

KELAJAK KASBLARIDA KOMPYUTER GRAFIKASI

Akramova Gulsanam Ikromjon qizi

Dang'ara tuman 3-son politexnikumi

Anotatsiya: *Kompyuter grafikasi zamonaviy raqamli iqtisodiyotning asosiy qozg'oloni sifatida kelajak kasblari ekosistemasini chuqur o'zgartirmoqda. Ushbu tadqiqotda kompyuter grafikasining sun'iy intellekt, virtual va kengaytirilgan haqiqat (VR/AR), metaverse va raqamli ikkiliklar (digital twins) kabi yangi texnologiyalar bilan integratsiyasi natijasida vujudga keladigan kasblar tizimi ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, kompyuter grafikasi 2030-yilga kelib butun dunyo bo'yicha 4.7 million yangi kasbni shakllantirish potensialiga ega bo'lib, ulardan 68% interfaol va real vaqtda ishlovchi grafik kontent yaratish bilan bog'liq bo'ladi. Kompyuter grafikasining kelajak kasblaridagi asosiy roli – inson-mashina interfeyslarini intuitivlashtirish, murakkab ma'lumotlarni vizuallashtirish va virtual muhitlarda ijtimoiy-iqtisodiy faoliyatni ta'minlashdan iborat. Tadqiqot shuni ham tasdiqladiki, kompyuter grafikasi mutaxassislari uchun talab faqat texnik ko'nikmalar bilan cheklanmay, balki domen bilimlari, dizayn fikrlashi va etik mas'uliyat kabi ko'p disiplinary kompetensiyalarni talab qiladi.*

Kalit so'zlar: *kompyuter grafikasi, kelajak kasblari, VR/AR, metaverse, raqamli ikkiliklar, sun'iy intellekt, 3D modellashtirish, interfeys dizayni.*

KIRISH

Raqamli transformatsiya jahon iqtisodiyotining barcha sohalariga chuqur ta'sir ko'rsatayotgan zamonada kompyuter grafikasi faqat vizual kontent yaratish vositasi emas, balki yangi iqtisodiy qadriyatlar va kasbiy ekosistemalarni shakllantiruvchi asosiy texnologik omilga aylanyapti. Kompyuter grafikasining rivojlanishi dastlab 1960-yillarda Ivan Sutherlandning "Sketchpad" tizimi bilan boshlangan bo'lsa-da, bugungi kunda u sun'iy intellekt, virtual haqiqat va bulutli hisoblash kabi texnologiyalar bilan integratsiyalashib, butunlay yangi kasbiy imkoniyatlarni yaratmoqda [1].

Kelajak kasblari kontekstida kompyuter grafikasi ikki asosiy yo'nalishda o'z ahamiyatini namoyon qiladi: birinchidan, u yangi kasblarning vujudga kelishiga to'g'ridan-to'g'ri sabab bo'ladi (masalan, virtual muhit dizayneri, raqamli ikkilik mutaxassisi); ikkinchidan, an'anaviy kasblarni raqamlashtirish jarayonida ularning mazmunini va amaliyotlarini tubdan o'zgartiradi (masalan, arxitektor endi faqat chizma chizmay, balki mijoz bilan virtual reallikda loyihani tajribalaydi) [2].

Dunyo Iqtisodiy Forumining 2023-yilgi hisobotiga ko'ra, 2027-yilga kelib kasb egalari o'z kasbiy ko'nikmalarining 44% ini yangilashi kerak bo'ladi va bu jarayonda kompyuter grafikasi asosida ishlovchi vositalar asosiy o'quv platformalari sifatida xizmat qiladi [3]. Shu bilan birga, kompyuter grafikasining o'ziga xos xususiyati shundaki, u faqat texnologik vosita sifatida emas, balki yangi ijtimoiy-iqtisodiy munosabatlar va faoliyat shakllarini ta'minlovchi infratuzilma sifatida ham qaralishi

kerak. Masalan, metaverse muhitida ishlab chiqarish, savdo va ijtimoiy aloqalar kompyuter grafikasi asosida qurilgan virtual fazolarda amalga oshiriladi [4].

Ushbu tadqiqotning dolzarbligi quyidagilarda namoyon bo'ladi: birinchidan, kompyuter grafikasining kelajak kasblari tizimidagi rolini tizimli ravishda o'rganish hali yetarli darajada amalga oshirilmagan; ikkinchidan, texnologik rivojlanish tezligi tufayli an'anaviy kasb ta'lim tizimlari yangi kompetensiyalarga moslasha olmayapti; uchinchidan, kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblarning etik va ijtimoiy oqibatlari yetarli darajada o'rganilmagan [5].

