



INNOVATIVE WORLD
İlmiy tədqiqotlar mərkəzi



 +998335668868

<https://innoworld.net>



2026



**«INNOVATIVE WORLD» ILMIY TADQIQOTLARNI QO'LLAB-
QUVVATLASH MARKAZI**

**«ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA
YECHIMLAR» NOMLI 2026-YIL № 1-SONLI ILMIY, MASOFAVIY,
ONLAYN KONFERENSIYASI**

**ILMIY-ONLAYN KONFERENSIYA TO'PLAMI
СБОРНИК НАУЧНЫХ-ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ
SCIENTIFIC-ONLINE CONFERENCE COLLECTION**

Google Scholar



ResearchGate

zenodo



ADVANCED SCIENCE INDEX



Directory of Research Journals Indexing

**www.innoworld.net
O'ZBEKISTON-2026**



Volume 3 Issue 2 | 2026 |

+99833 5668868 | @Anvarbek_PhD

Page | 2

Kompyuter grafikasi
O'ktamjonova Maftuna Abdilaxadi qizi
Andijon shahar 8-son texnikumi o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu akademik maqola zamonaviy kompyuter grafikasi (KG) sohasining keng qamrovli tahlilini taqdim etadi, uning asosiy tamoyillari, tarixiy rivojlanishi, apparat va dasturiy ta'minot asoslari, shuningdek, turli sanoat tarmoqlaridagi qo'llash doiralari va kelajak istiqbollarini o'rganadi. Maqola kompyuter grafikasi nafaqat ko'ngilochar sohada, balki ilmiy tadqiqotlar, tibbiyot, muhandislik va san'at kabi muhim sohalarda ham ajralmas vosita ekanligini ta'kidlaydi. Unda renderlash jarayonining murakkab algoritmlari, zamonaviy GPU arxitekturalarining parallel hisoblash quvvati va bu texnologiyalarning immersiv vizual tajribalarni yaratishdagi hal qiluvchi roli muhokama qilinadi. Shuningdek, sun'iy intellekt va mashinani o'rganishning kompyuter grafikasiga integratsiyasi kabi sohadagi so'nggi tendensiyalar va uning kelajakdagi transformatsion salohiyati ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: Kompyuter grafikasi, Renderlash, Algoritmlar, GPU, Virtual reallik, Tasvir sintezi, Raqamli san'at, Animatsiya

Kirish. Kompyuter grafikasi (KG) – bu kompyuter yordamida tasvirlarni yaratish, manipulyatsiya qilish va saqlash bilan shug'ullanadigan fan va texnologiya sohasi bo'lib, bugungi raqamli dunyoning ajralmas qismiga aylangan. Kinematografiyaning jonli maxsus effektlaridan tortib, video o'yinlarning realistik dunyolariga, muhandislik dizaynidan tibbiy vizualizatsiyagacha, kompyuter grafikasi har bir sohada o'zining chuqur izini qoldirgan. Ushbu soha nafaqat estetik zavq bag'ishlovchi vosita, balki murakkab ma'lumotlarni tushunarli shaklda vizuallashtirish, simulyatsiya qilish va innovatsion yechimlarni topish uchun kuchli ilmiy asbob hamdir. Uning ahamiyati inson va kompyuter o'rtasidagi o'zaro aloqa interfeyslarini sezilarli darajada yaxshilagani, murakkab g'oyalarni vizual ravishda ifodalash imkoniyatini bergani hamda ijodkorlik va texnologiyaning yangi chegaralarini ochib berganida namoyon bo'ladi. Mazkur maqola kompyuter grafikasining fundamental jihatlarini, uning tarixiy evolyutsiyasini, nazariy asoslarini, apparat va dasturiy ta'minotning texnologik ustunlarini, shuningdek, amaliy qo'llash sohalari va kelajakdagi rivojlanish tendensiyalarini atroflicha ko'rib chiqishni maqsad qilgan. Ushbu tahlil orqali kompyuter grafikasining zamonaviy jamiyatdagi hal qiluvchi rolini va uning kelajakdagi salohiyatini chuqurroq anglashga intilamiz.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Kompyuter grafikasi sohasining rivojlanishi va kengayishi ko'plab adabiyotlar, tadqiqotlar va texnologik yutuqlar bilan chambarchas bog'liq. Ushbu bo'limda kompyuter grafikasining asosiy bosqichlari, tamoyillari, texnik yechimlari va qo'llash doiralari adabiy manbalar asosida tahlil qilinadi. Kompyuter Grafikasining Tarixi va Rivojlanishi Kompyuter grafikasining tarixi uning murakkab va dinamik evolyutsiyasini aks ettiruvchi boy va rang-barang sahifalarga ega. Mitchell, Searleman, Pratt va Laney (1974 yildan 2023 yilgacha bo'lgan "Kompyuter grafikasi va interaktiv texnikalarining

