

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI VAZIRLAR MAHKAMASI  
HUZURIDAGI BIZNES VA TADBIRKORLIK OLIY MAKTABI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.19/04.07.2023.1.88.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI VAZIRLAR MAHKAMASI  
HUZURIDAGI BIZNES VA TADBIRKORLIK OLIY MAKTABI**

**XAKIMOVA MAFTUNA TALXATBEK QIZI**

**GEOLOGIYA SOHASIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN  
FOYDALANISHNI TAKOMILLASHTIRISH  
(Davlat geologik monitoring xizmati misolida)**

**08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya**

**Iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2025-yil**

**Iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по экономическим наукам**

**Contents of dissertation abstract of the doctor of philosophy (PhD)  
in economic sciences**

**Xakimova Maftuna Talxatbek qizi**

Geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish  
(Davlat geologik monitoring xizmati misolida) ..... 3

**Хакимова Мафтуна Талхатбек кизи**

Совершенствование использования цифровых технологий в  
геологической сфере (на примере Государственной службы  
геологического мониторинга) ..... 25

**Xakimova Maftuna Talxatbek qizi**

Improving the Use of Digital Technologies in the Field of Geology  
(A case study of the State geological monitoring service) ..... 49

**E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati**

Список опубликованных работ  
List of publication ..... 56

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI VAZIRLAR MAHKAMASI  
HUZURIDAGI BIZNES VA TADBIRKORLIK OLIY MAKTABI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.19/04.07.2023.1.88.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI VAZIRLAR MAHKAMASI  
HUZURIDAGI BIZNES VA TADBIRKORLIK OLIY MAKTABI**

**XAKIMOVA MAFTUNA TALXATBEK QIZI**

**GEOLOGIYA SOHASIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN  
FOYDALANISHNI TAKOMILLASHTIRISH  
(Davlat geologik monitoring xizmati misolida)**

**08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya**

**Iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2025-yil**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.2.PhD/Iqt2335 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) tayyorlangan va O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi rasmiy web-saytida (<https://rgsbm.uz>) va "ZiyoNet" axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Gulyamov Saidaxror Saidaxmedovich**  
iqtisodiyot fanlari doktori, akademik

**Rasmiy opponentlar:**

**Kenjabayev Aman Turg'unovich**  
iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**To'rayev Shavkat Shuxratovich**  
iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Yetakchi tashkilot:**

**Xalqaro Nordik universiteti**

Dissertatsiya himoyasi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi huzuridagi DSc.19/04.07.2023.1.88.01 raqamli ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengashning 2025-yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ soat \_\_\_:\_\_\_ dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: Toshkent shahri, Mirobod ko'chasi, 25-uy Tel.: (+998971) 239-03-05; faks: (+99871) 239-03-03, e-mail: [info@rgsbm.uz](mailto:info@rgsbm.uz).

Dissertatsiya bilan O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (\_\_\_\_\_ - raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: Toshkent shahri, Mirobod ko'chasi, 25-uy Tel.: (+998971) 239-03-05; faks: (+99871) 239-03-03, e-mail: [info@rgsbm.uz](mailto:info@rgsbm.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.  
(2025-yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_\_\_ - raqamli reyestr bayonnomasi).

**D.X. Suyunov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**T.U. Qodirov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

**A.T. Kenjabayev**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

## KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurligi.** Jahon iqtisodiyotida geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish yer osti boyliklarini izlash, ulardan foydalanish samaradorligi va investitsion jozibadorlikni oshirishda muhim strategik omil hisoblanadi. Geoaxborot tizimlari (GIS), masofadan zondlash, sun'iy intellekt va 3D-modellashtirish texnologiyalari orqali geoma'lumotlarning real vaqt rejimida yig'ilishi va tahlil qilinishi natijasida resurslarni aniqlash aniqligini oshirish, qidiruv xarajatlarini kamaytirishga erishilmoqda. Bularning barchasi geologik xavflarni pasaytirish, ishlab chiqarish qarorlarini tezkor va ilmiy asosda qabul qilish, shuningdek, barqaror mineral resurslar boshqaruvini ta'minlashga xizmat qilmoqda. Dunyo bo'ylab geologiya sohasida geoaxborot texnologiyalaridan foydalanishning o'sish tendensiyasi shuni ko'rsatmoqdaki, "2020-yilda geologik kompaniyalarning taxminan 25-30 foizi landshaft tahlili va geofazoviy ma'lumotlarni tahlil qilish uchun geoaxborot texnologiyalaridan foydalangan bo'lsa, 2025-yilga kelib mazkur ko'rsatkich 50-60% gacha o'sishi kutilmoqda"<sup>1</sup>. Bundan ko'rinadiki, geologiya sohasining raqamli transformatsiyasi global resurs boshqaruvi samaradorligini oshiruvchi asosiy iqtisodiy drayverga aylanmoqda.

Jahonda geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish bo'yicha amalga oshirilayotgan tadqiqotlar asosan geoma'lumotlarni chuqur qayta ishlash imkonini beruvchi sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlarini joriy etish, 3D va 4D geologik modellashtirish orqali yer osti strukturalarini aniqlik bilan prognozlash, bulutli platformalarda geoma'lumotlar almashinuvi va xavfsizligini ta'minlash, shuningdek, masofadan zondlash orqali yirik maydonlarda geologik monitoringni avtomatlashtirish kabi ustuvor yo'nalishlarni qamrab oladi. Shu bilan birga, IoT sensorlari asosida geodinamik jarayonlarni real vaqtda kuzatish, data-mining texnologiyalari asosida mineral resurslar qidiruv strategiyalarini optimallashtirish, hamda raqamli ekotizimga yo'naltirilgan geologik loyihalarni iqtisodiy samaradorlik mezonlari asosida baholash bo'yicha ilmiy izlanishlar kengaymoqda. Ushbu tendensiyalar geologik tadqiqotlarni yuqori aniqlikda, kam xarajat bilan va ekologik barqaror tamoyillar asosida olib borish imkoniyatlarini kuchaytirmoqda.

O'zbekistonda 2020-2023-yillar oralig'ida raqamli texnologiyalarni rivojlantirishga qaratilgan islohotlar natijasida raqamli xaritalash va masofaviy zondlash (RS) texnologiyalari asosida 30 dan ortiq geologik hududlar bo'yicha geoaxborot platformalari ishlab chiqilgan, geoaxborot texnologiyalari asosida foydali qazilmalarni aniqlash, seysmik zonalarni tahlil qilish, yer tuzilmasini modellashtirish bo'yicha loyihalarni amalga oshirilmoqda, umumiy qiymati 1 milliard 865 million dollarlik 15 ta loyiha amalga oshirilishi rejalashtirilgan, geologiya fanlari universiteti virtual o'quv laboratoriyasining birinchi prototipi yaratilgan<sup>2</sup>. Keyingi yillarda geologiya-qidiruv ishlari hajmi avvalgi davrga nisbatan 3 barobar oshgan bo'lib, sohaga 3D seysmik qidiruv, aerogeofizika,

<sup>1</sup>Manba: <https://www.geospatialworld.net/>, <https://www.mckinsey.com/>.

<sup>2</sup>Manba: <https://www.uzembassy.by/news/31457>.

kosmogeologiya, raqamli geologiya kabi ilg'or usullarni joriy etish avj olib bormoqda. Shu bilan birga, 2025-2030 yillarda O'zbekistonda geoaxborot texnologiyalari asosida geologik tahdidlarni prognoz qilish va nazorat qilishning to'liq raqamli tizimini yaratish rejalashtirilgan, 2025-yildan boshlab respublika miqyosida geologik tahdidlarni raqamli asosda boshqarish tizimining shakllanishi kutilmoqda. O'zbekistonda raqamli iqtisodiyot muhitida raqamli texnologiyalarni boshqarishni yanada takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilayotganligi ushbu dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurligini ko'rsatmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida", 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son "“Raqamli O'zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi farmonlari, 2022-yil 28-dekabrdagi PQ-459-son "O'zbekiston Respublikasining 2023-2025-yillarga mo'ljallangan investitsiya dasturini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida", 2021-yil 21-apreldagi PQ-5083-son "Geologiya sohasiga investitsiyalarni faol jalb etish, tarmoq korxonalarini transformatsiya qilish va respublika mineral-xom ashyo bazasini kengaytirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida”gi qarori hamda sohaga oid boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda mazkur dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining I. "Demokratik va huquqiy jamiyatni ma'naviy-axloqiy va madaniy rivojlantirish, innovatsion iqtisodiyotni shakllantirish" ustivor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Raqamli texnologiyalardan foydalangan holda yerni masofadan o'lchash, zondlash ma'lumotlaridan keng foydalanish, tabiiy va texnogen xavflarni baholashning milliy iqtisodiyotni rivojlantirishdagi roli, uning xususiyatlari, qo'llash sohalari va takomillashtirishni tadqiq qilish borasida xorijiy mamlakat olimlari Lebel D., Nastev M., Hartmann G., Pradhan A.M., Riitta Molarius, David Ovadia, S.Mandal, Froude M.J., Petley D.N., Aleksandra E. Huff va boshqalar ilmiy ishlar olib borgan<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Lebel D. Geological Survey of Canada 8.0: mapping the journey towards predictive geoscience //Geological Society, London, Special Publications. – 2020. – T. 499. – №. 1. – p. 49-68.; Nastev M. et al. Methods and tools for natural hazard risk analysis in Eastern Canada: Using knowledge to understand vulnerability and implement mitigation measures //Natural Hazards Review. – 2017. – T. 18. – №. 1. – p. B4015002.; Hartmann G., Plenefisch T., Stammler K. Seismological central observatory (SZO) of BGR, Germany //Summ. Bull. Intl. Seismol. Cent. – 2018. – №. II. – p. 27-43.; Pradhan A. M. S., Lee S. R., Kim Y. T. A shallow slide prediction model combining rainfall threshold warnings and shallow slide susceptibility in Busan, Korea //Landslides. – 2019. – T. 16. – p. 647-659.; Riitta Molarius. Managing Technogenic Risks with Stakeholder Cooperation, August 2007.; David Ovadia. Geology as a contributor to national economies and their development, Published: 20 December 2017.; Mandal S., Mondal S. Statistical approaches for landslide susceptibility assessment and prediction (Статистические подходы к оползню оценка и прогнозирование восприимчивости). – Switzerland: Springer International Publishing, 2019. – 200 p.; Froude M.J., Petley D.N. Global fatal landslide occurrence 2004 to 2016 //Natural Hazards and Earth System Sciences. – 2018. – V. 18.–Iss. 8. –P. 2161–2181. URL: <https://doi.org/10.5194/nhess-18-2161-2018>.; Aleksandra E. Huff. Data-based Geologic Mapping for Exploration, A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy, 2024.

Shuningdek, geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan, xususan, geoaxborot texnologiyalardan foydalanish istiqbollari, ularning tutgan o'рни yuzasidan MDH olimlaridan N.A.Yakymchuk, A.A.Kuzin, E.N.Grishchenkova, M.G.Mustafin hamda ko'chki sodir bo'lishi mumkin bo'lgan hududlarni zonalashtirish masalalarini o'rganish yuzasidan esa I.M.Bubniak, A.M.Bubniak, O.D.Gavrilenko, I.A.Potapov, A.D.Potapov, A.P.Karpik, V.S.Xoroshilov, A.V.Komissarov, S.E.Lapin, V.B.Pisetskiy, Ye.P.Istomin, L.S.Slesareva, M.P.Kropotkin, G.L.Fisenko, L.Massel, S.Timofeyeva, Emil Bayramov va boshqa bir qator olimlar ilmiy ishlar olib borgan<sup>4</sup>.

Iqtisodiyotning real sektorida raqamli texnologiyalarni tutgan o'рни bo'yicha mahalliy iqtisodchi olimlar S.S.Gulyamov, A.T.Shermuxammedov, A.T.Kenjabaev, B.Yu.Xodiyev, I.Ye.Jukovskaya, Z.M.Otakuziyeva, N.F.G'ulomova, A.A.Ismoilov, shuningdek, geoaxborot texnologiyalari yordamida yer qari kartasini tuzishda ma'lumotlar bazasini yaratish, aerokosmik va uchuvchisiz uchish qurilmalaridan olingan ma'lumotlar orqali joylardagi o'zgarishlarni operativ aniqlash, monitoringini olib borish bo'yicha D.N.Raxmonov, L.X.Gulyamova, S.S.Ibroximov va boshqa bir qator yosh olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlarida ilmiy-uslubiy va amaliy jihatlar qisman o'z aksini topgan<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup>Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Integral estimation of the deep structure of some volcanoes and cymberlite pipes of the Earth //Geoinformatika. – 2019. – T. 1. – p. 28-38.; Kuzin A.A., Grishchenkova E.N., Mustafin M.G. Prediction of natural and technogenic negative processes based on the analysis of relief and geological structure //Procedia Engineering. – 2017. – T. 189. – p. 744-751.; Bubniak I. M., Bubniak A. M., Gavrilenko O. D. Digital field geology //Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020. – European Association of Geoscientists & Engineers, 2020. – T. 2020. – №. 1. – p. 1-4.; Потапов А.Д., Потапов И.А. Инженерно-геологические или геологические процессы и явления, их развитие в современности //Безопасность строительных систем. Экологические проблемы в строительстве. Геозология; Вестник МГСУ 9/2012; – с.191-196.; Карпик А.П., Хорошилов В.С., Комиссаров А.В. Анализ методов и средств изучения динамики перемещений оползневых склонов //Геодезия и маркшейдерия; Вестник СГУГиТ, Том 26, № 6, 2021; – с.17-32.; Лапин С.Э., Писецкий В.Б. К разработке геоинформационной панели безопасности подземных горных работ на основе связанных решений по прогнозу развития напряженного состояния массива горных пород и газовых потоков //Чебышевский сборник, Том 18 Выпуск 3; 2017, том 18, выпуск 3, с. 352–365.; Истомин Е.П., Слесарева Л.С. Оценка риска экстремальных гидрометеорологических явлений //Уч. зап. РГГМУ, вып. 16, 2010.; Крпоткин М.П. Совершенствование оценок опасности и методов расчетов гравитационных склоновых процессов. Инженерные изыскания, Том XI, № 11, – с. 44-54.; Shemyakin E.I., Fisenko G.L. et al. Zonal disintegration of rocks around underground mines, part III: theoretical concepts //Sov. Min. Sci.(Engl. Transl.);(United States). – 1987. – T. 23. – №. 1.; Массель Л.В., Комендантова Н.П. Оценка рисков природных и техногенных угроз устойчивости энергетических, экологических и социальных систем на основе интеллектуальных информационных технологий // «Информационные и математические технологии в науке и управлении» 2019 № 4 (16).; Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков // практикум. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2015. – с. 155.; Emil Bayramov. Role of GIS and Remote Sensing in the Environmental Management of Petroleum/Gas Pipelines, 2018.