Tadqiqotning maqsadi kompyuter grafikasining kelajak kasblari ekosistemasidagi rolini, yangi kasblarning shakllanish tendentsiyalarini va ularga tayyorlanish uchun zarur kompetensiyalarni ilmiy asoslangan tarzda tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot quyidagi vazifalarni hal qilishni nazarda tutadi: (1) kompyuter grafikasining rivojlanishining hozirgi bosqichini va kelajakdagi yo'nalishlarini aniqlash; (2) kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan yangi kasblarni kategoriyalarga ajratish; (3) an'anaviy kasblarning kompyuter grafikasi orqali transformatsiyasini tahlil qilish; (4) kelajak kasblari uchun zarur bo'lgan kompetensiyalar tizimini ishlab chiqish.

Kompyuter grafikasining tarixiy rivojlanishi uchta asosiy bosqichdan o'tgan: birinchi bosqich (1960-1980) – vektorli grafika va asosiy algoritmlarning shakllanishi; ikkinchi bosqich (1980-2000) – rasterli grafika, 3D modellashtirish va real vaqtda renderlash texnologiyalarining rivojlanishi; uchinchi bosqich (2000-yildan hozirgacha) – interaktiv grafika, fizik jihatdan aniq modellashtirish va sun'iy intellekt bilan integratsiya [6]. Hozirgi kunda kompyuter grafikasi to'rtinchi bosqichga o'tayotgan bo'lib, bu bosqichda asosiy e'tibor real vaqtda ishlovchi, kontekstga moslashuvchan va inson-mashina hamkorligiga asoslangan grafik tizimlarga qaratilgan.

Zamonaviy kompyuter grafikasining asosiy tendentsiyalari quyidagilardan iborat: birinchidan, sun'iy intellekt yordamida avtomatlashtirilgan kontent yaratish (procedural content generation) keng qo'llanila boshlandi. Masalan, NVIDIAning GET3D modeli sun'iy intellekt yordamida yuqori sifatli 3D modellarni avtomatik yaratish imkonini beradi [7]. Ikkinchidan, real vaqtda ray tracing texnologiyasi o'yin sanoati va professional vizuallashtirish sohalarida keng tarqaldi, bu esa virtual muhitlarning fotorealistik darajasini keskin oshirdi [8]. Uchinchidan, kompyuter grafikasi VR/AR texnologiyalari bilan chuqur integratsiyalashib, foydalanuvchining sensor tajribasini boyituvchi interfeyslarni yaratish imkonini berdi [9].

Dunyo Iqtisodiy Forumi 2023-yilgi "Kelajak Kasblari Hisoboti"da kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblar orasida eng tez o'sayotganlari sifatida virtual muhit dizayneri (yillik o'sish sur'ati 32.7%), raqamli ikkilik mutaxassisi (28.4%), AR/VR kontent ishlab chiquvchisi (26.9%) va 3D print mutaxassisi (24.1%) ko'rsatilgan [3]. Bu kasblar faqat texnologik bilimlarni emas, balki domen bilimlari (masalan, tibbiyot, muhandislik, arxitektura) bilan birlashtirilgan ko'p disiplinary yondashuvni talab qiladi.

McKinsey Global Institute tadqiqoti kompyuter grafikasining iqtisodiy ta'sirini baholab, 2030-yilga kelib bu sohani jahon yalpi ichki mahsulotiga 1.2 trillion dollar

qo'shimcha qo'shishini bashorat qiladi [10]. Bu qo'shimcha asosan yangi kasblar orqali yaratiladigan qadriyatdan iborat bo'lib, ulardan 42% virtual va kengaytirilgan haqiqat muhitlarida ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish bilan bog'liq.

Kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblar uchun zarur kompetensiyalar an'anaviy kasb ta'lim tizimlari tomonidan yetarli darajada ta'minlanmayapti. UNESCOning 2024-yilgi hisobotiga ko'ra, jahon bo'yicha kasb ta'lim muassasalarining faqat 23% i kompyuter grafikasi asosida ishlovchi zamonaviy dasturlardan foydalanadi va ularning 68% i o'qituvchilarning yetarli malakaga ega emasligi muammosiga duch kelmoqda.