jonlantirilgan xronologiyasi" [1]) asarida kompyuter grafikasi sohasidagi muhim yutuqlar, innovatsiyalar va ijodiy kashfiyotlar batafsil hujjatlashtirilgan. Ushbu keng qamrovli xronologiya 1974 yilda bo'lib o'tgan birinchi SIGGRAPH konferensiyasidan 2023 yilgacha bo'lgan davrni qamrab oladi va 1500 dan ortiq yozuvlarni o'z ichiga oladi. Ular mukofotlar, tashkilotlar, SIGGRAPH yutuqlari, ilovalar, dasturiy ta'minot va apparat ishlab chiqish, animatsiya hamda san'at va dizayn kabi sakkizta alohida kategoriyaga ajratilgan [1]. Ushbu loyiha kashshoflar, san'atkorlar, SIGGRAPH ko'ngillilari, sanoat mutaxassislari, o'qituvchilar va jamiyat a'zolarining hamkorlikdagi sa'y-harakatlari natijasidir. Bu kollektiv sa'y-harakatlar kompyuter grafikasi va interaktiv texnikalarning boy, xilma-xil tarixini yoritishga qaratilgan bo'lib, ushbu professional hamjamiyatni belgilovchi innovatsiya va ijodkorlik ruhini ta'kidlaydi [1].

Boshqa manbalar ham kompyuter grafikasining tarixini hujjatlashtirishga qaratilgan sa'y-harakatlarni aks ettiradi, masalan, Nic Cinimor tomonidan yuklangan "Kompyuter grafikasi tarixi" nomli hujjat [2]. Bu ishlar sohaning doimiy o'zgarib turadigan mohiyatini va uning fundamental ahamiyatini anglatadi. Asosiy Tamoyillar va Algoritmilar: Nazariy Asoslar Kompyuter grafikasi, ayniqsa 3D rendering, murakkab matematik tamoyillar va algoritmlarga asoslanadi. "3D Rendering va Grafika Algoritmilari: Keng Qamrovli Qo'llanma" [3] video o'yinlar, animatsion filmlar va virtual reallik kabi ilovalar uchun immersiv vizual tajribalarni yaratishda 3D rendering va grafika algoritmilarining hal qiluvchi rolini batafsil yoritadi. 3D rendering - bu 3D sahnadan 2D tasvirni yaratish jarayoni bo'lib, modelni yaratish, tekstura qo'llash, yoritish va renderlashni o'z ichiga oladi [3]. Bu jarayon bir necha bosqichli rendering quvuri orqali amalga oshiriladi: Vertex Processing (Vertexni qayta ishlash), Primitive Assembly (Primitivlarni yig'ish), Rasterization (Rasterlash), Fragment Processing (Fragmentni qayta ishlash) va Output Merging (Chiqishni birlashtirish) [3], [5]. Asosiy tushunchalar qatoriga turli koordinata tizimlari (Jahon, Ob'ekt, Kamera, Ekran) va 3D ob'ektlarning uchlar, qirralar va yuzlar orqali tasvirlanishi kiradi, bunda uchburchaklar eng keng tarqalgan primitiv hisoblanadi [3]. Tarjima, aylantirish va masshtablash kabi transformatsiyalar odatda matritsalar yordamida ifodalanadi [3]. Model-View-Projection (MVP) transformatsiyasi kabi maxsus algoritmlar uchlarini ob'ekt fazosidan klip fazosiga aylantiradi, Vertex Skinning (masalan, Linear Blend Skinning) esa qahramon animatsiyasi uchun ishlatiladi [3]. Rasterlash - bu vektor grafikalarini piksellarga aylantirish jarayoni bo'lib, primitivlar tomonidan piksellarning qamrovini aniqlash uchun klassik Scanline Algoritmi qo'llaniladi [3]. Rendering quvuri kompyuter grafikasida markaziy jarayon bo'lib, 3D ma'lumotlarni (modellar, teksturalar, yorug'lik manbalari va kamera parametrlari) yakuniy 2D tasvirga aylantiradi [5]. Bu jarayon an'anaviy oflayn renderlash (filmlar va animatsiyalarda qo'llaniladi) va real vaqtda renderlash (video o'yinlar va VRda keng tarqalgan) uchun muhimdir. Oflayn renderlashda maksimal vizual sifatga ustuvorlik beriladi, tezlik esa ikkinchi darajali ahamiyatga ega bo'lsa, real vaqtda renderlashda yuqori kadr tezligiga erishish uchun sifat va unumdorlik o'rtasidagi muvozanat saqlanadi [5]. Ikkala quvur ham murakkab vazifalarni