<sup>5</sup>S.S.Gulyamov, A.T.Shermuxammedov. Development of digital economy in the republic of Uzbekistan. VII Uzbek-Indonesian Joint international scientific and practical conference “Innovative development of entrepreneurship” with the framework of scientific and research project “Global economic challenges and national economy development” Tashkent-Jakarta, 2018, September.-180-183 p.; A.T.Kenjabaev, M.M.Ikramov. Перспективы развития ИКТ и электронное правительство в экономике Узбекистана //Экономика, статистика и информатика, 2015. №2. 221-223 б.; Ходиев Б.Ю. Узбекистан: построение цифровой экономики //Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 12. 3-12 б.; Жуковская И.Е. Совершенствование методологии использования информационно-коммуникационных технологий в статистической деятельности в условиях формирования цифровой экономики: Автореф. дис. докт. эконом. наук (DSc) по специальности 08.00.14 - Информационные системы и технологии в экономике. Ташкент. 2020. 53 б.; Z.M.Otakuziyeva. Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish sharoitida korxonalar faoliyatining barqarorligini ta'minlash yo'llari: 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya mutaxassisligi Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc) Avtoreferati 2024.; N.F.G'ulomova. O'zbekiston hududlarida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish tizimini takomillashtirish: 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya mutaxassisligi Iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) Avtoreferati, 2021.; Ismoilov A.A., Ishnazarov A.I. Iqtisodiy tahlilning matematik usullari va bashoratlash. –T.: TDIU, 2007. -250 б.; Raxmonov

Yuqorida qayd etilgan olimlarning ilmiy izlanishlari axborot-kommunikatsiyalar sohasida boshqaruv tizimini takomillashtirish va raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish masalalarini o'rganishga salmoqli hissa qo'shgan, biroq xavfli geologik hodisalarni kuzatish hamda oldini olish maqsadida to'planadigan statistik ma'lumotlarni tahlil qilish jarayonlariga raqamli texnologiyalar tatbiq etish va ular yordamida tahlil qilish usullarni ishlab chiqish, jahon tajribasi asosida sohaning salohiyatini to'liq ochib berish masalalari yetarli darajada yoritilmagan. Xususan, xavfli geologik jarayonlarni kuzatish sohasi yetarli darajada o'rganilmaganligi mazkur yo'nalishda ilmiy tadqiqotlar olib borish zaruratini belgilab beradi va tadqiqot mavzusining dolzarbligini belgilaydi.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejasi bilan bog'liqligi.** Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi ilmiy tadqiqot rejasiga muvofiq "Geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish (Davlat geologik monitoring xizmati misolida)" mavzusidagi ilmiy loyiha doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** geologiya sohasining samaradorligini oshirishda raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishning ilmiy-nazariy asoslarini o'rganish va tahlil qilish;

geologiya sohasini raqamlashtirishda xorij tajribasi va uni O'zbekistonda qo'llash imkoniyatlarini aniqlash;

geologiya sohasida raqamli texnologiyalarni qo'llash orqali erishiladigan iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqlash va takomillashtirish;

geologik jarayonlarda foydalaniladigan tarqoq geoaxborot tizimlari va dasturiy ta'minotlarini birlashtirish bo'yicha uslubiyotni ishlab chiqish;

xavfli geologik jarayonlarni kuzatish sohasida raqamli texnologiyalarni qo'llash va joriy etish metodologiyasini ishlab chiqish, sinovdan o'tkazish.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida "O'zbekgidrogeologiya" davlat muassasasining Davlat geologik monitoring xizmati faoliyati tanlangan.

**Tadqiqotning predmeti** bo'lib davlat geologik monitoring xizmatining faoliyatini takomillashtirishda raqamli texnologiyalarni joriy etish va ulardan foydalanish bilan bog'liq tashkiliy-iqtisodiy munosabatlar hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida adabiyotlar tahlili, statistik tahlil, tizimli yondashuv, istiqbolli tahlil, bashoratlash kabi usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

global joylashuv tizimi va raqamli texnologiyalarni geodezik o'lchovlarda qo'llash natijasida samaradorlik ko'rsatkichlari o'zgarishining operatsion xarajatlar

---

D.N. Aholini interaktiv dinamik kartalarini tuzishning nazariy va amaliy masalalari //O'zbekiston Milliy universiteti. – 2020.; Gulyamova L.X. Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari //Toshkent: "Universitet". ISBN 978-9943-5279-1-1. – 2018.; Веб-картографирование и извлечение геопространственной информации из открытых данных в Узбекистане //Ташкентский государственный технический университет. – 2022.; Ibroximov S.S. Sug'oriladigan yer maydonlarini yo'qlamadan o'tkazishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash usullarini takomillashtirish (Andijon viloyati misolida) //“O'zdavyerloyiha” davlat-ilmiy loyihalash instituti. – 2022.

(-40...-60%), byudjet mablag‘lari tejalishi (+25...+30%), kunlik qamrov maydoni (+100%), monitoring chastotasi (2 baravargacha), zararning kamayishi (-20...-35%) chegara qiymatlari asoslangan;

xavfli geologik jarayonlarni kuzatib borish mexanizmining takomillashtirilishi natijasida 7 ta hududiy kuzatuv stantsiyalarida monitoring jarayonlarini onlayn rejimida tashkil etish orqali 2027-yilga qadar tejalishi mumkin bo‘lgan moliyaviy mablag‘lar hajmi asoslangan;

geologiya sohasidagi axborotlarni qayta ishlash, geoxavflarni monitoring qilish, kuzatish va boshqarishni ta‘minlash imkonini beruvchi raqamli platformaga mavjud axborot tizimlarini integratsiya qilish orqali ko‘chki xavfi aniqligi (90–95%), ogohlantirish vaqti (real vaqt), aholining tayyorgarligi (yuqori – 90%), qaror qabul qilish tezligi (oldindan rejalashtirilgan), zarar darajasi (50–70% kam) qiymatlarining ta‘minlanishi asoslangan;

O‘zbekistonda “Xavfli geologik jarayonlarni kuzatish” axborot tizimiga sun‘iy intellekt texnologiyalarini joriy etish orqali samarali foydalanishning 2030-yilga qadar prognoz ko‘rsatkichlari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchligi** qo‘llanilgan yondashuv va usullarning maqsadga muvofiqligi, ma‘lumotlarning rasmiy manbalardan, jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi va O‘zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligi ma‘lumotlaridan olinganligi, shuningdek tegishli xulosa va takliflar mutasaddi tashkilotlar tomonidan amaliyotga joriy qilinganligi, olingan natijalarning vakolatli tashkilotlar tomonidan tasdiqlanganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundaki, ishlab chiqilgan taklif va tavsiyalardan, geologiya soha faoliyati samaradorligini oshirishda, xavfli geologik jarayonlarni kuzatish mexanizmini takomillashtirishga doir maxsus tadqiqotlarni joriy qilishda hamda raqamli texnologiyalardan foydalanish samaradorligini baholashda foydalanish mumkinligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati esa, ulardan jahon miqyosida raqamli texnologiyalarni samaradorligini baholash, oliy ta‘lim va ilmiy tadqiqot institutlari faoliyatida qo‘llaniladigan usul va vositalar samaradorligini oshirish, shuningdek, mamlakatimiz miqyosidagi raqamli texnologiyalarni joriy qilishda hamda iqtisodiy, marketing, axborot texnologiyalari, elektron tijorat fanlari doirasida o‘quv qo‘llanmalar tayyorlashda foydalanish mumkinligi bilan izohlanadi. Shuningdek, tadqiqot natijalaridan iqtisodiy ta‘lim yo‘nalishlari talabalariga “Raqamli iqtisodiyot”, “Iqtisodiyotda axborot tizimi va texnologiyalari”, “Raqamli geologiya” kabi fanlarni o‘qitishda ilmiy manba sifatida foydalanish mumkin.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Xavfli geologik jarayonlarni kuzatishda raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

global joylashuv tizimi va raqamli texnologiyalarni geodezik o‘lchovlarda qo‘llash natijasida samaradorlik ko‘rsatkichlari o‘zgarishining operatsion xarajatlari (-40...-60%), byudjet mablag‘lari tejalishi (+25...+30%), kunlik qamrov maydoni (+100%), monitoring chastotasi (2 baravargacha), zararning kamayishi (-20...-35%)

chegara qiymatlari asoslangan bo‘lib, mazkur ko‘rsatkichlar Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi tomonidan “Tog‘-kon sanoati va geologiya sohasida islohotlarni chuqurlashtirish hamda tizim faoliyatini transformatsiya qilish strategiyasiga asoslangan yo‘l-xaritasi”ni ishlab chiqishda qo‘llanilgan. Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida geologiya sohasini modernizatsiya qilishda raqamli texnologiyalarni tatbiq etishning ilmiy asoslangan mexanizmlarini yaratish, mavjud resurslardan samarali foydalanish hamda monitoring va prognozlash sifatini sezilarli darajada oshirish imkonini bergan (“O‘zbekgidrogeologiya” DMning 2025-yil 4-martdagi 02/05-son ma’lumotnomasi);

xavfli geologik jarayonlarni kuzatib borish mexanizmining takomillashtirilishi natijasida 7 ta hududiy kuzatuv stantsiyalarida monitoring jarayonlarini onlayn rejimida tashkil etish orqali 2027-yilga qadar tejalishi mumkin bo‘lgan moliyaviy mablag‘lar hajmi bo‘yicha taklifi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligining “2023-2028-yillarga mo‘ljallangan raqamli transformatsiya qilish bo‘yicha chora-tadbirlar dasturi”ni ishlab chiqilishida inobatga olingan. Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida monitoring tizimining iqtisodiy samaradorligi oshib, xarajatlarni kamaytirish va mehnat resurslaridan foydalanishning optimal mexanizmini shakllantirish imkoni yaratilgan (“O‘zbekgidrogeologiya” DMning 2025-yil 4-martdagi 02/05-son ma’lumotnomasi);

geologiya sohasidagi axborotlarni qayta ishlash, geoxavflarni monitoring qilish, kuzatish va boshqarishni ta’minlash imkonini beruvchi raqamli platformaga mavjud axborot tizimlarini integratsiya qilish orqali ko‘chki xavfi aniqligi (90–95%), ogohlantirish vaqti (real vaqt), aholining tayyorgarligi (yuqori – 90%), qaror qabul qilish tezligi (oldindan rejalashtirilgan), zarar darajasi (50–70% kam) qiymatlarining ta’minlanishi bo‘yicha taklifi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligining “2023-2028-yillarga mo‘ljallangan raqamli transformatsiya qilish bo‘yicha chora-tadbirlar dasturi”ni ishlab chiqilishida inobatga olingan. Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida onlayn kuzatuv natijalari yuzasidan chora-tadbirlarni amalga oshirish va favqulodda vaziyatlardan erta ogohlantirish uslubiyotini takomillashtirish orqali xavfli geologik jarayonlarni tahlil qilishga ketadigan vaqtni kamaytirishga hamda yillik sarf-xarajatlarni 25-30 foizgacha qisqarish imkoni yaratilgan (“O‘zbekgidrogeologiya” DMning 2023-yil 6-yanvardagi 01/02-son ma’lumotnomasi);

O‘zbekistonda “Xavfli geologik jarayonlarini kuzatish” axborot tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish orqali samarali foydalanishning 2030-yilga qadar ishlab chiqilgan prognoz ko‘rsatkichlari Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligining “2023-2028-yillarga mo‘ljallangan raqamli transformatsiya qilish bo‘yicha chora-tadbirlar dasturi”ni ishlab chiqilishida inobatga olingan. Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida takroriy ma’lumotlarni qayta ishlashga sarflanadigan ortiqcha vaqt va mablag‘larni kamaytirish, inson resurslaridan oqilona foydalanish hamda monitoring jarayonlarida xarajatlarni sezilarli darajada qisqartirish imkoni yaratilgan (“O‘zbekgidrogeologiya” DMning 2025-yil 4-martdagi 02/05-son ma’lumotnomasi).

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Ushbu tadqiqot natijalari 3 ta xalqaro va 2 ta mahalliy, jami 5 ta ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan qilingan va aprobatsiyadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi.** Dissertatsiya mavzusiga taalluqli 9 ta ilmiy ish, jumladan O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan 1 ta mahalliy jurnallarda va 3 ta xorijiy jurnallarda hamda 5 ta maqola tezislar respublikada tashkillashtirilgan xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallarida chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxatidan iborat bo‘lib, umumiy hajmi 135 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi, zururligi asoslangan, maqsadi va vazifalari belgilangan, obykti hamda predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi, amaliy natijalari bayon qilingan, tadqiqot natijasida olingan xulosalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan. Tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar talab darajasida keltirilgan.

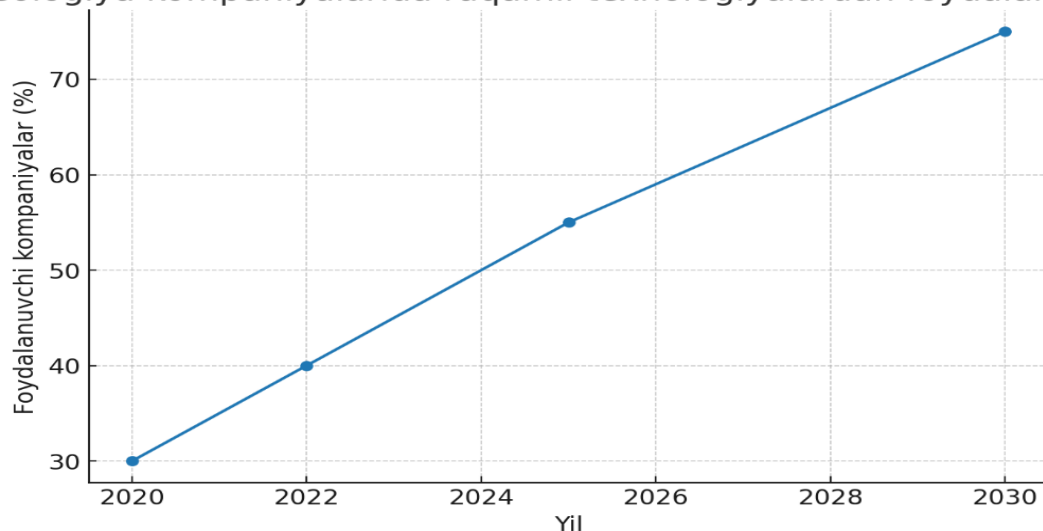
Dissertatsiyaning **“Geologiya sohasida raqamli texnologiyalarni qo‘llashning ilmiy-nazariy asoslari”** nomli birinchi bobida raqamli texnologiyalardan foydalanishning geologik sohasini rivojlantirishdagi ahamiyati va roli yoritilgan, ularni qo‘llashning metodologik jihatlari o‘rganilgan, shuningdek, mazkur sohada mavjud muammolar va ularga ta’sir etuvchi omillar tahlil qilingan.

So‘nggi yillarda geologiya sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanish keskin ortmoqda. 2020-yilda dunyo bo‘yicha geologik kompaniyalarning atigi 25–30 foizi geoaxborot tizimlari, landshaft tahlili va geofazoviy ma’lumotlarni qayta ishlashda raqamli yechimlardan foydalangan bo‘lsa, 2025-yilga kelib ushbu ko‘rsatkichning 50–60 foiz atrofida bo‘lishi prognoz qilinmoqda<sup>6</sup>. Shuningdek, xalqaro tahlillarga ko‘ra, 2030-yilga borib geologik razvedkada sun’iy intellektdan foydalanish 35%ga oshishi prognoz qilinmoqda (1-rasm).

---

<sup>6</sup>Manba: <https://www.geospatialworld.net/>, <https://www.mckinsey.com/>.

Geologiya kompaniyalarida raqamli texnologiyalardan foydalanish (%)



### **1-rasm. Geologiya kompaniyalarida raqamli texnologiyalardan foydalanish (%)<sup>7</sup>**

Raqamli texnologiyalarni geologiya sohasida joriy etish jarayoniga bir qator muammolar to'sqinlik qilmoqda. Eng avvalo, rivojlanayotgan mintaqalarda texnologik infratuzilmaning, xususan internet tezligi, serverlar va bulutli texnologiyalarning yetarli darajada rivojlanmaganligi jiddiy cheklovlar tug'dirmoqda. Mavjud uskunalar va dasturiy ta'minotlarning raqamli tizimlarga mos emasligi, shuningdek, katta hajmdagi, murakkab va turli formatdagi geologik ma'lumotlarni tahlil qilish va saqlashda yuqori samarali algoritmlarga ehtiyoj mavjudligi ham dolzarb muammolardan hisoblanadi.

Shuningdek, soha mutaxassislarning raqamli texnologiyalar bo'yicha yetarli bilim va ko'nikmalarga ega emasligi, ma'lumotlarning xavfsizligi va maxfiyligini ta'minlashdagi xavotirlar, texnologiyalarni joriy etish uchun zarur moliyaviy resurslarning cheklanganligi ham raqamli transformatsiyani sekinlashtiruvchi omillar sirasiga kiradi. Bundan tashqari, geologik ma'lumotlarning sifat va ishonchlilik darajasining pastligi, hamda iqlim o'zgarishlari fonida xavfli geologik jarayonlarning rivojlanishini prognoz qilishda yuzaga kelayotgan murakkabliklar mavjud bo'lib, ular uzoq muddatli kuzatuv va tahlillarni talab qiladi.

Xavfli geologik jarayonlarni kuzatish bo'yicha amalga oshirilayotgan ishlar qator kamchiliklar bilan kechmoqda. Jumladan, zamonaviy mexanik o'lchash asboblari bilan ta'minlanganlik darajasi past bo'lib, Yerni masofadan zondlash (xususan, kosmik tasvirlar) texnologiyalaridan yetarli darajada foydalanilmayapti. Kuzatuv jarayonlarini avtomatlashtirishga xizmat qiluvchi, ma'lumotni masofadan onlayn uzatish imkonini beruvchi avtonom qurilmalar mavjud emas.