Yangi kasblar uchun zarur bo'lgan kompetensiyalar quyidagi to'rt guruhga bo'linadi: (1) texnik kompetensiyalar – 3D modellashtirish, animatsiya, real vaqtda renderlash, VR/AR dasturlash; (2) domen bilimlari – arxitektura, muhandislik, tibbiyot yoki boshqa sohalarning asosiy tamoyillari; (3) kreativ kompetensiyalar – vizual hikoya qilish, foydalanuvchi tajribasi dizayni, estetik sezgi; (4) etik va ijtimoiy kompetensiyalar – raqamli muhitlarda maxfiylikni ta'minlash, virtual identifikatsiya bilan ishlash, raqamli inklyuzivlikni ta'minlash.

METODOLOGIYA

Tadqiqot dizayni va ma'lumotlar manbalari

Ushbu tadqiqot aralash usul (mixed methods) asosida amalga oshirildi. Tadqiqotning birinchi bosqichida kompyuter grafikasi va kelajak kasblari bo'yicha 2019-2024-yillardagi 120 ta ilmiy maqola, 15 ta xalqaro tashkilotning hisobotlari va 8 ta sanoat tahlili o'rganildi. Maqolalar Scopus va Web of Science bazalaridan tanlandi, kalit so'zlar sifatida "computer graphics", "future of work", "digital twins", "metaverse careers", "VR/AR professions" ishlatildi.

Ikkinchi bosqichda kompyuter grafikasi asosida ishlaydigan 5 ta sanoat (arxitektura va qurilish, tibbiyot, o'yin sanoati, avtomobilsozlik, moda sanoati) vakillari bilan ekspert baholari o'tkazildi. Har bir sanoatdan 4 tadan jami 20 ta ekspert (CTO, bosh dizaynerlar, innovatsiya direktorlari) tanlandi. Ekspert baholari Delphi usuli asosida 3 bosqichda o'tkazildi: birinchi bosqichda ochiq savollar orqali kelajakdagi kasblar bashoratlari yig'ildi; ikkinchi bosqichda birinchi bosqich natijalari asosida tuzilgan savollar bo'yicha reyting baholari o'tkazildi; uchinchi bosqichda ikkinchi bosqich natijalari muhokama qilindi va oxirgi konsensusga erishildi.

Uchinchi bosqichda kompyuter grafikasi asosida ishlaydigan 15 ta kompaniya vakillari bilan yarim strukturalashtirilgan suhbatlar o'tkazildi. Suhbatlar 45-60 daqiqadan iborat bo'lib, quyidagi asosiy yo'nalishlarda o'tkazildi: (1) kompyuter grafikasi asosida yangi kasblarning vujudga kelishi; (2) an'anaviy kasblarning transformatsiyasi; (3) xodimlarni qayta tayyorlashdagi qiyinchiliklar; (4) kelajakdagi kompetensiyalar talablari.

Ma'lumotlarni tahlil qilish usullari

Sifatli ma'lumotlar (ekspert baholari va suhbatlar) uchun tematik tahlil usuli qo'llanildi. Birinchi bosqichda ochiq kodlash orqali 127 ta asosiy kod aniqlandi, keyin

ular 18 ta asosiy mavzuga birlashtirildi. Mavzular ichki va tashqi ishonchlilik nuqtai nazaridan tekshirildi.

Miqdoriy ma'lumotlar (sanoat tahlillari va hisobotlar) uchun tavsifiy statistika va prognozlash modellari qo'llanildi. Kelajakdagi kasblar sonini bashorat qilish uchun eksponensial o'sish modeli ishlatildi:

NATIJALAR

Kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan yangi kasblar tizimi

Tadqiqot natijalari asosida kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan yangi kasblar quyidagi to'rt kategoriyaga bo'linadi:

Virtual va kengaytirilgan haqiqat kasblari:

- Virtual muhit dizayneri – VR/AR muhitlarini arxitektura, interfeys va foydalanuvchi tajribasi jihatidan loyihalash;

- Holografik kontent ishlab chiquvchisi – real vaqtda ishlovchi hologrammalar yaratish;

- Sensor interfeys mutaxassisi – sezgichlar (gesture, eye-tracking) orqali boshqariladigan grafik interfeyslarni ishlab chiqish.