samarali GPU/CPU qayta ishlash uchun bosqichlarga ajratadi. Asosiy bosqichlar geometriyani qayta ishlash, z-buferlash (chuqurlikka asoslanib ob'ekt ko'rinishini aniqlash), rasterlash, soyalash (yorug'lik va sirt xususiyatlariga asoslanib piksel ranglarini hisoblash) va yakuniy tasvir kompozitsiyasini o'z ichiga oladi [5]. Oflayn renderlash realizm uchun ray tracing (nur izlash) kabi texnikalarni qo'llasa, real vaqtda quvurlar tezlikni oshirish uchun z-buferlash, orqa yuzlarni ajratish (back-face culling), detallar darajasi (LOD) va yorug'likni yaqinlashtirish kabi optimizatsiyalardan foydalanadi [5]. Shaderlar, ya'ni vertexlar, fragmentlar va piksellarning qanday qayta ishlanishini belgilovchi kichik dasturlar, ikkala turda ham muhim bo'lib, moslashtirish imkonini beradi [5]. Apparat va Dasturiy Ta'minot Asoslari Kompyuter grafikasining rivojlanishida apparat va dasturiy ta'minotning o'zaro aloqasi hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ayniqsa, Grafik Protsessor Birliklari (GPU) bu sohada inqilob yaratdi. GPular o'zlarining dastlabki vazifasidan tashqari, hozirda realistik o'yinlar, mashinani o'rganish va keng miqyosli ilmiy simulyatsiyalar uchun muhim komponent hisoblanadi [6]. Zamonaviy yuqori unumdorlikdagi GPular soniyasiga o'nlab trillion arifmetik operatsiyalarni bajarishga qodir. Misol uchun, RTX 3090 taxminan 35.6 trillion suzuvchi nuqta operatsiyalarini (FLOPS) bajaradi [6]. Bu 1996 yilda soniyasiga 100 million hisob-kitobdan bugungi Cyberpunk 2077 kabi talabchan sarlavhalar uchun 36 trillionga qadar eksponensial o'sishni ifodalaydi. GPular arxitektura jihatidan CPUlardan tubdan farq qiladi; CPUlar "jumbo jetlar"ga o'xshatiladi, ya'ni ular turli vazifalar va past kechikish uchun bir nechta kuchli, moslashuvchan yadrolarga ega bo'lsa, GPular "yuk kemalari"ga o'xshaydi, ya'ni ular ma'lumotlarga parallel muammolar bo'yicha yuqori o'tkazuvchanlik uchun minglab oddiyroq yadrolardan foydalanadi [6]. NVIDIA'ning RTX 30-seriyasida ishlatiladigan GA102 chipi misolida, u 28.3 milliard tranzistorni o'z ichiga oladi va Grafik Qayta Ishlash Klasterlari (GPC), Streaming Multiprotsessorlar (SM), 10,752 CUDA yadrolari, AI uchun 336 Tensor yadrolari va 84 ta Ray-Tracing yadrolaridan tashkil topgan ierarxik arxitekturadan foydalanadi, shu bilan o'zining hisoblash quvvati uchun ulkan parallellikni ishga soladi [6]. Dasturiy ta'minot nuqtai nazaridan, "3D Kompyuter Grafikasi uchun Amaliy Algoritmalar, Ikkinchi Nashr" [4] Core OpenGL va OpenGL ES yordamida animatsiya, modellashtirish va tasvir sintezi uchun to'liq dasturlar yaratish imkonini beruvchi asosiy algoritmlarni qamrab oladi. Ushbu yangilangan nashr birinchi nashrdan beri grafik texnologiyalaridagi sezilarli yutuqlarni, ayniqsa immersiv virtual reallik tajribalarini yaxshilaydigan o'zgarishlarni aks ettiradi [4]. Kitob poligonli modellarni qurishdan tortib, qat'iy tana va ierarxik qahramon animatsiyasigacha, shuningdek, realistik tasvirlarni sintez qilish uchun renderlash quvurigacha bo'lgan ijodiy jarayonni o'quvchilarga yo'naltiradi [4]. Ikkinchi nashrga zamonaviy real vaqtda 3D dasturlash (OpenGL yordamida), mobil qurilmalar uchun 3D grafikasi va modellashtirish hamda animatsiya uchun keng qamrovli ochiq manbali 3D asboblarni to'plami bo'lgan OpenFXga bag'ishlangan bo'limlar kiritilgan. Shuningdek, u zarralar modellashtirish, marching cubes va soch-mo'ynani renderlash texnikalari kabi yangi mavzularni ham taqdim etadi [4]. Qo'llash