Shuningdek, hududiy kuzatuv stansiyalarining malakali kadrlar bilan ta'minlanganligi yetarli darajada emas. Muhandislik-geologik tadqiqotlar ko'lami cheklangan bo'lib, ular ko'pincha faqat vizual kuzatish va laboratoriya ishlariga asoslangan. Natijada, berilayotgan ko'rsatmalar chuqur muhandislik-geologik

<sup>7</sup>World Economic Forum. Harnessing Artificial Intelligence for the Earth. – Geneva: WEF, 2018.

asosga ega emas, ularning amaliy samaradorligi va iqtisodiy jihatdan o'zini oqlash darajasi past bo'lmoqda.

Bundan tashqari, uchuvchisiz uchish apparatlaridan (UUA) foydalanish sust bo'lib, ularning natijalarini geologik-muhandislik tadqiqotlariga integratsiyalash bo'yicha metodologiya va tajriba yetishmaydi. Xususan: geologiya sohasida raqamli transformatsiya jarayonlariga ta'sir etuvchi to'siqlarni keltirib chiqaruvchi asosiy omillar:

Texnologik infrastrukturadagi cheklovlar:

Ko'plab rivojlanayotgan mintaqalarda raqamli texnologiyalarni joriy qilish uchun yetarli infratuzilma mavjud emas. Internet tezligi, serverlar, ma'lumotlarni saqlash imkoniyatlari va bulutli texnologiyalarni ishlatishning yetarli darajada rivojlanmaganligi muammo tug'dirmoqda.

Mavjud uskunarlar va dasturiy ta'minotning moslashuvchanligi:

Geologik ma'lumotlarni to'plash, tahlil qilish va modellashtirish uchun ishlatiladigan an'anaviy uskunarlar ko'plab raqamli texnologiyalarni qo'llab-quvvatlamaydi. Bu, ayniqsa, eski tizimlar yoki ilg'or texnologiyalarni integratsiya qilishda qiyinchiliklarga olib keladi.

Ma'lumotlarni tahlil qilish va saqlashdagi murakkablik:

Geologik ma'lumotlar juda katta hajmdagi, murakkab va turli xil formatdagi bo'lishi mumkin. Ularni to'plash, saqlash va tahlil qilish uchun yuqori samarali algoritmlar, sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalariga ehtiyoj mavjud bo'lib, mazkur texnologiyalarni amaliyotga joriy etish va sozlash jarayonlarining murakkabligi.

Kadrlarning malakasizligi:

Geologlar va boshqa mutaxassislarining ko'pchiligi yangi raqamli texnologiyalarni ishlatish uchun yetarli bilim va malakaga ega emasligi, raqamli texnologiyalarni qabul qilish va joriy qilish jarayonini sekinlashtiradi.

Xavfsizlik va maxfiylik masalalari:

Geologiya sohasida to'plangan ma'lumotlar ko'pincha strategik yoki maxfiy tusdagi bo'lib, raqamli texnologiyalarni joriy qilishda ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlash, ma'lumotlar buzilishi yoki kiberhujumlar kabi xavflarni oldini olish choralarini ko'rish muhim ahamiyat kasb etadi.

Moliyaviy cheklovlar:

Raqamli texnologiyalarni joriy qilish ko'pincha katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Ushbu texnologiyalarni amaliyotga joriy qilish uchun zarur bo'lgan investitsiyalar ko'plab tashkilotlar uchun yuqori xarajatli bo'lishi, qiyinchilik tug'diradi.

Geologik ma'lumotlar sifatining pastligi:

Ba'zan geologik ma'lumotlar yetarlicha to'g'ri yoki aniq bo'lmaydi, bu esa raqamli texnologiyalarni samarali ishlatish imkoniyatlarini cheklaydi. Ma'lumotlarning ishonchiligi va aniqligi raqamli tahlil va modellashtirish uchun muhim ahamiyatga ega.

O'zbekiston sharoitida geologiya sohasini innovatsion rivojlantirish bir qator ustuvor yo'nalishlarni qamrab oladi. Jumladan, sun'iy intellekt va ma'lumotlar tahlilidan foydalanish, geoaxborot texnologiyalar va masofaviy zondlash tizimlarini

keng joriy etish, zamonaviy geofizik hamda geokimyoviy metodlarni qo'llash, ekologik va ijtimoiy masalalarni hisobga olish, 3D modellashtirish va simulyatsiyani rivojlantirish, yuqori texnologik infratuzilmani yaratish hamda ilmiy tadqiqotlar va innovatsion materiallarni ishlab chiqish shular jumlasidandir. Mazkur yo'nalishlar geologiya sohasini modernizatsiya qilish, tabiiy resurslarni samarali boshqarish va barqaror rivojlanish strategiyalarini shakllantirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar geologiya sohasida raqamli texnologiyalarni samarali joriy etish uchun bir qator ustuvor yo'nalishlarga e'tibor qaratish zarurligini ko'rsatdi. Eng avvalo, raqamli infratuzilmani rivojlantirish muhim bo'lib, bu barcha tarkibiy bo'linmalarni yuqori tezlikdagi optik aloqa tarmoqlari bilan ta'minlash, zamonaviy serverlar, ma'lumotlar saqlash qurilmalari, uzluksiz elektr ta'minoti va kommutatsiya vositalari bilan jihozlashni o'z ichiga oladi. Shu bilan birga, ma'muriy va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish asosida axborot tizimlari va sun'iy intellekt elementlarini joriy etish orqali sohaning raqamlashtirilishini ta'minlash lozim.

Bundan tashqari, axborot xavfsizligini ta'minlash, xususan, yangilangan xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish, DLP tizimlarini joriy etish va texnik himoya vositalarini tatbiq etish orqali ma'lumotlarning tarqalishi va yo'qolishining oldini olish talab etiladi. Aholi va tadbirkorlik subyektlariga ko'rsatiladigan davlat xizmatlarini elektron shaklga o'tkazish, shuningdek, rahbar va mutaxassislar raqamli texnologiyalar hamda axborot xavfsizligi bo'yicha malakasini tizimli ravishda oshirish sohada raqamli transformatsiyani jadallashtirishga xizmat qiladi.

Yuqorida qayd etilgan barcha jihatlar mamlakatdagi tabiiy resurslarni yanada samarali boshqarish va O'zbekiston barqaror rivojlanishining asosiy yo'nalishi bo'lgan geologik jarayonlar bilan bog'liq xavflarni kamaytirish imkonini beradi.

Dissertatsiyaning **“Geologik jarayonlarga raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali iqtisodiy samaradorlikni oshirishning amaliy jihatlari”** nomli ikkinchi bobi O'zbekistonda geologik jarayonlarni samarali tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanishning uslubiy jihatlari bag'ishlangan.

Bugungi kunda respublikada geodezik o'lchovlarda zamonaviy GPS texnologiyalarining keng joriy etilishi aniq, tezkor va iqtisodiy samarali monitoring tizimini shakllantirmoqda. Sun'iy yo'ldoshlar orqali geodezik koordinatalarni to'g'ridan-to'g'ri ko'rish chizig'isiz aniqlash imkoniyati mehnat va vaqt xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi hamda ma'lumotlarning ishonchliligini oshiradi. GPS qabul qiluvchilarning yuqori aniqligi an'anaviy usullarga nisbatan o'lchov aniqligini 10 barobar yaxshilab, reperlar sonini 2,7 barobar kamaytirish va kuzatuv sikllarini ikki barobar oshirish imkoniyatini yaratdi. GPS texnologiyalari bilan Geobank, Micromine va masofadan zondlash texnologiyalarining keng qo'llanishi foydali qazilmalar zaxiralarini hisoblash, modellashtirish va tahlil jarayonlarini optimallashtirib, ilmiy-texnik samaradorlikni oshirib, yuqori aniqlikdagi kosmik suratlar (ASTER, Landsat, QuickBird) asosida konlar raqamlashtirishga, shuningdek, ruxsatnoma hujjatlarning elektron shaklda berilishi orqali vaqt va ma'muriy xarajatlar sezilarli darajada qisqartirishga erishilgan (1-jadval).

**GPS va raqamli texnologiyalarni geodezik o‘lchovlarda qo‘llash natijasida samaradorlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi<sup>8</sup>**

Ko‘rsatkich	An’anaviy usullar	GPS va raqamli texnologiyalar joriy etilgach	O‘zgarish (%)
O‘lchov aniqligi	≈100 mm	10 mm gacha	-90 % (aniqlik oshgan)
Reperlar soni	100 %	37 %	-63 %
Kuzatuv sikllari	100 %	200 %	+100 %
Konlarning raqamlashtirilgan qismi	0 %	73 %	+73 %
Ruxsatnoma hujjatlari elektron shaklda	0 %	51 %	+51 %

Respublika geologiya sohasida Ko‘chki siljish dinamikasini kuzatishda 3D lazerli yer usti skanerlardan foydalanish ham geodezik monitoringning zamonaviy va istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya relyefning uch o‘lchamli ko‘rinishini yuqori aniqlikda qayd etish, an’anaviy topografik usullarga nisbatan yanada ishonchli raqamli relyef modellarini yaratish va geodinamik jarayonlarni chuqur tahlil qilish imkonini berib, masofadan turib ma’lumot yig‘ish imkoniyati xavfsizlikni oshirib, vaqt va mehnat resurslarini tejashiga, hajmi hisoblash algoritmlari esa siljishlarni yuqori aniqlikda aniqlashga yordam bermoqda. Shuningdek, Trimble S7 taximetri va Trimble Sure Scan texnologiyasini qo‘llash orqali esa dala va ofis ishlarini sezilarli tezlashtirib, relyef modellarini yuqori aniqlikda qayta ishlash imkoniyati yaratilgan. Respublikada geologiya sohasida mazkur texnologiya amaliyotda qo‘llash orqali uglevodorod resurslariga istiqbolli 17 ta maydon bo‘yicha yuqori aniqlikdagi 3D geologik modellar ishlab chiqilgan va Paradigm dasturiy ta’minoti asosida seysmik ma’lumotlar chuqur qayta ishlovdan o‘tkazilgan. Natijada, tahlil jarayonlarining aniqligi va ishonchliligi oshib, qidiruv ishlari va investitsion qarorlarni qabul qilish jarayonida vaqt va mablag‘ tejashiga erishilgan.

Shu bilan bir qatorda ko‘chkilarning uch o‘lchamli modellarini yaratishda uchuvchisiz uchish apparatlaridan (UUA) foydalanish zamonaviy muhandislik-geologik tadqiqotlarning innovatsion yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, monitoring jarayonlarida yuqori aniqlik, tezkorlik va iqtisodiy samaradorlikni ta’minlaydi. UUA texnologiyasi ayniqsa borish qiyin yoki an’anaviy o‘lchovlar iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lgan hududlarda geodinamik jarayonlarni kuzatishning eng maqbul usuli hisoblanadi. Havo lazerli skanerlash relyef elementlarini yuqori aniqlikda qayd etib, morfologik tuzilmani tiklash va xavf darajasini aniqlash imkonini beradi.

<sup>8</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

Tahlillar shuni ko‘rsatmoqdaki, UUA texnologiyasini joriy etish operatsion xarajatlarni kamaytirib, budjet mablag‘larini tejash imkonini beradi. (2-jadval).

**2-jadval**

**GPS va raqamli texnologiyalarni geodezik o‘lchovlarda qo‘llash natijasida samaradorlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi<sup>9</sup>**

Ko‘rsatkich	Joriy etilishidan oldin	Joriy etilgach	O‘zgarish (%)
Operatsion xarajatlar	100 %	40–60 % gacha kamaygan	–40...–60 %
Budjet mablag‘lari tejalishi	0 %	25–30 % tejash	+25...+30 %
Kunlik qamrov maydoni	15–20 km <sup>2</sup>	30–40 km <sup>2</sup>	+100 %
Monitoring chastotasi	1 marotaba	2 marotaba	2 baravar oshgan
Zarar kamayishi	0 %	20–35 % gacha kamaygan	–20...–35 %

Bundan tashqari, xavf darajasining pasaytirilishi investitsion jozibadorlikni oshirib, konchilik, infratuzilma va energetika sohalarida sarmoyaviy risklarni kamaytiradi hamda yangi raqamli xizmatlar bozori orqali qo‘shimcha ish o‘rinlari yaratiladi. Umuman olganda, UUA texnologiyalarining keng joriy etilishi geologik xavflarni samarali boshqarish bilan bir qatorda iqtisodiy barqarorlik va investitsion faollikni oshiruvchi omil sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Bugungi kunda respublikada “raqamli iqtisodiyot” tamoyillarini joriy etish maqsadida Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi (keyingi o‘rinlarda - Vazirlik) hamda Raqamli texnologiyalar vazirligi tomonidan bir qator axborot tizimlari ishlab chiqilib amaliyotga joriy etgan. Jumladan:

1. “Geologik ma’lumotlar milliy banki” – foydali qazilma uchastkalari bo‘yicha geologik ma’lumotlarni boshqarish, raqamli xaritalar tuzish va ma’lumotlar bankini yuritish imkonini beradi.

2. “Loyihalashtirish” (BIM-texnologiyalari asosida) – sanoat obyektlarini modellashtirish, loyiha-smeta hujjatlarini tayyorlash, hisob-kitoblar va infratuzilmani loyihalashtirish uchun mo‘ljallangan.

3. “Foydali qazilmalar davlat balansini yuritish” – 2200 dan ortiq noruda foydali qazilma zaxiralari bo‘yicha balans ma’lumotlarini shakllantirish va tahlil qilish imkoniyatini beradi.

4. “Elektron davlat xizmatlari va yer qa’ri foydalanuvchilarini hisoblash” – yer qa’ri foydalanuvchilarini ro‘yxatga olish tizimi.

5. “Yer minerallari va tog‘ jinslari milliy elektron bazasi” – 600 dan ortiq mineral va tog‘ jinsi bo‘yicha ma’lumotlarni jamlagan bazadir.

6. “Yer osti suvlarini monitoring qilish” – 101 ta yer osti suvlari konlari, 855 ta zaxira maydonlari, 48253 ta foydalanuvchilar, 3093 ta monitoring quduqlari va boshqa muhim ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan tizim.

<sup>9</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

Bu tizimlar sohada ma'lumotlarni samarali yig'ish, qayta ishlash va boshqarish imkonini yaratmoqda.

Bugungi kunda O'zbekiston tabiiy resurslarni samarali boshqarish, geologik xavflarni prognoz qilish va sohaga oid barqaror rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqish zarurati bilan yuzma-yuz turibdi. Ushbu vazifalarni samarali hal etish geologiya sanoatining raqamlashtirilishini takomillashtirish va modernizatsiya qilish, shuningdek, barcha ma'lumotlarni yagona platformada jamlab, ularni tahlil qilish jarayonlarini rivojlantirishni taqozo etadi. Mazkur yondashuvni bosqichma-bosqich amalga oshirish rejasi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Raqamli platformani ishlab chiqish – geologik ma'lumotlarni yig'ish, saqlash va qayta ishlash imkoniyatlarini ta'minlaydigan maxsus axborot tizimini yaratish;

Kadrlar tayyorlash – geologlar va boshqa mutaxassislarni yangi tizimlardan foydalanishga o'rgatish bo'yicha treninglarni tashkil etish;

Pilot loyihalar – raqamli statistik hisobotlar va ma'lumotlarning samaradorligini baholash maqsadida tajriba loyihalarini yo'lga qo'yish;

Tarqatish va masshtablash – muvaffaqiyatli natijalarga asoslanib, raqamli texnologiyalarni geologiyaning turli sohalarida keng joriy etish.

Shu nuqtayi nazardan, geologik jarayonlarda raqamli texnologiyalarni keng qo'llash natijasida ishlab chiqilgan elektron statistik hisobot va ma'lumotlar konsepsiyasi nafaqat geologik ma'lumotlarni yig'ish, saqlash va tahlil qilish imkonini beradi, balki boshqaruv jarayonlarini samaraliroq qilish va ularning shaffofligini ta'minlashga ham xizmat qiladi.

Shunday qilib, raqamli platformani joriy etish axborot oqimlarini markazlashtirish, tezkor boshqaruv qarorlarini qabul qilish, resurslardan oqilona foydalanish va xalqaro standartlarga moslashish imkonini berib, iqtisodiy samaradorlikni va geologik xavfsizlikni sezilarli darajada oshiradi. Mazkur tajriba O'zbekiston uchun uch asosiy muhim yo'nalishni taqdim etadi.