Raqamli ikkiliklar va simulyatsiya kasblari:

- Raqamli ikkilik mutaxassisi – jismoniy ob'ektlarning yoki tizimlarning real vaqtda yangilanadigan raqamli nusxalarini yaratish va boshqarish;

- Dinamik simulyatsiya muhandisi – murakkab tizimlarning (shahar infratuzilmasi, iqtisodiyot) raqamli modellarini yaratish;

- Prediktiv vizualizatsiya mutaxassisi – ma'lumotlarga asoslangan bashoratlar natijasini vizual tarzda ifodalash.

Sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan grafika kasblari:

- Procedural kontent mutaxassisi – algoritmlar yordamida avtomatik ravishda grafik kontent yaratish tizimlarini ishlab chiqish;

- Neuro-rendering muhandisi – sun'iy intellekt yordamida real vaqtda fotorealistik grafikani yaratish;

- Generativ grafika dizayneri – AI modellari yordamida kontent yaratish jarayonini boshqarish va natijalarni kreativ jihatdan yo'naltirish.

Metaverse va raqamli iqtisodiyot kasblari:

- Virtual mulk dizayneri – metaverse muhitida yer va binolarni loyihalash va ularga qo'shimcha qadriyat yaratish;

- Raqamli moda mutaxassisi – virtual kiyim-kechaklar va aksessuarlarni yaratish va ulardan foydalanish mexanizmlarini ishlab chiqish;

- Virtual tadbir rejisori – metaverse muhitida konferensiyalar, ko'rgazmalar va ijtimoiy tadbirlarni tashkil qilish.

Natijalardan ko'rinib turadiki, eng tez o'sayotgan kasblar sun'iy intellekt va kompyuter grafikasining kesishmasida vujudga kelmoqda (neuro-rendering muhandisi, generativ grafika dizayneri). Bu kasblar yillik 35-45% oralig'ida o'sish sur'atiga ega bo'lib, ularning asosiy xususiyati – texnik ko'nikmalar bilan kreativ qobiliyatning uyg'unligidir.

Kompyuter grafikasi faqat yangi kasblarni emas, balki an'anaviy kasblarning mazmunini ham tubdan o'zgartirmoqda. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi transformatsiya jarayonlari aniqlandi:

Arxitektura va dizayn sohasi: An'anaviy arxitektor endi faqat 2D chizmalar chizmay, balki mijoz bilan birgalikda VR muhitida loyihani tajribalaydi, quyosh nurining har bir soatdagi harakatini simulyatsiya qiladi va materiallarning fizik xususiyatlarini real vaqtda ko'rsatadi. Bu jarayonda arxitektor kompyuter grafikasi vositalarini boshqarish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

Tibbiyot sohasi: Jarrohlar endi murakkab operatsiyalarni boshlashdan oldin bemorning raqamli ikkiligi ustida VR muhitida mashq qilishlari mumkin. Shuningdek, AR ko'zoynaklar yordamida jarroh operatsiya paytida bemorning ichki organlarining 3D tasvirini ko'rish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu esa tibbiyot mutaxassislari uchun kompyuter grafikasi asosidagi vositalardan foydalanish ko'nikmasini talab qiladi.

Muhandislik sohasi: Muhandislar endi mahsulotlarni ishlab chiqish jarayonida faqat CAD dasturlaridan foydalanmay, balki ularning raqamli ikkiliklarini yaratib, turli sharoitlarda (harorat, bosim, vibratsiya) ularning xatti-harakatini simulyatsiya qiladilar. Bu esa muhandislik kasbining mazmunini o'zgartirib, muhandislardan kompyuter grafikasi va simulyatsiya bilan ishlash ko'nikmasini talab qiladi.

Kelajak kasblari uchun zarur kompetensiyalar tizimi

Tadqiqot natijalariga ko'ra, kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblar uchun zarur kompetensiyalar quyidagi tizimni tashkil etadi:

Asosiy texnik kompetensiyalar (40%):

- 3D modellashtirish va teksturalash (Blender, Maya, 3ds Max);
- Real vaqtda renderlash texnologiyalari (Unreal Engine, Unity);
- VR/AR dasturlash (OpenXR, ARKit, ARCore);
- Sun'iy intellekt bilan integratsiyalashgan grafika vositalari.

Domen bilimlari (25%):

- Arxitektura va dizayn tamoyillari (virtual muhit dizaynerlari uchun);
- Tibbiyot anatomiyasi va fiziologiyasi (tibbiy vizualizatsiya mutaxassislari uchun);
- Muhandislik prinsiplari va materialshunoslik (simulyatsiya muhandislari uchun);
- Ijtimoiy va madaniy kontekst (metaverse kontent ishlab chiquvchilari uchun).

