirish maydoni, tahlil paneli va boshqaruv panelidan tashkil topadi. Qo'shimcha dialog oynalari algoritim sozlamalari, eksport, taqqoslash va fraktal tahlil vazifalarini bajaradi. Signal-slot mexanizmi orqali foydalanuvchi kiritgan parametrlar algoritmik yadroga uzatiladi, generatsiya qilingan model vizual maydonda tasvirlanadi va fraktal tahlil natijalari alohida panelda aks ettiriladi. Ushbu tuzilma FGDM asosidagi ilmiy dasturiy vositani modulli, kengaytiriladigan va amaliy jihatdan qulay platforma sifatida ishlab chiqish imkonini beradi. (7-rasm).



7-rasm. Dasturiy interfeysning umumiy ko'rinishi parametr paneli va natijaviy grafik maydon

Keyingi bosqichda fraktal iteratsiya va strukturaviy o'sish orqali naqsh murakkablashadi. Hosil bo'lgan modullar analitik yoki geometrik jihatdan birlashtiriladi va yakuniy ornament grafik ko'rinishda chiqariladi (8-rasm).





8-rasm. Vizualizatsiya va eksport moduli

Dasturiy vositaning texnologik asosi.

- Python ilmiy hisoblash uchun qulay va keng tarqalgan til hisoblanadi;
- Unda geometriya, algebra va grafika bilan ishlash uchun kuchli kutubxonalar mavjud;
- Modulli dasturlash imkoniyati murakkab algoritmlarni bosqichma-bosqich integratsiya qilishga qulay;
- Vizualizatsiya va eksport imkoniyatlari yuqori.

Dasturiy vosita quyidagi kutubxonalarga tayangan holda ishlab chiqilishi mumkin:

- NumPy — matritsali va trigonometrik hisoblashlar uchun;
- Matplotlib — 2D grafik tasvirlash uchun;
- SymPy — analitik ifodalar va formulalar bilan ishlash uchun;
- Shapely — geometrik obyektlar va ularning kompozitsiyasi bilan ishlash uchun.

Shunday qilib, Python muhiti fraktal-geometrik modellash tirish vositasini yaratish uchun yetarli texnologik imkoniyatlarni taqdim etadi.

Dasturiy vositaning kirish va chiqish ma'lumotlari.

Ishlab chiqilgan vosita naqshlarning fractal o'lchovlarini tahlil qiladi (9-rasm).

Dasturiy vositaning chiqish natijalari esa quyidagilar bo'ladi:

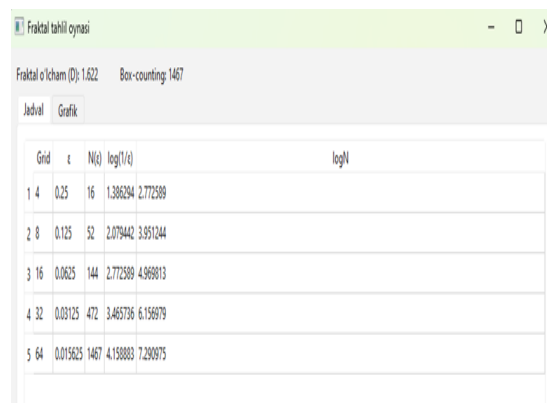
- Generatsiya qilingan geometrik naqsh koordinatalari;
- Fraktal qatlamlar bo'yicha modullar to'plami;
- 2D grafik tasvir;
- PNG/SVG/PDF formatdagi eksport fayllari.

Dasturiy vositaning ishlash algoritmi.

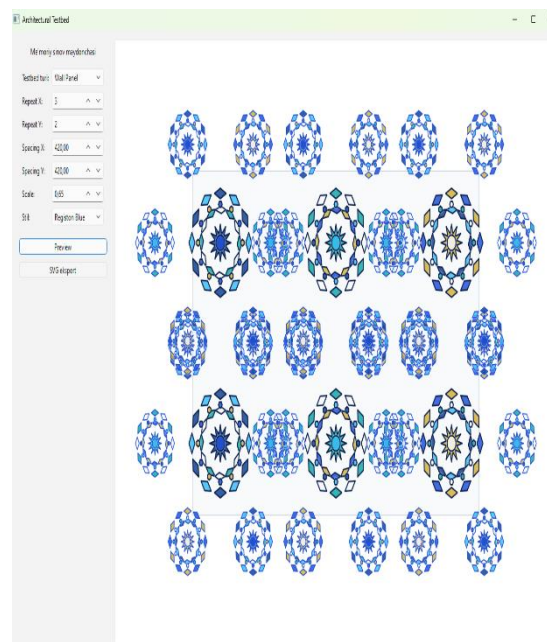
1. Foydalanuvchi kirish parametrlarini kiritadi;
2. Bazaviy geometrik shakl quriladi;
3. Transformatsiyalar qo'llanadi;
4. Fraktal iteratsiya ishga tushiriladi;
5. L-tizim asosida ichki struktura kengaytiriladi;
6. R-funksiyalar orqali kompozitsion birlashtirish amalga oshiriladi;