1. Ma'lumotlarning integratsiyasi va ochiqligi – ilg'or davlatlarda xavfli geologik jarayonlarga oid barcha ma'lumotlar yagona raqamli platformalarda jamlanadi.

2. Sun'iy intellekt va mashinali o'qitishdan foydalanish – xorijiy amaliyot shuni ko'rsatmoqdaki, mashinali o'qitish algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlar asosida xavfli jarayonlarning yuz berish ehtimolini yuqori aniqlik bilan bashorat qila oladi.

3. Moliyaviy va institutsional mexanizmlar – rivojlangan mamlakatlarda bunday tizimlarni joriy etish davlat-xususiy sheriklik asosida yo'lga qo'yilgan. O'zbekistonda ham, geologik jarayonlarni raqamli monitoring qilish bo'yicha yirik investitsiya loyihalarini jalb etish, xalqaro moliyaviy institutlar bilan hamkorlik qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Platformalar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- ruxsatnomalar va litsenziyalarni elektron shaklda boshqarish;
- konlarga oid ekologik monitoring natijalari va tahlillar;
- minerallar zaxiralari, qazib olish statistikasi, eksport-import ma'lumotlari;
- geologik tadqiqotlar bo'yicha hisobotlar va tahliliy ma'lumotlar.

Ma'lumotlar muntazam yangilanib, xodimlar, tadqiqotchilar va boshqaruv organlariga onlayn taqdim etiladi. Statistik hisobotlar avtomatlashtirilgan dasturlar

yordamida tayyorlanib, inson xatolarini kamaytiradi va ma'lumotlarning dolzarbligini oshiradi.

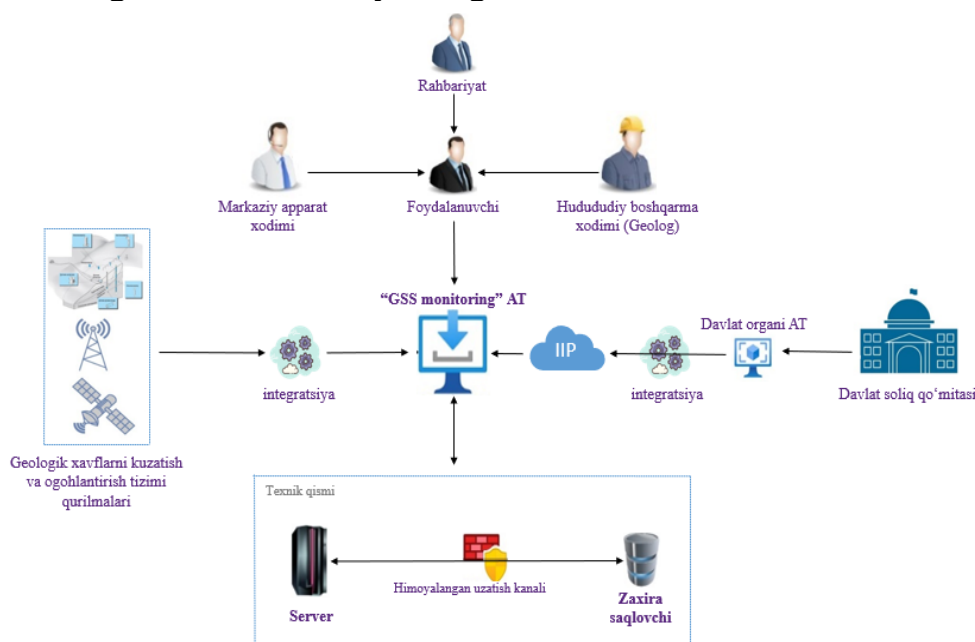
O'zbekiston uchun ushbu tajribalarning implikatsiyasi shundan iboratki, xavfli geologik jarayonlarni samarali boshqarish nafaqat ilmiy-texnikaviy muammo, balki ijtimoiy-iqtisodiy masala sifatida qaralishini taqozo etadi.

Xulosa qilib aytganda, xavfli geologik jarayonlarni kuzatishda raqamli platformalarni takomillashtirish — bu nafaqat monitoring va prognozlash samaradorligini oshirish, balki iqtisodiy samaradorlikka ham erishish, aholining xavfsizligini ta'minlash va barqaror rivojlanishni qo'llab-quvvatlashda muhim omil hisoblanadi.

Dissertatsiyaning **“Xavfli geologik jarayonlarda iqtisodiy samaradorlikni oshirishda raqamli texnologiyalardan foydalanish istiqbollari”** nomli tadqiqot ishining uchinchi bobida zamonaviy raqamli texnologiyalarini joriy etish va ulardan foydalanish metodologik jihatlarini qamrab olgan bir qator muhim masalalar ko'rib chiqilgan.

Respublikada xavfli geologik jarayonlarni monitoring qilish, o'rganish va aholi punktlari va boshqa obyektlarni zararli ta'sirlardan himoya qilish bo'yicha tezkor qarorlarni qabul qilish va amalga oshirish uchun ogohlantirish vazifasini **“O'zbekgidrogeologiya”** davlat muassasasi huzuridagi **“Davlat geologik monitoring xizmati”** (Davlat xizmati) bajaradi.

Tadqiqot natijasida, respublikasi hududida faollashgan xavfli geologik jarayonlarning (ko'chkilar, cho'kishlar, suffuziyalar, karstlar va boshqalar) rivojlanishini kuzatish va bashorat qilish imkonini beruvchi, shuningdek xavfli tabiiy jarayonlarni o'rganish, monitoring qilish, prognozlash bilan shug'ullanuvchi turli tashkilotlarning zamonaviy talab va ehtiyojlariga javob beradigan yagona monitoring tizimi yaratish taklif etilgan bo'lib mazkur taklif asosida **“GSS-monitoring”** axborot tizimi yaratilgan.

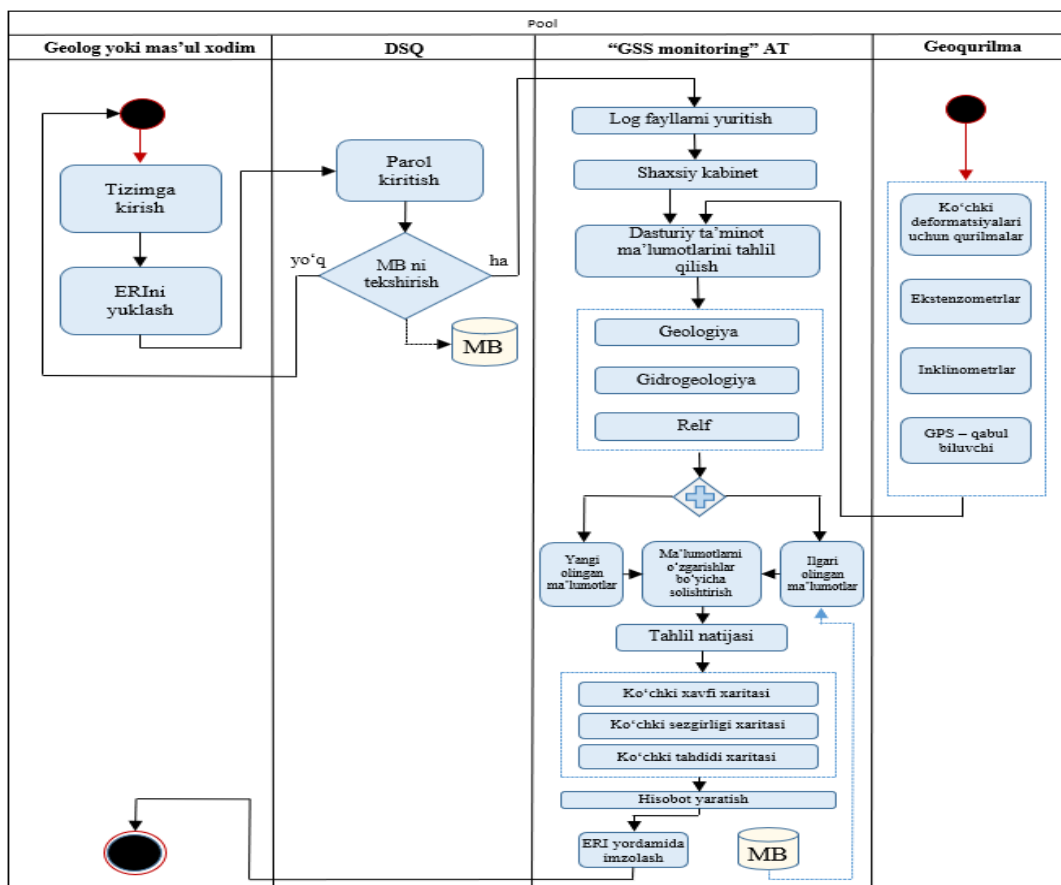


**2-rasm. “GSS-monitoring” axborot tizimining arxitekturası<sup>10</sup>**

<sup>10</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

Axborot tizim arxitekturasi uch darajali tizimga mos bo‘lib, quyidagilarni ta’minlaydi: yagona markazlashgan ma’lumotlar bazasi va foydalanuvchi rollari boshqaruvi, axborot xavfsizligi va ko‘p bosqichli vakolat taqsimoti, me’yoriy hujjatlar va ma’lumotlar tekshiruvlarida hamkorlik, yuklamani dinamik taqsimlash va yagona autentifikatsiya mexanizmi, darajalarni nosozlik yoki texnik xizmat paytida izolyatsiya qilish, masshtablik va tizimni tez va oson qayta sozlash imkoniyati.

Axborotni qayta ishlash jarayoni boshqaruv kompyuteri tomonidan amalga oshiriladi va quyidagilarni o‘z ichiga oladi: o‘lchov birliklaridan avtomatik ma’lumot olish, vaqt parametrlarini sozlash, tizim holatini monitoring qilish, o‘lchov ma’lumotlarini tanqidiy chegaralarga muvofiq tahlil qilish, boshqaruv buyruqlarini shakllantirish, ma’lumotlarni arxivlash va ko‘rish hamda ma’lumotnomalarni taqdim etish.



**3-rasm. “GSS-monitoring” axborot tizimining ma’lumotlarni qabul qilish chizmasi<sup>11</sup>**

Axborot tizimidan foydalanadigan geologlar geologik parametrlar bo‘yicha ma’lumotlarni to‘plash va uzatish uchun zamonaviy qurilmalardan foydalanishlari ham mumkin. Foydalanuvchilarning umumiy soni taxminan 200 kishi bo‘lishi kutilmoqda va har bir foydalanuvchi o‘z funksiyalarini bir nechta rollarni birlashtirmasdan bajarishi kerak.

Yaratilgan “GSS-monitoring” tizimi yordamida 63 ta ko‘chki zonasi, 191 ta quyi zonadagi 832 ta xavfli hudud qamrab olindi. Bugungi kunda bazada 8000 kunlik kuzatuv, yer ko‘chkilari katalogi, 500 ga yaqin ko‘rsatmalar, 3500 dan ortiq

<sup>11</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

atmosfera yogʻinlari maʼlumotlari, 2000 dan ortiq rejim kuzatuvlari maʼlumotlar mavjud. Tizim ekologiya axborot tizimi bilan integratsiyalashgan boʻlib, 7 ta hududiy kuzatuv stansiyasi uchun maʼlumotlar bazasi tashkil qilingan. Tizim joriy etilishi bilan maʼlumot yigʻish va tahlil samaradorligi oshdi, vaqt tejalgan.

Ilgari bir vaqtning oʻzida Respublikada mavjud 1 ta kuzatuv stansiyasida 9 nafar xodim tomonidan xavfli geologik jarayonlarni kuzatish va tahlil qilish ishlari amalga oshirilgan boʻlsa (2022-yil uchun har bir xodimning bir kunlik oʻrtacha ish haqi miqdori taxminan 51 232 soʻm boʻlib, transpor, maxsus kiyim va ijtimoiy taʼminotga ketadigan sarf-xarajatlar 40 330 soʻm boʻlsa, yillik sarf-xarajatlar jami 21 333 946 soʻmni, 9 nafar xodimning yillik sarf-xarajatlari 192 005 514 soʻmni tashkil etgan), tizim joriy etilishi natijasida 6 nafar xodim 1 ta kuzatuv stansiyasidagi xavfli geologik jarayonlarni monitoring va tahlil qilish imkonini berdi, yaʼni 3 nafar xodimning jami 5592 soatlik (agar bitta xodim bir yilda, yaʼni 11 oyda 233 kun ishlashini va oʻrtacha bir kunda 8 soatdan ishlashini hisobga olinsa, xodim bir yilda 1864 soat ishlaydi) mehnat resursi tejaldi.

Demak, har bir xodimning yillik ish haqi 21 333 946 soʻm boʻlganini hisobga olgan holda, tejalgan mehnat resurslariga mos ravishda qisqaradigan sarf-xarajatlar 64 001 838 soʻmni tashkil etadi. Yillik sarf-xarajatlar qisqarishi foizini hisoblash quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\text{Qisqartirish foizi} = \frac{\text{Qisqartirilgan sarf} - \text{xarajat}}{\text{Avvalgi jami sarf} - \text{xarajat}} \times 100$$

$$\text{Qisqartirish foizi} = \frac{64\,001\,838}{192\,005\,514} \times 100 \approx 33\%$$

Shu bilan birga, xavfli geologik jarayonlarni kuzatish va tahlil qilish uchun sarflanadigan qogʻoz (*ogohlantirish xatlar, tahliliy maʼlumot, hisobotlar*) shaklidagi jami 480 kg qogʻoz sarfi umumiy 11,2 mln. soʻm tejaldi.

Demak, 2023-yilda 7 ta kuzatuv stansiyalari miqyosida iqtisod qilingan moliyaviy mablagʻi 459,21 mln. soʻm (448,01 mln.+11,2 mln.=459,21 mln.) va 2023–2027-yillik davr uchun oʻrtacha inflyatsiya 8% boʻlsa, unda har bir yil uchun iqtisod qilingan moliyaviy mablagʻni hisoblash formulasi quyidagicha boʻladi:

$$Yil_n = Yil_{n-1} \times (1 + \text{Inflyatsiya})$$

Bu yerda:

- $Yil_{n-1}$  – oldingi yilning moliyaviy mablagʻ;
- Inflyatsiya - 8% yoki 0,08<sup>12</sup>.

Mazkur formula yordamida amalga oshirilgan hisob natijasida, “GSS-monitoring” axborot tizimini amaliyotga joriy etish orqali 2027 yilga kelib, tashkilotga iqtisod qilgan moliyaviy mablagʻ 624,75 mln. soʻmga teng boʻlishi aniqlandi (3-jadval).

<sup>12</sup>Manba: [https://cbu.uz/uz/monetary-policy/publications/press-releases/2117319/?utm\\_source](https://cbu.uz/uz/monetary-policy/publications/press-releases/2117319/?utm_source).

**2024–2027-yillar uchun iqtisod qilinadigan moliyaviy mablag‘lar<sup>13</sup>**

T/r	2024-2027 yillarda iqtisod qilingan moliyaviy mablag‘ (so‘m)	
1.	2024 yil	495,94 mln.
2.	2025 yil	535,62 mln.
3.	2026 yil	578,47 mln.
4.	2027 yil	624,75 mln.

Moliyaviy ko‘rsatkichlar asosida baholash yetarli bo‘lmasa-da, loyiha O‘zbekiston uchun kengroq iqtisodiy va ijtimoiy foydalarni taqdim etadi. Tizim xavfli geologik jarayonlarni erta aniqlash, monitoring qilish va prognozlash imkonini yaratadi, bu esa avariya oqibatlarini bartaraf etishga emas, balki ularning oldini olishga imkon beradi. Bu yondashuv tiklash xarajatlaridan arzon va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

Shu o‘rinda, “Xavfli geologik jarayonlarini kuzatish” axborot tizimida sun‘iy intellekt (SI) texnologiyalari yordamida ko‘chki xavfi mavjud hududlarda geologik jarayonlarni tahlil qilish, xavfni bashorat qilish, tezkor ogohlantirish va qaror qabul qilishni tashkil etish kutilmoqda. Har bir yil uchun belgilangan prognoz ko‘rsatkichlari, raqamli texnologiyalarning integratsiyasi va innovatsiyalarni hisobga olgan holda, tizimni global miqyosda raqobatbardosh qilishga yordam beradi (4-jadval).