Kreativ va kognitiv kompetensiyalar (20%):

- Vizual hikoya qilish va dramaturgiya;
- Foydalanuvchi tajribasi (UX) dizayni;
- Tanqidiy fikrlash va muammolarni hal qilish;
- Kross-kultural kompetensiyalar.

Etik va ijtimoiy kompetensiyalar (15%):

- Raqamli muhitlarda maxfiylik va xavfsizlik;
- Raqamli inklyuzivlik va qulaylik (accessibility);
- Virtual identifikatsiya va shaxsiy ma'lumotlar etikasi;
- Raqamli muhitlarda ijtimoiy mas'uliyat.

MUHOKAMA

Kompyuter grafikasining kelajak kasblaridagi strategik ahamiyati

Kompyuter grafikasining kelajak kasblari tizimidagi asosiy roli – murakkab ma'lumotlarni inson idrokiga mos tarzda ifodalash va yangi iqtisodiy faoliyat shakllarini ta'minlovchi virtual muhitlarni yaratishdan iborat. Bu ikkita asosiy funksiyasi quyidagicha izohlanishi mumkin:

Birinchidan, kompyuter grafikasi "ma'lumotlarni tushunish vositasi" sifatida xizmat qiladi. Zamonaviy iqtisodiyotda ma'lumotlar hajmi eksponensial o'sib bormoqda, lekin ularning aksariyati jadval va matn shaklida ifodalanganda inson tomonidan samarali qayta ishlanmaydi. Kompyuter grafikasi yordamida ma'lumotlar 3D vizualizatsiya, interaktiv diagrammalar va virtual simulyatsiyalar shaklida ifodalanadi, bu esa ularni tushunish va tahlil qilishni osonlashtiradi. Masalan, shahar boshqaruvi mutaxassislari shaharning raqamli ikkiligi orqali transport oqimini, energiya iste'molini va atrof-muhit ko'rsatkichlarini bir vaqtda kuzatishi va bashorat qilishi mumkin.

Ikkinchidan, kompyuter grafikasi "virtual iqtisodiy faoliyat infratuzilmasi" sifatida xizmat qiladi. Metaverse va boshqa virtual muhitlar faqat o'yin va ko'ngilochar platformalar emas, balki to'liq qimmat yaratish zanjirlariga ega bo'lgan iqtisodiy ekotizimlarga aylanmoqda [4]. Bu muhitlarda ishlab chiqarish, savdo, moliya va ijtimoiy aloqalar kompyuter grafikasi asosida qurilgan virtual ob'ektlar va fazolar atrofida amalga oshiriladi. Masalan, virtual moda sanoati 2023-yilda 56 milliard dollarlik bozorqa ega bo'lib, bu raqam 2030-yilga kelib 480 milliard dollarga yetishi bashorat qilinmoqda.

Kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblarning cheklovlari va xavflari

Kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblarning rivojlanishi bir qator cheklovlar va xavflar bilan bog'liq:

Birinchi xavf – kasb bozoridagi notekislik. Kompyuter grafikasi mutaxassislari uchun talab asosan yirik shaharlar va rivojlangan mamlakatlarda to'planadi, bu esa qishloq va kam rivojlangan hududlarda yashovchi yoshlarning ushbu kasblarga kirish imkoniyatini cheklaydi. Tadqiqotimiz natijalari shuni ko'rsatdiki, kompyuter grafikasi kasblari bo'yicha ish o'rinlarining 78% i dunyoning 20 ta yirik shahrida to'planib, qolgan 22% i qolgan hududlarga tarqalgan.

Ikkinchi xavf – texnologik o'zgarishlarning tezligi tufayli kasb ta'limining ortda qolishi. Kompyuter grafikasi texnologiyalari o'rtacha 18-24 oyda tubdan yangilanadi, lekin an'anaviy kasb ta'lim dasturlari 4-5 yilda yangilanadi. Bu esa bitiruvchilarning ishga kirishganda ular egallagan ko'nikmalar eskirgan bo'lishi xavfini keltirib chiqaradi.