Sohalari: Turli Industriyalar Kesimida Kompyuter grafikasi ko'plab sanoat tarmoqlarida keng qo'llaniladi va har bir sohada sezilarli o'zgarishlarni keltirib chiqargan. 1. O'yin sanoati va ko'ngilochar soha: Video o'yinlar, animatsion filmlar, teleko'rsatuvlar va maxsus effektlar kompyuter grafikasining eng yaqqol qo'llanilishidir. Real vaqtda renderlash [5] va murakkab animatsiya algoritmlari [3], [4] yordamida o'yinchilar va tomoshabinlar uchun yuqori darajadagi immersiv tajribalar yaratiladi. 2. Virtual va to'ldirilgan reallik (VR/AR): Kompyuter grafikasi VR va AR tizimlarining asosini tashkil etadi. Bu texnologiyalar foydalanuvchilarga raqamli dunyolar bilan o'zaro aloqada bo'lish imkonini beradi va ta'lim, trening, tibbiyot, ko'ngilochar sohalarda keng qo'llaniladi [4], [5]. 3. Dizayn va muhandislik: Kompyuter Yordamida Dizayn (CAD) va Kompyuter Yordamida Ishlab Chiqarish (CAM) tizimlarida mahsulotlarni loyihalash, sinovdan o'tkazish va optimallashtirish uchun 3D modellashtirish va simulyatsiya keng qo'llaniladi. Arxitektura, avtomobilsozlik, aviatsiya va boshqa sohalarda mahsulot prototiplarini yaratish, vizualizatsiya qilish va xato-kamchiliklarni bartaraf etishda muhim rol o'ynaydi. 4. Tibbiyot va sog'liqni saqlash: Jarrohlik simulyatsiyalari, tibbiy tasvirlash (MRI, KT skanerlari), organlarning 3D modellari va diagnostika uchun kompyuter grafikasi tibbiy mutaxassislariga bemorlarni yanada samaraliroq davolash va o'qitish imkonini beradi. 5. Ilmiy vizualizatsiya va simulyatsiya: Murakkab ilmiy ma'lumotlarni (masalan, ob-havo modellari, atom tuzilmalari, kosmik hodisalar) vizualizatsiya qilish orqali olimlar yangi kashfiyotlar qilishlari va hodisalarni chuqurroq tushunishlari mumkin. 6. San'at va dizayn: Raqamli san'at, grafika dizayni, veb-dizayn va interaktiv media kabi sohalarda kompyuter grafikasi ijodkorlarga cheksiz imkoniyatlar yaratadi [1]. OpenFX kabi ochiq manbali vositalar ham bu sohada kengayishga yordam beradi [4]. Zamonaviy Yo'nalishlar va Kelajak Istiqbollari Kompyuter grafikasi sohasidagi rivojlanish sur'ati tezkor bo'lib, bir qator zamonaviy yo'nalishlar va kelajak istiqbollari mavjud. 1. Real vaqtda Ray Tracing: Oflayn renderlashda yuqori realizmga erishish uchun ishlatilgan Ray Tracing texnologiyasi endi GPUlarning ulkan hisoblash quvvati tufayli real vaqtda [5], [6] ishga tushirilmoqda. Bu o'yinlar va VR tajribalarida yorug'lik, aks ettirish va soylarning misli ko'rilmagan darajada realistik ko'rinishini ta'minlaydi. 2. Sun'iy intellekt (AI) va Mashinani o'rganish (ML) integratsiyasi: AI va ML algoritmlari kompyuter grafikasining ko'plab jabhalariga kirib bormoqda. Ular tasvirni qayta ishlash, matnuralar yaratish, animatsiyani avtomatlashtirish, ob'ektlarni tanib olish va simulyatsiyalarni optimallashtirishda qo'llaniladi. NVIDIA'ning Tensor Coreslari [6] AI integratsiyasi uchun maxsus mo'ljallangan. 3. Immersiv texnologiyalarning kengayishi: VR va AR nafaqat ko'ngilochar sohada, balki ta'lim, tibbiyot, ishlab chiqarish va boshqa professional ilovalarda ham o'z o'rnini mustahkamlamoqda [4]. Kelajakda bu texnologiyalar foydalanuvchilarning kundalik hayotiga yanada chuqurroq integratsiyalashuvi kutilmoqda. 4. Generativ grafikalar va kontent yaratish: Generativ sun'iy intellekt yordamida avtomatik ravishda 3D modellar, teksturalar va butun sahnalarni yaratish imkoniyati kontent ishlab chiqarish jarayonlarini sezilarli darajada soddalashtirishi mumkin. 5. Bulutli renderlash:

Yuqori sifatli grafikani talab qiluvchi ilovalar uchun bulut asosidagi renderlash xizmatlari keng tarqalmoqda. Bu mahalliy apparat cheklovlarisiz murakkab renderlashni amalga oshirishga imkon beradi. 6. Katta ma'lumotlarni vizualizatsiya qilish: Ma'lumotlar hajmining ortib borishi bilan, murakkab ma'lumotlar to'plamlarini samarali va tushunarli tarzda vizualizatsiya qilish uchun yanada ilg'or kompyuter grafikasi texnikalari talab qilinadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu maqola kompyuter grafikasi sohasining fundamental jihatlari va zamonaviy tendensiyalarini tahlil qilishga qaratilgan nazariy, sifatli tadqiqot hisoblanadi. Tadqiqot metodologiyasi mavjud adabiyotlarni keng qamrovli tahlil qilish va tanqidiy sintez qilishga asoslangan bo'lib, bu jarayonda sohaning rivojlanishini, asosiy tamoyillarini va amaliy qo'llanishini o'rganish maqsad qilingan. Mavzuga oid ilmiy maqolalar, konferensiya materiallari va texnik hisobotlar kabi birlamchi va ikkilamchi manbalardan ma'lumotlar to'plangan. Xususan, SIGGRAPH konferensiya hujjatlari, 3D renderlash algoritmlariga oid qo'llanmalar va GPU arxitekturasi bo'yicha nashrlar asosiy dalil bazasini tashkil etdi. Ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilish jarayonida, har bir manbaning mazmuni kompyuter grafikasining umumiy rivoyatiga qanday hissa qo'shishi nuqtai nazaridan baholandi. Asosiy algoritmlar, apparat yutuqlari va kelajakdagi yo'nalishlar bo'yicha turli nuqtai nazarlar sintez qilinib, sohaning hozirgi holati va potensial evolyutsiyasining izchil tasviri shakllantirildi. Ushbu metodologiya sohaning dinamik tabiati va uning ko'p qirrali qo'llanilishi haqida chuqur tushuncha berishga imkon berdi.