**“Xavfli geologik jarayonlarini kuzatish” axborot tizimiga sun‘iy intellekt texnologiyalarini joriy etish orqali samarali foydalanishning 2023–2030-yillar uchun prognoz ko‘rsatkichlari<sup>14</sup>**

T.r	Texnologiya	Qisqacha tavsifi	Qo‘llanilishi
1.	Sensor ma‘lumotlari asosida SI tahlil	IoT qurilmalardan olingan ma‘lumotlarni tahlil qilish	Yer silkinishi, yer o‘zgarishi, harorat, namlik va h.k.
2.	Mashinali o‘rganish (ML)	Tarixiy geologik ma‘lumotlar asosida xavfni bashorat qilish	Ko‘chki, siljish va yerning noturg‘unligi xavfini prognozlash
3.	Sun‘iy yo‘ldosh tasvirlari	Geokosmik monitoring va real vaqtda tasvir tahlili	Hududdagi fizik o‘zgarishlarni aniqlash
4.	SI ogohlantirish tizimi	Xavf darajasiga qarab avtomatik ogohlantirish yuborish	Aholi va mutasaddi idoralarni xabardor qilish
5.	Qarorlarni qo‘llab-quvvatlovchi SI	Vaziyatga qarab SI tavsiyalar beradi	Evakuatsiya, xavf darajasi, resurs taqsimoti va h.k.

<sup>13</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

<sup>14</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

“Xavfli geologik jarayonlarini kuzatish” axborot tizimiga sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etishning yillar kesimidagi qadamlar ketma-ketligi quyidagicha:

### 5-jadval

#### “Sun’iy intellekt asosida xavfli geologik jarayonlarni monitoring qilish va prognozlash tizimini bosqichma-bosqich joriy etish rejasi (2023–2030 yillar)<sup>15</sup>

Bosqich (yil)	Asosiy chora-tadbirlar	Kutilayotgan natijalar
2023–2024 ( <i>Boshlang‘ich bosqich</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilot hududlarda IoT sensorlar va sun’iy yo‘ldosh monitoring tizimlarini o‘rnatish;</li> <li>- Tarixiy ma’lumotlar bazasini yaratish;</li> <li>- ML algoritmlarini dastlabki tayyorlash;</li> <li>- 2 ta kuzatuv stansiyasida tajriba joriy etish.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30–40 % aniqlikdagi xavf bashorati;</li> <li>- Dastlabki monitoring tizimini ishga tushirish.</li> </ul>
2025–2026 ( <i>Integratsiya bosqichi</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SI modelini boshqa tog‘li hududlarga kengaytirish;</li> <li>- 70 % gacha bashorat aniqligiga erishish;</li> <li>- Real vaqt rejimida ogohlantirish tizimini joriy etish (mobil ilova, SMS, hukumat portali).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favqulodda vaziyatlarga javob berish vaqtini 30 % ga qisqartirish;</li> <li>- Tizim qamrovini kengaytirish.</li> </ul>
2027–2028 ( <i>Tavsiyalar tizimi</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SI asosida qarorlarni qo‘llab-quvvatlash moduli ishlab chiqish;</li> <li>- Evakuatsiya rejaları, xavfsiz hududlar, logistika bo‘yicha tavsiyalar shakllantirish;</li> <li>- Interaktiv xavf xaritasini yaratish.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 85–90 % aniqlikda prognoz;</li> <li>- Qaror qabul qilish jarayonini raqamlashtirish.</li> </ul>
2029–2030 ( <i>To‘liq avtomatlashtirish</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tizimni respublika miqyosida ishga tushirish;</li> <li>- Real vaqtli SI tahlili, ogohlantirish va qaror berish platformasini joriy etish;</li> <li>- Aholi ogohligini 90 % darajaga yetkazish;</li> <li>- Xalqaro standartlarga muvofiqlashtirish (UNDRR, INSARAG).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ko‘chki xavfidan zararlarni 50–70 % ga kamaytirish;</li> <li>- Tizimni xalqaro standartlarga moslashtirish.</li> </ul>

<sup>15</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

Xavfli geologik jarayonlarni kuzatish va prognozlashda boshqariladigan (nazorat ostida) mashinali o'qitish algoritmlari samarali qo'llanilmoqda. Ushbu algoritmlar yuqori aniqlikda ishlashi uchun oldindan prognoz qilinishi lozim bo'lgan maqsadli ko'rsatkichlarga ega katta hajmdagi monitoring ma'lumotlari zarur bo'ladi.

## 6-jadval

### Prognoz asosidagi kutilayotgan samaradorlik ko'rsatkichlari<sup>16</sup>

T.r	Yo'nalish	2023-yil holati	2030-yilda kutilayotgan natija
1.	Ko'chki xavfi aniqligi	30–40%	90–95%
2.	Ogohlantirish vaqti	1–3 soat kechikish	real vaqt
3.	Aholining tayyorgarligi	past	yuqori (90%)
4.	Qaror qabul qilish tezligi	inson omili asosida	oldindan rejalashtirilgan
5.	Zarar darajasi	yuqori	50–70% kamayish

Hozirgi davrda xavfli geologik jarayonlarni prognozlashda eng dolzarb vazifalardan biri tahlil modellarini muntazam ravishda qayta tayyorlash zaruratidir. Agar yaratilayotgan model monitoring jarayonida zarur bo'lgan ma'lumotlarni mustaqil ravishda tanlay olsa, ularni sharhlay olsa va o'z-o'zini o'rganish mexanizmlari orqali rivojlantira olsa, bu geologik xavf-xatarlarni oldindan aniqlash va ularning oqibatlarini kamaytirishda ilmiy hamjamiyat uchun katta yordam beradi.

Uzoq muddatli istiqbolda esa bunday yondashuv ijodiy tahlil qilish, turli fanlararo tajribalarni integratsiya qilish va yangi bilimlarni shakllantirish imkoniyatini yaratib, sun'iy intellekt davriga qo'yiladigan ilk qadam bo'ladi.

<sup>16</sup>Tadqiqotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

## XULOSA

Tadqiqot natijalariga ko'ra, xavfli geologik jarayonlarni kuzatishda raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish yuzasidan olib borilgan tadqiqot natijasida quyidagi asosiy xulosalar olindi:

1. Dissertatsiya ishida raqamlashtirishning shakllanishi, xavfli geologik jarayonlarni yanada samarali kuzatish va boshqarish bo'yicha ilg'or xorijiy tajribalar keng ilmiy tadqiq etildi, geoxavflarni monitoring qilish va tahlil qilishni yaxshilash uchun raqamli texnologiyalarni qo'llash ulkan salohiyatga ega ekanligi, axborot tizimlar va zamonaviy dasturiy yechimlar orqali ma'lumotlarni yig'ish, uzatish va qayta ishlash yanada samarali ekanligi isbotlandi.

2. Mamlakatda geologiya sohasida joriy etilgan raqamli texnologiyalarning holati o'rganildi. Ilmiy ishda ular raqamli texnologiyalarni qo'llanilganlik holati yuzasidan tadqiq etilib, bir qator ilmiy-uslubiy va amaliy taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi.

3. Geologiyaga raqamli texnologiyalarni joriy etish jarayonida O'zbekiston duch kelayotgan bir qator muammolar tadqiqi etilib, raqamli texnologiyalarni joriy etish jarayonlariga ta'sir etuvchi omillar aniqlandi va ularni bartaraf etish yo'llari yoritildi.

4. Xavfli geologik jarayonlarni monitoring qilish va tahlil qilish jarayonlarini raqamlashtirish orqali faoliyatga doir hisobotlarni va tahliliy ma'lumotlarni elektron interaktiv shaklga o'tkazish, monitoring natijalari bo'yicha rasmiy statistik ma'lumotlar taqvim, statistik to'plamlarning elektron versiyalari, turli vizualizatsiya usullaridan foydalangan holda statistik diagrammalar, grafiklar va ma'lumotlarni taqdim etish kabi imkoniyatlar yaratilishi isbotlandi.

5. O'zbekistonda xavfli geologik jarayonlarni kuzatish va tahlil qilish jarayonlariga raqamli texnologiyalarni joriy etish bo'yicha turli moliyaviy ko'rsatkichlar, jumladan, dastlabki investitsiyalar, operatsion xarajatlar, ichki daromadlik darajasi va qaytarilish muddati tahlil qilindi. Tahlil natijasida erishilgan moliyaviy ko'rsatkichlar orqali xavfli geologik jarayonlarni kuzatish va tahlil qilish jarayonlariga raqamli texnologiyalarni joriy etish katta iqtisodiy samara berishi isbotlandi.

6. Geologiya sohasidagi axborotlarni qayta ishlash, geoxavflarni monitoring va prognozlash samaradorligini oshirish, iqtisodiy samaradorlikka erishish, aholining xavfsizligini ta'minlash va barqaror rivojlanishni qo'llab-quvvatlash uchun xavfli geologik jarayonlarni kuzatishda raqamli platformalarni takomillashtirish taklifi ishlab chiqildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ №DSc.19/04.07.2023.1.88.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ БИЗНЕСА И  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

---

**ВЫСШАЯ ШКОЛА БИЗНЕСА И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ПРИ  
КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ХАКИМОВА МАФТУНА ТАЛХАТБЕК КИЗИ**

**Совершенствование использования цифровых технологий в  
геологической сфере**

**(на примере Государственной службы геологического мониторинга)**

**08.00.16 – Цифровая экономика и международная цифровая интеграция**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации доктора философии (PhD) по экономическим наукам**

**Ташкент - 2025**

Тема диссертации доктора философии по экономическим наукам (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером №B2022.4.PhD/Iqt2335.

Диссертация выполнена в Высшей школе бизнеса и предпринимательства при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации подготовлен на трех языках (узбекском, русском и английском (резюме)) и опубликован на официальном сайте Высшей школы бизнеса и предпринимательства при Кабинете Министров Республики Узбекистан ([www.rgsbm.uz](http://www.rgsbm.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Гулямов Саидахроп Саидахмедович</b> доктор экономических наук, академик
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Кенжабаев Аман Тургунович</b> доктор экономических наук, профессор
	<b>Тораев Шавкат Шухратович</b> доктор экономических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Международный университет Нордик</b>

Защита диссертации состоится в Высшей школе бизнеса и предпринимательства при Кабинете Министров Республики Узбекистан на заседании Научного совета по присуждению ученых степеней за номером DSc.19/04.07.2023.1.88.01 « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_:\_\_\_ часов по адресу: г. Ташкент, ул. Мирабад, 25. Тел.: (+998971) 239-03-05; факс: (+99871) 239-03-03; e-mail: [info@rgsbm.uz](mailto:info@rgsbm.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Высшей школы бизнеса и предпринимательства при Кабинете Министров Республики Узбекистан (регистрационный № \_\_\_\_\_). Адрес: г. Ташкент, ул. Мирабад, 25. Тел.: (+998971) 239-03-05; факс: (+99871) 239-03-03; e-mail: [info@rgsbm.uz](mailto:info@rgsbm.uz).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года.  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года).

**Д.Х. Суюнов**  
Председатель Научного совета по присуждению ученых степеней, доктор экономических наук, профессор

**Т.У. Кадиров**  
Ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней, кандидат экономических наук, профессор

**А.Т. Кенжабаев**  
Председатель Научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, доктор экономических наук, профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Мировые тенденции в области геологических исследований показывают, что использование геоинформационных технологий (ГАТ) неуклонно растёт. Если в 2020 году примерно 25–30 % геологических компаний применяли ГАТ для анализа ландшафта и геопространственных данных, то к 2025 году этот показатель, по прогнозам, увеличится до 50–60 %<sup>1</sup>. Объём мирового рынка геоинформационных технологий в 2024 году составил около 12,90 млрд долларов США, а к 2025 году ожидается его рост до 16,45–16,86 млрд долларов США. Годовые темпы роста (CAGR) оцениваются в диапазоне 10–12,5 %<sup>2</sup>. Согласно данным за 2025 год, глобальное распределение использования геоинформационных технологий в геологических исследованиях выглядит следующим образом: Северная Америка (~37 %), Европа (~27 %) и Азиатско-Тихоокеанский регион (~25 %) являются ведущими регионами рынка ГАТ. В наиболее технологически развитых странах уровень интеграции геоинформационных технологий и искусственного интеллекта в таких направлениях, как мониторинг оползней, оценка устойчивости литосферы и прогнозирование в режиме реального времени, достигает 65–75 %<sup>3</sup>.

В нашей стране в период с 2020 по 2023 годы в результате проводимых реформ, направленных на развитие цифровых технологий, на основе технологий цифрового картографирования и дистанционного зондирования (RS) были разработаны геоинформационные платформы более чем для 30 геологических территорий. С использованием геоинформационных технологий реализуются проекты по выявлению полезных ископаемых, анализу сейсмических зон и моделированию структуры земной коры. Общая стоимость запланированных к реализации 15 проектов составляет 1 млрд 865 млн долларов США. Также был создан первый прототип виртуальной учебной лаборатории геологических наук<sup>4</sup>. В последующие годы объёмы геологоразведочных работ увеличились в 3 раза по сравнению с предыдущим периодом, активно внедряются передовые методы — 3D-сейсмическая разведка, аэрогеофизика, космогеология и цифровая геология. Кроме того, на 2025–2030 годы в Узбекистане запланировано создание полностью цифровой системы прогнозирования и мониторинга геологических угроз на основе геоинформационных технологий. С 2025 года ожидается формирование общереспубликанской системы управления геологическими рисками на цифровой основе.

Диссертационное исследование опирается на нормативно-правовые акты и стратегические документы, определяющие вектор развития цифровой

---

<sup>1</sup>Manba: <https://www.geospatialworld.net/>, <https://www.mckinsey.com/>.

<sup>2</sup>Manba: <https://worldmetrics.org/>.

<sup>3</sup>Manba: <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/1/28/3016275/28124/en/Geographic-Information-Systems-Market-Global-Report-2024-2025-2033-Growing-Demand-for-Cutting-edge-GIS-Solutions-in-Real-Estate-Transportation-Military-and-Agriculture.html>.

<sup>4</sup>Manba: <https://www.uzembassy.by/news/31457>.

трансформации и геологической отрасли Республики Узбекистан. В числе ключевых актов можно выделить: Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП–60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Указ от 7 февраля 2017 года № УП–4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановление от 28 апреля 2020 года № ПП–4699 «О мерах по широкому внедрению цифровой экономики и системы электронного правительства», Указ от 5 октября 2020 года № УП–6079 «Об утверждении стратегии “Цифровой Узбекистан – 2030” и мерах по её эффективной реализации», Постановление от 21 апреля 2021 года № ПП–5083 «О дополнительных мерах по активному привлечению инвестиций в сферу геологии, трансформации отраслевых предприятий и расширению минерально-сырьевой базы республики», а также Постановление от 28 декабря 2022 года № ПП–459 «О мерах по реализации инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2023–2025 годы». Вместе с этим, в ряде подзаконных нормативных актов особое внимание уделено дальнейшему совершенствованию управления цифровыми технологиями в условиях цифровой экономики. Это, в свою очередь, подчёркивает актуальность и необходимость выбранной темы диссертационного исследования в современных социально-экономических условиях, а также её стратегическое значение для устойчивого развития страны.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники республики.** Данное диссертационное исследование выполнено в рамках приоритетных направлений развития науки и техники республики «I. Духовно-нравственное и культурное развитие демократического и правового общества, формирование инновационной экономики».

**Уровень изученности проблемы.** Использование цифровых технологий в дистанционном зондировании Земли, широкое применение данных спутникового наблюдения, а также оценка природных и техногенных рисков в контексте их роли в развитии национальной экономики, особенностей, сфер применения и направлений совершенствования стали предметом исследований многих зарубежных учёных. В частности, данным вопросам посвящены научные работы таких исследователей, как Lebel D.<sup>5</sup>, Nastev M.<sup>6</sup>,

---

<sup>5</sup>Lebel D. Geological Survey of Canada 8.0: mapping the journey towards predictive geoscience //Geological Society, London, Special Publications. – 2020. – Т. 499. – №. 1. – p. 49-68.

<sup>6</sup>Nastev M. et al. Methods and tools for natural hazard risk analysis in Eastern Canada: Using knowledge to understand vulnerability and implement mitigation measures //Natural Hazards Review. – 2017. – Т. 18. – №. 1. – p. B4015002.