Uchinchi xavf – etik va ijtimoiy muammolar. Virtual muhitlarda ishlovchi mutaxassislarning faoliyati ko'pincha etik qoidalardan tashqari amalga oshiriladi. Masalan, virtual moda sanoatida raqamli modellar orqali tanaga oid nohaqiqiy standartlarni targ'ib qilish, yoki VR muhitlarida psixologik ta'sir ko'rsatuvchi grafik elementlarni ishlatish kabi muammolar hali yetarli darajada tartibga solinmagan.

Kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblarga samarali tayyorgarlik ko'rish uchun quyidagi strategiyalar taklif etiladi:

Mikro-kredensiallar tizimini joriy etish: An'anaviy 4 yillik ta'lim o'rniga modulli mikro-kredensiallar (har biri 3-6 oy davom etadigan) tizimi joriy etilishi kerak. Bu tizimda o'quvchilar o'z kasbiy yo'nalishiga mos keluvchi modullarni tanlab, ularni tugatgach sertifikat oladi. Bu yondashuv texnologik o'zgarishlarga moslashish imkonini beradi.

Ko'p disiplinary ta'lim dasturlarini rivojlantirish: Kompyuter grafikasi kasblari uchun zarur bo'lgan ko'p disiplinary kompetensiyalarni shakllantirish maqsadida ta'lim dasturlari grafika, domen bilimlari, dizayn va etika modullarini integratsiyalashtirishi kerak. Masalan, "Tibbiy vizualizatsiya" dasturi kompyuter grafikasi, anatomiya, tibbiy etika va foydalanuvchi tajribasi dizaynini o'z ichiga olishi kerak.

Sanoat hamkorligini kuchaytirish: Ta'lim muassasalari bilan sanoat korxonalari o'rtasidagi hamkorlikni mustahkamlash orqali o'quvchilarga haqiqiy loyihalarda ishtirok etish imkoniyati berilishi kerak. Bu yondashuv nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan uyg'unlashtirishga yordam beradi.

XULOSA

Kompyuter grafikasi kelajak kasblari ekosistemasining asosiy qozg'olonlaridan biriga aylanmoqda. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, kompyuter grafikasi 2030-yilga kelib butun dunyo bo'yicha 4.7 million yangi kasbni shakllantirish potensialiga ega bo'lib, ulardan 68% i interfaol va real vaqtda ishlovchi grafik kontent yaratish bilan bog'liq bo'ladi.

Kompyuter grafikasining kelajak kasblaridagi asosiy roli ikki yoqlama: birinchidan, u murakkab ma'lumotlarni inson idrokiga mos tarzda ifodalovchi "ma'lumotlarni tushunish vositasi" sifatida xizmat qiladi; ikkinchidan, u virtual iqtisodiy faoliyatni ta'minlovchi "virtual infratuzilma" vazifasini bajaradi.

Kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan yangi kasblar quyidagi to'rt kategoriyaga bo'linadi: (1) virtual va kengaytirilgan haqiqat kasblari; (2) raqamli ikkiliklar va simulyatsiya kasblari; (3) sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan grafika kasblari; (4) metaverse va raqamli iqtisodiyot kasblari. Ushbu kasblar uchun zarur kompetensiyalar tizimi to'rt guruhni o'z ichiga oladi: texnik ko'nikmalar (40%), domen bilimlari (25%), kreativ va kognitiv ko'nikmalar (20%), etik va ijtimoiy kompetensiyalar (15%).

Kelajakdagi tadqiqotlar quyidagi yo'nalishlarda o'tkazilishi tavsiya etiladi: (1) kompyuter grafikasi asosida shakllanayotgan kasblarning etik va ijtimoiy oqibatlarini chuqur o'rganish; (2) turli mamlakatlar va mintaqalarda kompyuter grafikasi kasblarining rivojlanish tendentsiyalarini solishtirish; (3) sun'iy intellektning kompyuter grafikasi kasblariga ta'sirini uzun muddatli prognozlash.

ADABIYOTLAR:

[1] Sutherland, I. E. (1963). Sketchpad: A man-machine graphical communication system. Proceedings of the Spring Joint Computer Conference, 23, 329–346.

- [2] Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- [3] World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva: WEF. 186 p.
- [4] Ball, M. (2022). *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*. Liveright Publishing. 352 p.
- [5] Autor, D. H., & Salomons, A. (2018). Is automation labor-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2018(1), 1–87.
- [6] Foley, J. D., van Dam, A., Feiner, S. K., & Hughes, J. F. (2013). *Computer Graphics: Principles and Practice* (3rd ed.). Addison-Wesley Professional. 1264 p.