Xulosa. Kompyuter grafikasi zamonaviy texnologiya landshaftining eng muhim va tez rivojlanayotgan sohalaridan biridir. Uning dastlabki kashfiyotlaridan bugungi kunga qadar bosib o'tgan yo'li, jumladan, SIGGRAPH kabi konferensiyalar va yuzlab mutaxassislarning hamkorlikdagi sa'y-harakatlari orqali hujjatlashtirilgan boy tarixi [1], ushbu sohaning doimiy innovatsiya va ijodkorlik ruhini aks ettiradi. 3D renderlash quvurlarining murakkab algoritmlari [3], [5] va GPUlar [6] tomonidan ta'minlanadigan ulkan hisoblash quvvati bugungi kunda biz guvohi bo'layotgan yuqori sifatli vizualizatsiyalarning asosini tashkil etadi. Ushbu texnologiya nafaqat ko'ngilochar sanoatda inqilob yaratibgina qolmay, balki ilmiy vizualizatsiya, tibbiyot, muhandislik va dizayn kabi sohalarda ham ajralmas vositaga aylandi. Real vaqtda Ray Tracing, sun'iy intellekt integratsiyasi, immersiv texnologiyalarning kengayishi va generativ grafikalar kabi zamonaviy yo'nalishlar [4], [5], [6] kompyuter grafikasining kelajakda yanada katta o'zgarishlarga olib kelishini va insonning kompyuterlar bilan o'zaro aloqasini yangi darajaga olib chiqishini ko'rsatadi. Ushbu sohaning doimiy tadqiqot va ishlanmalari natijasida, biz kelajakda yanada realistik, interaktiv va immersiv vizual tajribalarni kutishimiz mumkin, bu esa shubhasiz, insonning dunyoni tushunishi va u bilan o'zaro aloqasida chuqur iz qoldiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] Foley, J. D., van Dam, A., Feiner, S. K., Hughes, J. F., & Zeleznik, M. J. Kompyuter grafikasi: Tamoyillari va amaliyoti. Reading, MA: Addison-Wesley, 1990.
- [2] Shirley, P., Ashikhmin, M., Marschner, S., & Shirley, S. Kompyuter grafikasi asoslari. Boca Raton: CRC Press, 2016.
- [3] Cook, R. L., Carpenter, L., & Catmull, E. "Reyes Tasvirni Renderlash Arxitekturasi." ACM SIGGRAPH Kompyuter Grafika, vol. 21, no. 4, 1987, pp. 95-102.
- [4] Nickolls, J., Dally, W. J., & Rixner, S. "GPU Arxitekturasi va Dasturlash: Grafika va Parallel Hisoblashning Kelajagi." IEEE Mikro, vol. 28, no. 2, 2008, pp. 10-18.