Hartmann G.<sup>7</sup>, Pradhan A.M.<sup>8</sup>, Riitta Molarius<sup>9</sup>, David Ovadia<sup>10</sup>, S. Mandal<sup>11</sup>, Froude M.J., Petley D.N.<sup>12</sup>, Aleksandra E. Huff<sup>13</sup> и других.

Кроме того, перспективы использования цифровых технологий в геологии, в частности геоинформационных технологий, а также их роль в данной сфере были предметом исследований учёных стран СНГ, среди которых Н.А.Якимчук<sup>14</sup>, А.А.Кузин, Е.Н.Грищенкова, М.Г.Мустафин<sup>15</sup>. Вопросы зонирования территорий, подверженных оползням, исследовались такими учёными, как И.М.Бубняк, А.М.Бубняк, О.Д.Гавриленко<sup>16</sup>, И.А.Потапов, А.Д.Потапов<sup>17</sup>, А.П.Карпик, В.С.Хорошилов, А.В.Комиссаров<sup>18</sup>, С.Е.Лапин, В.Б.Писецкий<sup>19</sup>, Е.П. Истомина, Л.С. Слесарева<sup>20</sup>, М.П.Кропоткин<sup>21</sup>, Г.Л.Фисенко<sup>22</sup>, Л.Массель<sup>23</sup>, С.Тимофеева<sup>24</sup>, Э. Байрамов<sup>25</sup> и другими исследователями.

Вопросы роли цифровых технологий в реальном секторе экономики нашли отражение в трудах отечественных экономистов, среди которых

---

<sup>7</sup>Hartmann G., Plenefisch T., Stammler K. Seismological central observatory (SZO) of BGR, Germany //Summ. Bull. Intl. Seismol. Cent. – 2018. – №. II. – p. 27-43.

<sup>8</sup>Pradhan A. M. S., Lee S. R., Kim Y. T. A shallow slide prediction model combining rainfall threshold warnings and shallow slide susceptibility in Busan, Korea //Landslides. – 2019. – Т. 16. – p. 647-659.

<sup>9</sup>Riitta Molarius. Managing Technogenic Risks with Stakeholder Cooperation, August 2007.

<sup>10</sup>David Ovadia. Geology as a contributor to national economies and their development, Published: 20 December 2017.

<sup>11</sup>Mandal S., Mondal S. Statistical approaches for landslide susceptibility assessment and prediction (Статистические подходы к оползню оценка и прогнозирование восприимчивости). – Switzerland: Springer International Publishing, 2019. – 200 p.

<sup>12</sup>Froude M.J., Petley D.N. Global fatal landslide occurrence 2004 to 2016 //Natural Hazards and Earth System Sciences. – 2018. –V. 18.–Iss. 8. –P. 2161–2181. URL: <https://doi.org/10.5194/nhess-18-2161-2018>.

<sup>13</sup>Aleksandra E. Huff. Data-based Geologic Mapping for Exploration, A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy, 2024.

<sup>14</sup>Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Integral estimation of the deep structure of some volcanoes and cymberlite pipes of the Earth //Geoinformatika. – 2019. – Т. 1. – p. 28-38.

<sup>15</sup>Kuzin A.A., Grishchenkova E.N., Mustafin M.G. Prediction of natural and technogenic negative processes based on the analysis of relief and geological structure //Procedia Engineering. – 2017. – Т. 189. – p. 744-751.

<sup>16</sup>Bubniak I. M., Bubniak A. M., Gavrilenko O. D. Digital field geology //Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020. – European Association of Geoscientists & Engineers, 2020. – Т. 2020. – №. 1. – p. 1-4.

<sup>17</sup>Потапов А.Д., Потапов И.А. Инженерно-геологические или геоэкологические процессы и явления, их развитие в современности //Безопасность строительных систем. Экологические проблемы в строительстве. Геоэкология; Вестник МГСУ 9/2012; – с.191-196.

<sup>18</sup>Карпик А.П., Хорошилов В.С., Комиссаров А.В. Анализ методов и средств изучения динамики перемещений оползневых склонов //Геодезия и маркшейдерия; Вестник СГУГиТ, Том 26, № 6, 2021; – с.17-32.

<sup>19</sup>Лапин С.Э., Писецкий В.Б. К разработке геоинформационной панели безопасности подземных горных работ на основе связанных решений по прогнозу развития напряженного состояния массива горных пород и газовых потоков //Чебышевский сборник, Том 18 Выпуск 3; 2017, том 18, выпуск 3, с. 352–365.

<sup>20</sup>Истомин Е.П., Слесарева Л.С. Оценка риска экстремальных гидрометеорологических явлений //Уч. зап. РГГМУ, вып. 16, 2010.

<sup>21</sup>Кропоткин М.П. Совершенствование оценок опасности и методов расчетов гравитационных склоновых процессов. Инженерные изыскания, Том XI, № 11,– с. 44-54.

<sup>22</sup>Shemyakin E.I., Fisenko G.L. et al. Zonal disintegration of rocks around underground mines, part III: theoretical concepts //Sov. Min. Sci.(Engl. Transl.);(United States). – 1987. – Т. 23. – №. 1.

<sup>23</sup>Массель Л.В., Комендантова Н.П. Оценка рисков природных и техногенных угроз устойчивости энергетических, экологических и социальных систем на основе интеллектуальных информационных технологий // «Информационные и математические технологии в науке и управлении» 2019 № 4 (16).

<sup>24</sup>Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков // практикум. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2015. – с. 155.

<sup>25</sup>Emil Bayramov. Role of GIS and Remote Sensing in the Environmental Management of Petroleum/Gas Pipelines, 2018.

С.С.Гулямов, А.Т.Шермухаммедов<sup>26</sup>, А.Т.Кенжабаев<sup>27</sup>, Б.Ю.Ходиев<sup>28</sup>, И.Е.Жуковская<sup>29</sup>, З.М.Отакузиева<sup>30</sup>, Н.Ф.Гуломова<sup>31</sup>, А.А.Исмоилов<sup>32</sup>. Наряду с этим, в исследованиях молодых учёных — Д.Н.Рахмонова<sup>33</sup>, Л.Х.Гулямовой<sup>34</sup>, С.С.Иброхимова<sup>35</sup> и других — частично нашли отражение научно-методологические и прикладные аспекты создания баз данных для составления карт старения земель с использованием геоинформационных технологий, а также выявления и мониторинга изменений на местности на основе аэрокосмических снимков и данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов.

Научные исследования вышеупомянутых учёных внесли значительный вклад в изучение вопросов совершенствования системы управления в сфере информационно-коммуникационных технологий и развития цифровой экономики. Однако процессы анализа статистических данных, собираемых в целях мониторинга и предотвращения опасных геологических явлений, с применением цифровых технологий и разработки соответствующих методов их обработки остаются недостаточно освещёнными. В частности, область мониторинга опасных геологических процессов изучена не в полной мере, что обуславливает необходимость проведения дальнейших научных исследований в данном направлении и подчёркивает актуальность выбранной темы диссертационного исследования.

**Связь темы диссертации с планом научных исследований высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация.** Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с научно-исследовательским планом Высшей школы бизнеса и предпринимательства при Кабинете Министров Республики Узбекистан в рамках научного проекта

---

<sup>26</sup>S.S.Gulyamov, A.T.Shermukhammadov. Development of digital economy in the republic of Uzbekistan. VII Uzbek-Indonesian Joint international scientific and practical conference “Innovative development of entrepreneurship” with the framework of scientific and research project “Global economic challenges and national economy development” Tashkent-Jakarta, 2018, September.-180-183 p.

<sup>27</sup>А.Т.Кенжабаев, М.М.Икрамов Перспективм развития ИКТ и электронное правительство в экономике Узбекистана //Экономика, статистика и информатика, 2015. №2. 221-223 б.

<sup>28</sup>Ходиев Б.Ю. Узбекистан: построение цифровой экономики //Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 12. 3-12 б.

<sup>29</sup>Жуковская И.Е. Совершенствование методологии использования информационно-коммуникационных технологий в статистической деятельности в условиях формирования цифровой экономики: Автореф. дис. докт. эконом. наук (DSc) по специальности 08.00.14 - Информационные системы в технологии в экономике. Ташкент. 2020. 53 б.

<sup>30</sup>Z.M.Otakuziyeva. Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish sharoitida korxonalar faoliyatining barqarorligini ta'minlash yo'llari: 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya mutaxassisligi Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc) Avtoreferati 2024.

<sup>31</sup>N.F.G'ulomova. O'zbekiston hududlarida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish tizimini takomillashtirish: 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya mutaxassisligi Iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) Avtoreferati, 2021.

<sup>32</sup>Ismoilov A.A., Ishnazarov A.I. Iqtisodiy tahlilning matematik usullari va bashoratlash. –Т.: TDIU, 2007. -250 b.

<sup>33</sup>Raxmonov D.N. Aholini interaktiv dinamik kartalarini tuzishning nazariy va amaliy masalalari //O'zbekiston Milliy universiteti. – 2020.

<sup>34</sup>Gulyamova L.X. Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari //Toshkent: “Universitet”. ISBN 978-9943-5279-1-1. – 2018.

Веб-картографирование и извлечение геопространственной информации из открытых данных в Узбекистане //Ташкентский государственный технический университет. – 2022.

<sup>35</sup>Ibroximov S.S. Sug'oriladigan yer maydonlarini yo'qlamadan o'tkazishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash usullarini takomillashtirish (Andijon viloyati misolida) //“O'zdayerloyiha” davlat-ilmiy loyihalash instituti. – 2022.

на тему: «Совершенствование использования цифровых технологий в геологической отрасли (на примере Государственной службы геологического мониторинга)».

**Целью исследования** является разработка научно обоснованных предложений и рекомендаций по совершенствованию использования цифровых технологий для повышения эффективности геологической отрасли.

**Задачи исследования** заключаются в следующем:

изучение и анализ научно-теоретических основ использования цифровых технологий в геологической отрасли;

определение возможностей применения зарубежного опыта в процессе цифровизации в сфере геологии в условиях Узбекистана;

выявление и совершенствование показателей экономической эффективности, достигаемой за счёт применения цифровых технологий в геологии;

разработка методологии интеграции разрозненных геоинформационных систем и программного обеспечения, используемых в геологических процессах;

разработка и апробация методологии применения и внедрения цифровых технологий для мониторинга опасных геологических процессов.

**Объектом исследования** выбрана деятельность Государственной службы геологического мониторинга государственного учреждения «Узбекгидрогеология» Республики Узбекистан.

**Предметом исследования** являются организационно-экономические отношения, связанные с внедрением и использованием цифровых технологий в процессе совершенствования деятельности Государственной службы геологического мониторинга.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались такие методы, как анализ литературы, статистический анализ, системный подход, перспективный анализ и методы прогнозирования.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

обоснованы предельные значения изменения показателей эффективности при использовании глобальной навигационной системы и цифровых технологий в геодезических измерениях: снижение операционных расходов на 40–60 %, экономия бюджетных средств на 25–30 %, увеличение суточного охвата территорий на 100 %, рост частоты мониторинга в 2 раза, сокращение ущерба на 20–35 %;

на основании совершенствования механизма наблюдения за опасными геологическими процессами обоснован объём возможной экономии финансовых средств до 2027 года за счёт организации онлайн-мониторинга на 7 региональных наблюдательных станциях;

обосновано обеспечение точности определения оползневой опасности (90–95 %), времени предупреждения (в реальном времени), уровня подготовленности населения (высокий – 90 %), скорости принятия решений (заранее спланированная) и снижения уровня ущерба (на 50–70 %) за счёт интеграции существующих информационных систем в цифровую платформу,

обеспечивающую обработку геологических данных, мониторинг, наблюдение и управление геоопасностями;

разработаны прогнозные показатели эффективности использования технологий искусственного интеллекта в информационной системе «Мониторинг опасных геологических процессов» в Узбекистане до 2030 года.

**Достоверность результатов исследования** объясняется целесообразностью применённых подходов и методов, использованием данных из официальных источников, в том числе Министерства горной промышленности и геологии Республики Узбекистан и Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан, а также тем, что соответствующие выводы и предложения были внедрены в практику ответственными организациями и подтверждены уполномоченными структурами.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные предложения и рекомендации могут быть использованы для повышения эффективности деятельности в сфере геологии, совершенствования механизмов мониторинга опасных геологических процессов, внедрения специальных исследований в данной области, а также при оценке эффективности применения ИКТ.

Практическая значимость исследования состоит в возможности их применения для оценки эффективности цифровых технологий на мировом уровне, повышения результативности методов и инструментов, используемых в деятельности высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов, а также при внедрении цифровых технологий в масштабах нашей страны. Кроме того, результаты исследования могут быть использованы при подготовке учебных пособий в рамках дисциплин «Экономика», «Маркетинг», «Информационные технологии», «Электронная коммерция», а также как научный источник при преподавании студентам экономических направлений таких дисциплин, как «Цифровая экономика», «Информационные системы и технологии в экономике», «Цифровая геология».

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по эффективному использованию цифровых технологий при мониторинге опасных геологических процессов:

в результате применения глобальной навигационной системы и цифровых технологий в геодезических измерениях были обоснованы предельные значения изменения показателей эффективности: снижение операционных расходов на 40–60 %, экономия бюджетных средств на 25–30 %, увеличение суточного охвата территории на 100 %, повышение частоты мониторинга в 2 раза, сокращение ущерба на 20–35 %. Данные показатели были использованы Министерством горной промышленности и геологии при разработке «Дорожной карты по углублению реформ и трансформации деятельности в горнодобывающей и геологической отраслях». Внедрение данного научного предложения в практику позволило создать научно обоснованные механизмы внедрения цифровых технологий в процесс модернизации геологической

отрасли, обеспечить эффективное использование существующих ресурсов, а также существенно повысить качество мониторинга и прогнозирования (справка ГП «Узбекгидрогеология» от 4 марта 2025 года № 02/05);

в результате совершенствования механизма мониторинга опасных геологических процессов предложение по объёму возможной экономии финансовых средств за счёт организации онлайн-мониторинга в 7 региональных наблюдательных станциях до 2027 года было учтено при разработке «Программы мероприятий по цифровой трансформации на 2023–2028 годы» Министерства горной промышленности и геологии. Внедрение данного научного предложения на практике позволило повысить экономическую эффективность системы мониторинга, сократить расходы и сформировать оптимальный механизм использования трудовых ресурсов (справка ГП «Узбекгидрогеология» от 4 марта 2025 года № 02/05);

предложение по интеграции существующих информационных систем в единую цифровую платформу, обеспечивающую обработку геологической информации, мониторинг, наблюдение и управление геоопасностями, с показателями точности определения оползневых рисков (90–95 %), времени оповещения (в режиме реального времени), уровня подготовленности населения (высокий — 90 %), скорости принятия решений (заранее планируемая) и снижением уровня ущерба (на 50–70 %), было учтено при разработке «Программы мероприятий по цифровой трансформации на 2023–2028 годы» Министерства горной промышленности и геологии. Внедрение данного научного предложения на практике позволило сократить время анализа опасных геологических процессов за счёт совершенствования методики раннего оповещения и реализации оперативных мер по результатам онлайн-наблюдений, а также снизить ежегодные эксплуатационные расходы на 25–30 % (справка ГП «Узбекгидрогеология» от 6 января 2023 года № 01/02);

прогнозные показатели эффективного использования технологий искусственного интеллекта в информационной системе «Мониторинг опасных геологических процессов» до 2030 года были учтены при разработке «Программы мероприятий по цифровой трансформации на 2023–2028 годы» Министерства горной промышленности и геологии. Внедрение данного научного предложения на практике позволило сократить избыточные временные и финансовые затраты на повторную обработку данных, обеспечить рациональное использование человеческих ресурсов, а также значительно снизить расходы в процессе мониторинга (справка ГП «Узбекгидрогеология» от 4 марта 2025 года № 02/05).

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены и прошли апробацию на 5 научно-практических конференциях, в том числе на 3 международных и 2 национальных.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 1 статья в отечественном журнале, рекомендованном Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан для

публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 3 статьи в зарубежных журналах, а также 5 тезисов докладов в материалах международных научно-практических конференций, организованных в республике.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений, общий объём работы составляет 135 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении диссертации обоснованы актуальность и необходимость проведённых исследований, определены цель и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, приведено соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыто научное и практическое значение полученных выводов. Также представлены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации в соответствии с установленными требованиями.