7. Natija grafik ko'rinishda chiqariladi;
8. Foydalanuvchi istasa, natija saqlanadi.

Bu jarayon dasturiy nuqtai nazardan modulli strukturaga ega bo'lib, har bir modul mustaqil sinovdan o'tkazilishi va keyinchalik tizimga integratsiya qilinishi mumkin.



9-rasm. Naqshlarning fraktal o'lchov parametrlarini hisoblash



10-rasm. Fraktal naqshlarning me'moriy joylashuvini kuzatish oynasi

Kompyuter modellarini yaratish jarayonining tavsifi.

Dasturiy vosita yordamida kompyuter modellarini yaratish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

- Avval bazaviy ornament tanlanadi;
- So'ng simmetriya va radial joylashuv parametrlari beriladi;
- Fraktal iteratsiya soni tanlanadi;
- Model avtomatik ravishda qatlam-qatlam quriladi;
- Yakuniy model ekranda ko'rinadi.

3. Xulosa

Fraktal modellashtrish algoritmlari asosida dasturiy vosita yaratildi va uning ishlash natijalari tahlil qilindi. Python dasturlash muhiti asosida geometrik naqshlarni generatsiya qiluvchi tizim ishlab chiqildi.

Dasturiy vosita yordamida turli parametrlar asosida murakkab geometrik naqshlar hosil qilindi va ularning vizual hamda strukturaviy xususiyatlari o'rganildi. Olingan natijalar real Islomiy ornamentlar bilan qiyoslab baholandi.

Shuningdek, analog dasturlar bilan taqqoslash va iqtisodiy samaradorlik tahlili natijasida ishlab chiqilgan tizimning afzalliklari va amaliy ahamiyati asoslab berildi. Natijada taklif etilgan yondashuvning samaradorligi tasdiqlandi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Anarova, S., Ibrokhimova, Z. va Berdiev, G. (2020) «An Algorithm for Constructing Equations of Geometry Fractals Based on Theories of R-functions», 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT 2020 - Proceedings. Доступно на: <https://doi.org/10.1109/ISMSIT50672.2020.9254635>.

[2] Anarova, S., Sadullaeva, S. va Berdiev, G. (2021) «Calculation of building dimensions in the method of

composition fractal analysis», 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). IEEE, ss. 01–04. Доступно на: <https://doi.org/10.1109/ICISCT52966.2021.9670390>.

[3] Anarova, Sh.A. va dr. (2021) «Mathematical Modeling of Pascal Triangular Fractal Patterns and Its Practical Application», ss. 390–399. Доступно на: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68449-5_39.

[4] Anarova, Sh.A. va Ibrokhimova, Z.E. (2022) «Methods of Constructing Equations for Objects of Fractal Geometry and R-Function Method», ss. 425–436. Доступно на: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98404-5_40.

[5] Blair, S., Bloom, J. va Bloom, J. (1995) The art and architecture of Islam 1250 - 1800. Repr. with corrections. New Haven: Yale Univ. Press (Pelican history of art).

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Xujaqulov	Qarshi davlat texnika universiteti
Navruz /	E-mail:
Navruz	xujaqulovnavruz1@gmail.com
Khujakulov	Tel: 99 6602221



M. Miralimov, K. Juraev, Kh. Urazov*Analysis of the state of bridges exploited in the Republic of Uzbekistan* 203**S. Norkulov***The importance of foreign experience in the development of the metro transport system and recommendations for Uzbekistan*.....207**Sh. Anarova, N. Khujakulov***Fractal geometry and patterns modeling methods* 210**N. Khujakulov***Computer modeling of geometric patterns based on fractal models*.....215