В первой главе диссертации под названием **«Научно-теоретические основы применения цифровых технологий в геологической сфере»**, раскрыто значение и роль использования цифровых технологий в развитии геологической деятельности, изучены методологические аспекты их применения, а также проанализированы существующие в данной области проблемы и факторы, оказывающие на них влияние.

В последние годы использование цифровых технологий в геологической сфере стремительно возрастает. Если в 2020 году лишь 25–30 процентов геологических компаний в мире применяли цифровые решения в области геоинформационных систем, ландшафтного анализа и обработки геопространственных данных, то к 2025 году данный показатель прогнозируется на уровне 50–60 процентов<sup>36</sup>. Кроме того, согласно международным аналитическим данным, к 2030 году использование искусственного интеллекта в геологоразведке возрастет на 35 % (рис. 1).

---

<sup>36</sup>Источник: <https://www.geospatialworld.net/>, <https://www.mckinsey.com/>.



**Рисунок 1. Использование цифровых технологий в геологических компаниях (%)<sup>37</sup>**

Процесс внедрения цифровых технологий в геологическую сферу сталкивается с рядом проблем. Прежде всего, в развивающихся регионах серьёзным ограничением является недостаточное развитие технологической инфраструктуры, в частности низкая скорость интернета, слабое развитие серверных и облачных технологий. Дополнительными проблемами выступают несовместимость существующего оборудования и программного обеспечения с цифровыми системами, а также необходимость применения высокоэффективных алгоритмов для анализа и хранения больших, сложных и разнородных геологических данных.

Кроме того, замедляющими факторами цифровой трансформации являются недостаточный уровень знаний и навыков специалистов в области цифровых технологий, беспокойство по вопросам безопасности и конфиденциальности данных, а также ограниченность финансовых ресурсов, необходимых для внедрения технологий. К этому следует добавить низкий уровень качества и достоверности геологических данных, а также сложности прогнозирования развития опасных геологических процессов на фоне изменения климата, что требует проведения длительных наблюдений и углублённых аналитических исследований.

Работы по мониторингу опасных геологических процессов сопровождаются рядом недостатков. В частности, уровень оснащённости современными механическими измерительными приборами остаётся низким, а технологии дистанционного зондирования Земли (в особенности космические снимки) используются в недостаточной степени. Отсутствуют автономные устройства, обеспечивающие автоматизацию процессов наблюдения и возможность онлайн-передачи данных на расстоянии.

Кроме того, региональные наблюдательные станции недостаточно обеспечены квалифицированными кадрами. Масштабы инженерно-геологических исследований ограничены и зачастую сводятся лишь к

<sup>37</sup>World Economic Forum. Harnessing Artificial Intelligence for the Earth. – Geneva: WEF, 2018.

визуальным наблюдениям и лабораторным работам. В результате разрабатываемые рекомендации не имеют глубокой инженерно-геологической основы, а их практическая эффективность и экономическая целесообразность остаются низкими.

Кроме того, использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) остаётся ограниченным, а методология и опыт их интеграции в геолого-инженерные исследования пока недостаточно развиты. В частности, основными факторами, создающими препятствия для процессов цифровой трансформации в геологической сфере, являются:

Ограничения технологической инфраструктуры:

Во многих развивающихся регионах отсутствует достаточная инфраструктура для внедрения цифровых технологий. Недостаточная скорость интернета, ограниченные возможности серверов и хранения данных, а также слабое развитие облачных технологий создают значительные проблемы.

Совместимость существующего оборудования и программного обеспечения:

Традиционное оборудование, применяемое для сбора, анализа и моделирования геологических данных, зачастую не поддерживает использование современных цифровых технологий. Это особенно затрудняет интеграцию с устаревшими системами или передовыми решениями.

Сложности анализа и хранения данных:

Геологические данные отличаются большим объёмом, высокой сложностью и разнообразием форматов. Для их обработки, хранения и анализа требуются высокоэффективные алгоритмы, технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, внедрение и настройка которых сопряжены с определёнными трудностями.

Недостаточная квалификация кадров:

Большинство геологов и других специалистов не обладают достаточными знаниями и навыками для работы с новыми цифровыми технологиями, что замедляет процесс их восприятия и внедрения в практику.

Вопросы безопасности и конфиденциальности:

Собираемые в геологической сфере данные зачастую носят стратегический или конфиденциальный характер. В процессе внедрения цифровых технологий крайне важно обеспечить их защиту, а также принять меры по предотвращению рисков, связанных с утечкой данных или кибератаками.

Финансовые ограничения:

Внедрение цифровых технологий требует значительных финансовых затрат. Необходимые инвестиции для их практической реализации могут оказаться слишком высокими для многих организаций и создавать определённые трудности.

Низкое качество геологических данных:

В отдельных случаях геологические данные оказываются недостаточно точными или достоверными, что ограничивает эффективность применения

цифровых технологий. Надёжность и точность информации имеют ключевое значение для цифрового анализа и моделирования.

В условиях Узбекистана инновационное развитие геологической сферы охватывает ряд приоритетных направлений. В их числе — использование искусственного интеллекта и анализа данных, широкое внедрение геоинформационных технологий и систем дистанционного зондирования, применение современных геофизических и геохимических методов, учет экологических и социальных факторов, развитие 3D-моделирования и симуляции, создание высокотехнологичной инфраструктуры, а также разработка научных исследований и инновационных материалов. Указанные направления служат важным фактором модернизации геологической отрасли, обеспечения эффективного управления природными ресурсами и формирования стратегий устойчивого развития.

Проведённые исследования показали необходимость сосредоточить внимание на ряде приоритетных направлений для эффективного внедрения цифровых технологий в геологической отрасли. В первую очередь, важно развивать цифровую инфраструктуру, что предполагает оснащение всех структурных подразделений высокоскоростными оптоволоконными сетями, современными серверами, системами хранения данных, бесперебойным электропитанием и коммутационными устройствами. Наряду с этим, необходимо обеспечить цифровизацию отрасли посредством внедрения информационных систем и элементов искусственного интеллекта на основе оптимизации административных и производственных процессов.

Кроме того, необходимо обеспечить информационную безопасность, в частности — разработать обновлённую политику безопасности, внедрить DLP-системы и технические средства защиты для предотвращения утечки и потери данных. Перевод государственных услуг для населения и субъектов предпринимательства в электронную форму, а также систематическое повышение квалификации руководителей и специалистов в области цифровых технологий и информационной безопасности будет способствовать ускорению цифровой трансформации в отрасли.

Все вышеуказанные аспекты создают условия для более эффективного управления природными ресурсами страны и снижения рисков, связанных с геологическими процессами, что является одним из ключевых направлений устойчивого развития Узбекистана.

Вторая глава диссертации под названием **«Практические аспекты повышения экономической эффективности за счёт внедрения цифровых технологий в геологические процессы»** посвящена методологическим аспектам использования цифровых технологий в организации эффективной деятельности по геологическим процессам в Узбекистане.

В настоящее время в республике широкое внедрение современных GPS-технологий в геодезических измерениях формирует точную, оперативную и экономически эффективную систему мониторинга. Возможность определения геодезических координат посредством спутников без необходимости прямой видимости существенно снижает трудовые и временные затраты, а также

повышает достоверность данных. Высокая точность GPS-приёмников по сравнению с традиционными методами улучшила точность измерений в 10 раз, позволила сократить количество реперов в 2,7 раза и увеличить количество циклов наблюдений в два раза. Широкое применение технологий GPS совместно с системами Geobank, Micromine и технологиями дистанционного зондирования позволило оптимизировать процессы подсчёта запасов полезных ископаемых, моделирования и анализа, повысить научно-техническую эффективность, а также осуществить цифровизацию месторождений на основе высокоточных космических снимков (ASTER, Landsat, QuickBird). Кроме того, внедрение электронного оформления разрешительных документов позволило существенно сократить время и административные издержки (см. таблицу 1).

**Таблица 1**

**Прогнозируемые ожидаемые выгоды<sup>38</sup>**

Показатель	Традиционные методы	После внедрения GPS и цифровых технологий	Изменение (%)
Точность измерений	≈100 мм	до 10 мм	–90 % (повышена точность)
Количество реперов	100 %	37 %	–63 %
Частота наблюдений	100 %	200 %	+100 %
Доля цифровизированных месторождений	0 %	73 %	+73 %
Разрешительные документы в электронном виде	0 %	51 %	+51 %

В геологической отрасли республики использование 3D наземных лазерных сканеров для мониторинга динамики оползней является одним из современных и перспективных направлений геодезического мониторинга. Данная технология позволяет с высокой точностью фиксировать трёхмерное изображение рельефа, создавать более достоверные цифровые модели рельефа по сравнению с традиционными топографическими методами и глубже анализировать геодинамические процессы. Возможность дистанционного сбора данных повышает уровень безопасности, сокращает затраты времени и трудовых ресурсов, а алгоритмы расчёта объёма позволяют с высокой точностью определять смещения. Кроме того, применение тахеометра Trimble S7 и технологии Trimble Sure Scan позволило значительно ускорить полевые и камеральные работы, а также обеспечить высокоточное моделирование рельефа. В геологической отрасли республики использование данной технологии на практике позволило разработать высокоточные 3D

<sup>38</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

геологические модели по 17 перспективным участкам углеводородных ресурсов и провести глубокую обработку сейсмических данных с помощью программного обеспечения Paradigm. В результате повысилась точность и надёжность аналитических процессов, что обеспечило экономию времени и финансовых ресурсов на этапах поисковых работ и принятия инвестиционных решений.

Одновременно использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при создании трёхмерных моделей оползней является одним из инновационных направлений современных инженерно-геологических исследований, обеспечивая высокую точность, оперативность и экономическую эффективность мониторинга. Технология БПЛА особенно эффективна в труднодоступных районах или там, где традиционные методы измерений экономически нецелесообразны. Воздушное лазерное сканирование позволяет с высокой точностью фиксировать элементы рельефа, восстанавливать морфологическую структуру и определять степень опасности.

Анализ показывает, что внедрение технологии БПЛА позволяет сократить операционные расходы и обеспечить экономию бюджетных средств (см. таблицу 2).

**Таблица 2**

**Изменение показателей эффективности в результате применения GPS и цифровых технологий в геодезических измерениях<sup>39</sup>**

Показатель	До внедрения	После внедрения	Изменение (%)
Операционные расходы	100 %	Снижение до 40–60 %	–40...–60 %
Экономия бюджетных средств	0 %	Экономия 25–30 %	+25...+30 %
Суточная площадь охвата	15–20 км <sup>2</sup>	30–40 км <sup>2</sup>	+100 %
Частота мониторинга	1 раз	2 раза чаще	2 раза увеличено
Снижение ущерба	0 %	Снижение на 20–35 %	–20...–35 %

Кроме того, снижение уровня риска повышает инвестиционную привлекательность, снижает инвестиционные риски в горнодобывающей, инфраструктурной и энергетической отраслях, а также способствует созданию дополнительных рабочих мест за счёт развития рынка цифровых услуг. В целом, широкое внедрение технологий БПЛА выступает как фактор, способствующий не только эффективному управлению геологическими рисками, но и повышению экономической устойчивости и инвестиционной активности.

На сегодняшний день в республике в целях внедрения принципов «цифровой экономики» Министерством горной промышленности и геологии

<sup>39</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

(далее — Министерство) совместно с Министерством цифровых технологий разработаны и внедрены ряд информационных систем, включая:

1. «Национальный банк геологических данных» — управление геологической информацией по участкам полезных ископаемых, создание цифровых геологических карт и ведение базы данных.

2. Информационная система «Проектирование» (на основе BIM-технологий) — моделирование промышленных объектов, подготовка проектно-сметной документации, расчёты и проектирование инженерной инфраструктуры.

3. Система ведения государственного баланса полезных ископаемых — формирование и анализ данных по запасам полезных ископаемых на более чем 2200 участках.

4. Электронные государственные услуги и учёт пользователей недр — учёт пользователей недр.

5. Национальная электронная база данных по минералам и горным породам — содержит информацию по более чем 600 минералам и горным породам.

6. Информационная система мониторинга подземных вод — включает данные о 101 месторождении подземных вод, 855 утверждённых запасах, 48253 пользователях, 3093 наблюдательных скважинах и другую важную информацию.

Эти системы обеспечивают эффективный сбор, обработку и управление данными в отрасли.

Сегодня Узбекистан сталкивается с необходимостью эффективного управления природными ресурсами, прогнозирования геологических рисков и разработки стратегий устойчивого развития в данной сфере. Решение этих задач требует совершенствования и модернизации цифровизации геологической отрасли, а также концентрации всех данных на единой платформе и развития процессов их анализа. Данный подход предполагается реализовывать поэтапно и включает следующие направления:

Разработка цифровой платформы – создание специализированной информационной системы, обеспечивающей сбор, хранение и обработку геологических данных;

Подготовка кадров – организация тренингов для геологов и других специалистов по использованию новых систем;

Пилотные проекты – запуск экспериментальных проектов с целью оценки эффективности электронных статистических отчётов и данных;

Распространение и масштабирование – расширение применения цифровых технологий в более широком масштабе и в различных направлениях геологической сферы на основе достигнутых положительных результатов.

С этой точки зрения, разработанная на основе широкого применения цифровых технологий в геологических процессах концепция электронных статистических отчётов и данных не только обеспечивает сбор, хранение и анализ геологической информации, но и способствует повышению

эффективности управленческих процессов, а также обеспечению их прозрачности.

Таким образом, внедрение цифровой платформы обеспечивает централизацию информационных потоков, более оперативное принятие управленческих решений, рациональное использование ресурсов и соответствие международным стандартам, что в итоге значительно повышает как экономическую эффективность, так и уровень геологической безопасности.

Данный опыт представляет для Узбекистана три ключевых направления:

1. Интеграция и открытость данных – в передовых странах вся информация, связанная с опасными геологическими процессами, консолидируется на единых цифровых платформах.

2. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения – зарубежная практика показывает, что алгоритмы машинного обучения способны с высокой точностью прогнозировать вероятность возникновения опасных процессов на основе анализа больших массивов данных.

3. Финансовые и институциональные механизмы – в развитых странах внедрение подобных систем осуществляется на основе государственно-частного партнёрства. Для Узбекистана также имеет важное значение привлечение крупных инвестиционных проектов в сферу цифрового мониторинга геологических процессов и сотрудничество с международными финансовыми институтами.

Платформы включают в себя:

электронное управление разрешениями и лицензиями;

результаты экологического мониторинга и их аналитические обзоры по месторождениям;

данные о запасах полезных ископаемых, статистику добычи, сведения об экспорте и импорте;

отчёты и аналитическую информацию по геологическим исследованиям.

Данные регулярно обновляются и предоставляются сотрудникам, исследователям и органам управления в онлайн-режиме. Подготовка статистических отчётов с использованием автоматизированных программ снижает вероятность ошибок человека и повышает актуальность информации.

Для Узбекистана значение данного опыта заключается в том, что эффективное управление опасными геологическими процессами должно рассматриваться не только как научно-техническая, но и как социально-экономическая задача.

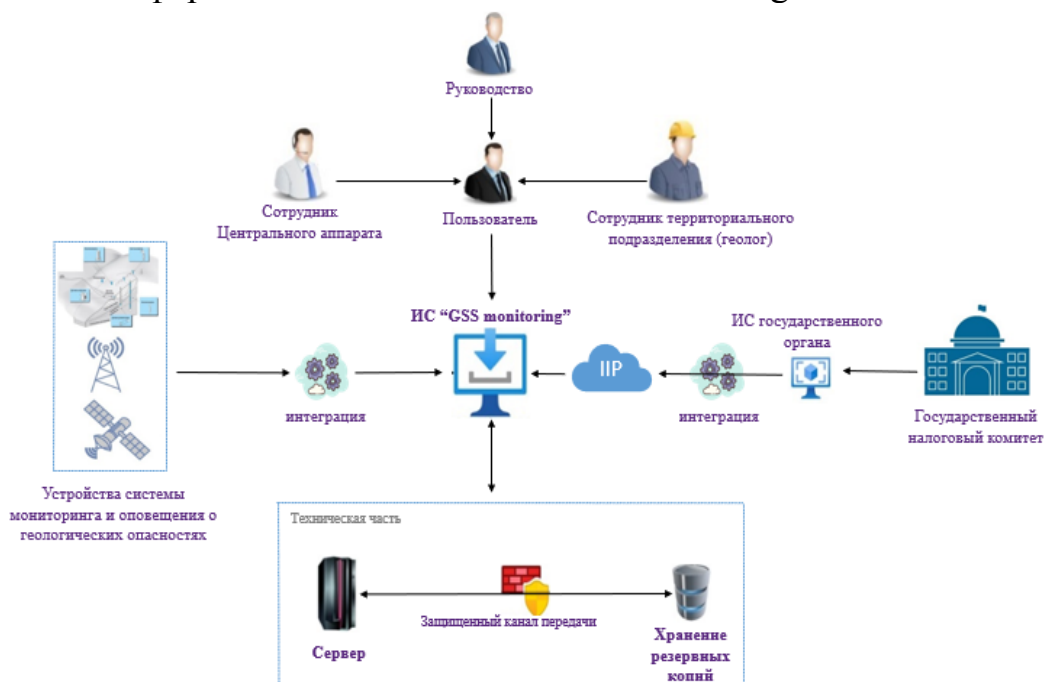
В заключение следует отметить, что совершенствование цифровых платформ в мониторинге опасных геологических процессов представляет собой важный фактор не только повышения эффективности мониторинга и прогнозирования, но и достижения экономической результативности, обеспечения безопасности населения и поддержки устойчивого развития.

В третьей главе диссертационного исследования под названием **«Перспективы использования цифровых технологий для повышения экономической эффективности при мониторинге опасных геологических**

**процессов»** рассмотрен ряд важных вопросов, охватывающих методологические аспекты внедрения и использования современных информационных технологий.

В Республике функции по мониторингу опасных геологических процессов, их изучению, а также предупреждению и защите населённых пунктов и других объектов от вредного воздействия, а также по принятию и реализации оперативных решений возложены на Государственную службу геологического мониторинга при Государственном учреждении «Узбекгидрогеология».

В результате проведённого исследования предложено создать единую систему мониторинга, которая позволит отслеживать и прогнозировать развитие активизировавшихся на территории республики опасных геологических процессов (оползней, просадок, суффозий, карстов и др.), а также будет отвечать современным требованиям и потребностям различных организаций, занимающихся изучением, мониторингом и прогнозированием опасных природных явлений. На основе данного предложения была разработана информационная система «GSS-monitoring».

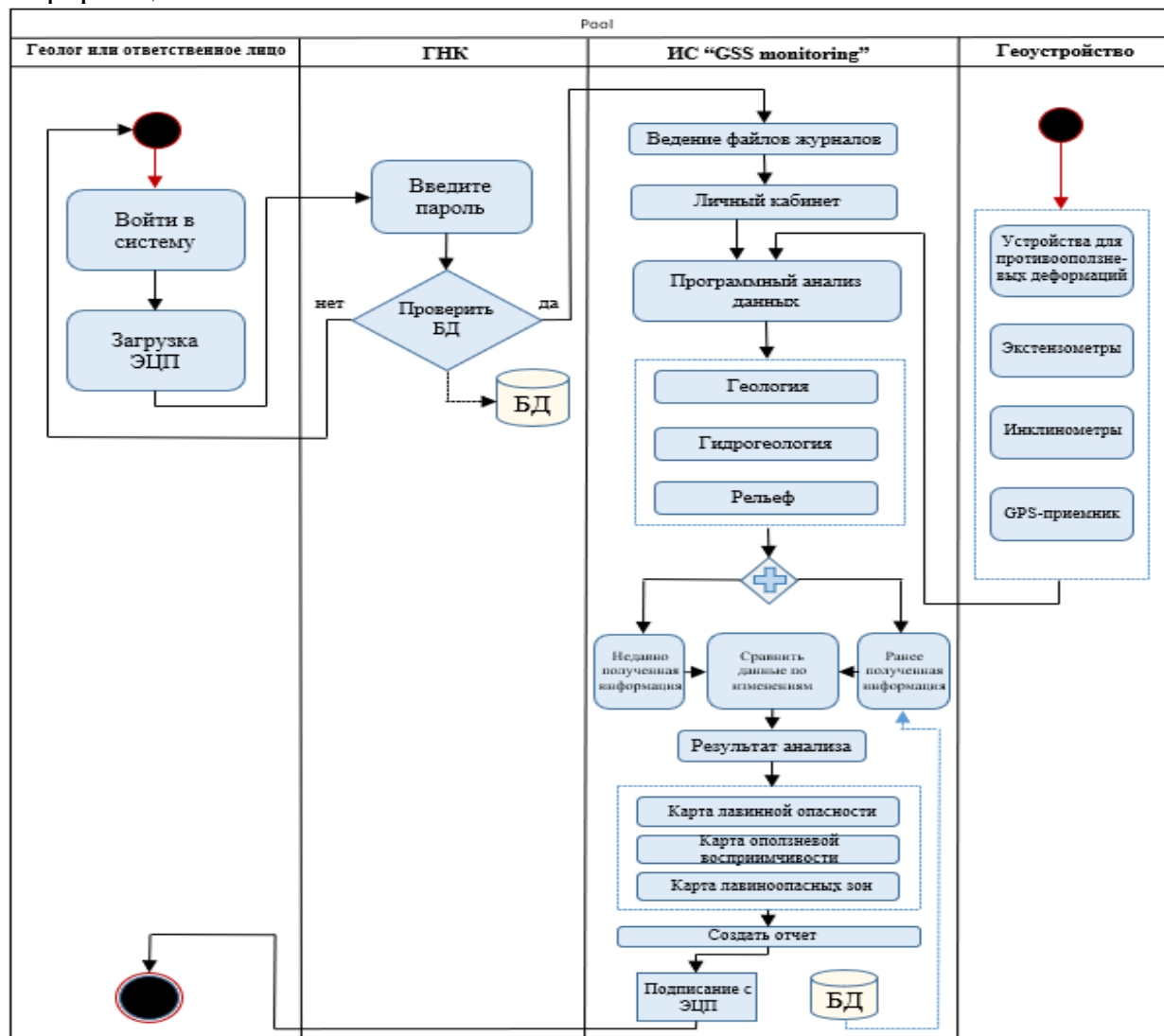


**Рисунок 2. Архитектура информационной системы «GSS-monitoring»<sup>40</sup>**

Архитектура информационной системы соответствует трёхуровневой модели и обеспечивает: единую централизованную базу данных и управление пользовательскими ролями, информационную безопасность и многоуровневое распределение полномочий, взаимодействие при проверках нормативных документов и данных, динамическое распределение нагрузки и единый механизм аутентификации, изоляцию уровней при сбоях или техническом обслуживании, масштабируемость и возможность быстрой и удобной перенастройки системы.

<sup>40</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

Процесс обработки информации осуществляется управляющим компьютером и включает в себя: автоматический сбор данных с измерительных устройств, настройку временных параметров, мониторинг состояния системы, анализ измерительных данных в соответствии с критическими пороговыми значениями, формирование управляющих команд, архивирование и просмотр данных, а также предоставление справочной информации.



**Рисунок 3. Схема приёма данных информационной системы «GSS-monitoring»<sup>41</sup>**

Геологи, использующие мониторинговую систему, также могут применять современные устройства для сбора и передачи данных по геологическим параметрам. Общая численность пользователей, как ожидается, составит около 200 человек, и каждый пользователь должен выполнять свои функции без совмещения нескольких ролей.

С помощью созданной системы «GSS-monitoring» охвачено 63 оползневые зоны, 832 опасных участка в 191 подзоне. На сегодняшний день база данных включает: 8000 ежедневных наблюдений, каталог оползней, около

<sup>41</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

500 предписаний, более 3500 данных об атмосферных осадках, свыше 2000 данных режимных наблюдений. Система интегрирована с информационной системой экологии, и для 7 региональных наблюдательных станций создана база данных. Внедрение системы позволило повысить эффективность сбора и анализа данных, сэкономить время. Кроме того, система развивается в сотрудничестве с министерствами и мониторингом окружающей среды.

Ранее одновременно в одной наблюдательной станции Республики работы по мониторингу и анализу опасных геологических процессов выполнялись 9 сотрудниками (среднедневная заработная плата каждого работника за 2022 год составляло около 51 232 сумов, при этом расходы на транспорт, спецодежду и социальное обеспечение составляли 40 330 сумов, а общие годовые расходы составляли 21 333 946 сумов, а годовые расходы 9 работников составило 192 005 514 сумов). В результате внедрения системы 6 сотрудников получили возможность осуществлять мониторинг и анализ опасных геологических процессов на одной наблюдательной станции, то есть было сэкономлено трудовые ресурсы 3 сотрудников в объёме 5592 часов (если учесть, что один сотрудник в течение года, то есть за 11 месяцев, работает 233 дня, при этом в среднем по 8 часов в день, то в год он отработывает 1864 часа).

Таким образом, с учётом того, что годовая заработная плата каждого сотрудника составляет 21 333 946 сумов, расходы, сокращённые за счёт сэкономленных трудовых ресурсов, составляют 64 001 838 сумов. Для расчёта процента сокращения годовых расходов используется следующая формула:

$$\text{Процент сокращения} = \frac{\text{Сокращённые расходы}}{\text{Прежние общие расходы}} \times 100$$

$$\text{Процент сокращения} = \frac{64\,001\,838}{192\,005\,514} \times 100 \approx 33\%$$

Кроме того, за счёт уменьшения использования бумаги (*предупредительные письма, аналитические материалы, отчёты*) в объёме 480 кг было сэкономлено в общей сложности 11,2 млн сумов.

Таким образом, если в 2023 году в масштабе 7 наблюдательных станций сумма сэкономленных средств составила 459,21 млн сумов (448,01 млн + 11,2 млн = 459,21 млн), а средний уровень инфляции за период 2023–2027 годов равен 8%, то для расчёта суммы сэкономленных средств за каждый год используется следующая формула::

$$\text{Год}_n = \text{Год}_{n-1} \times (1 + \text{Инфляция})$$

Где:

- $\text{Год}_{n-1}$  – сумма средств предыдущего года;
- Инфляция – 8% или 0,08<sup>42</sup>.

На основании расчётов, выполненных с использованием данной формулы, установлено, что внедрение в практику информационной системы «GSS-monitoring» к 2027 году позволит организации сэкономить финансовые средства в размере 624,75 млн сумов (см. таблицу 3).

<sup>42</sup>Источник: [https://cbu.uz/uz/monetary-policy/publications/press-releases/2117319/?utm\\_source](https://cbu.uz/uz/monetary-policy/publications/press-releases/2117319/?utm_source).

Таблица 3

**Сэкономленные финансовые средства за 2024–2027 годы**<sup>43</sup>

№	Сумма сэкономленных средств за 2024–2027 годы (сум)	
1.	2024 год	495,94 млн.
2.	2025 год	535,62 млн.
3.	2026 год	578,47 млн.
4.	2027 год	624,75 млн.

Хотя оценка только на основе финансовых показателей не является исчерпывающей, проект предоставляет более широкий экономический и социальный эффект для Узбекистана. Система обеспечивает возможность раннего выявления, мониторинга и прогнозирования опасных геологических процессов, что позволяет не ликвидировать последствия аварий, а предотвращать их. Такой подход обходится дешевле, чем восстановительные работы, и повышает экономическую эффективность.

В этой связи в информационной системе «Мониторинг опасных геологических процессов» планируется использовать технологии искусственного интеллекта (ИИ) для анализа геологических процессов в оползнеопасных районах, прогнозирования рисков, оперативного оповещения и принятия решений. Прогнозные показатели, установленные на каждый год, с учётом интеграции цифровых технологий и инноваций, будут способствовать повышению глобальной конкурентоспособности системы (см. таблицу 4).

Таблица 4

**Прогнозные показатели эффективного использования технологий искусственного интеллекта в информационной системе «Мониторинг опасных геологических процессов» на 2023–2030 годы**<sup>44</sup>

№	Технология	Краткое описание	Применение
1.	Анализ ИИ на основе данных с сенсоров	Анализ данных, полученных с IoT-устройств	Землетрясения, деформации земли, температура, влажность и т.д.
2.	Машинное обучение (ML)	Прогнозирование рисков на основе исторических геологических данных	Прогноз обвалов, сдвигов и нестабильности грунта
3.	Искусственные спутниковые изображения	Геокосмический мониторинг и анализ изображений в реальном времени	Выявление физических изменений на территории
4.	Система ИИ оповещения	Автоматическая отправка предупреждений в зависимости от уровня риска	Информирование населения и ответственных органов

<sup>43</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

<sup>44</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

5.	Поддержка принятия решений ИИ	ИИ даёт рекомендации в зависимости от ситуации	Эвакуация, уровень риска, распределение ресурсов и т.д.
----	-------------------------------	--	---

Последовательность шагов по внедрению технологий искусственного интеллекта в информационную систему «Мониторинг опасных геологических процессов» по годам выглядит следующим образом:

**Таблица 5**

**Пошаговый план внедрения системы мониторинга и прогнозирования опасных геологических процессов на основе искусственного интеллекта (2023–2030 годы)<sup>45</sup>**

Этап (год)	Основные мероприятия	Ожидаемые результаты
2023–2024 (Начальный этап)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Установка IoT-сенсоров и систем спутникового мониторинга в пилотных регионах;</li> <li>– Создание базы исторических данных;</li> <li>– Первичная подготовка ML-алгоритмов;</li> <li>– Пилотное внедрение на 2 наблюдательных станциях.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Прогноз опасности с точностью 30–40 %;</li> <li>– Запуск начальной системы мониторинга.</li> </ul>
2025–2026 (Этап интеграции)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расширение модели ИИ на другие горные регионы;</li> <li>– Повышение точности прогноза до 70 %;</li> <li>– Внедрение системы оповещения в реальном времени (мобильное приложение, SMS, правительственный портал).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сокращение времени реагирования на ЧС на 30 %;</li> <li>– Расширение охвата системы.</li> </ul>
2027–2028 (Этап рекомендаций)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка модуля поддержки принятия решений на основе ИИ;</li> <li>– Формирование рекомендаций по эвакуации, безопасным зонам и логистике;</li> <li>– Создание интерактивной карты опасностей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Прогноз с точностью 85–90 %;</li> <li>– Цифровизация процесса принятия решений.</li> </ul>
2029–2030 (Полная автоматизация)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Внедрение системы в масштабах республики;</li> <li>– Запуск платформы анализа ИИ в реальном времени, оповещения и принятия решений;</li> <li>– Достижение 90 % уровня осведомлённости населения;</li> <li>– Гармонизация с международными стандартами (UNDRR, INSARAG).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Снижение ущерба от оползневой опасности на 50–70 %;</li> <li>– Приведение системы в соответствие с международными стандартами.</li> </ul>

<sup>45</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

В мониторинге и прогнозировании опасных геологических процессов эффективно применяются алгоритмы контролируемого (под наблюдением) машинного обучения. Для обеспечения высокой точности работы этих алгоритмов необходимы большие объёмы мониторинговых данных, содержащие целевые показатели, которые должны быть предсказаны заранее.

**Таблица 6**

**Прогнозируемые показатели ожидаемой эффективности<sup>46</sup>**

№	Направление	Состояние в 2023 году	Ожидаемый результат к 2030 году
1	Точность определения оползня	30–40%	90–95%
2	Время оповещения	задержка 1–3 часа	в реальном времени
3	Готовность населения	низкая	высокая (90%)
4	Скорость принятия решений	на основе человеческого фактора	предварительно спланировано
5	Уровень ущерба	высокий	снижение на 50–70%

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач в прогнозировании опасных геологических процессов является необходимость регулярного переобучения аналитических моделей. Если создаваемая модель сможет самостоятельно отбирать необходимые данные в процессе мониторинга, интерпретировать их и развиваться за счёт механизмов самообучения, это окажет значительную помощь научному сообществу в раннем выявлении геологических рисков и снижении их последствий.

В долгосрочной перспективе такой подход создаёт возможности для творческого анализа, интеграции междисциплинарного опыта и формирования новых знаний, что станет первым шагом к эпохе искусственного интеллекта.

<sup>46</sup>Разработано автором на основе проведённых исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования, проведённого в целях совершенствования использования цифровых технологий при мониторинге опасных геологических процессов, были получены следующие основные выводы:

1. В диссертационной работе подробно изучено формирование цифровизации, а также передовой зарубежный опыт в области более эффективного наблюдения и управления опасными геологическими процессами. Доказано, что применение цифровых технологий обладает огромным потенциалом для улучшения мониторинга и анализа геологических опасностей, а сбор, передача и обработка данных через информационные системы и современные программные решения являются более эффективными.

2. Изучено текущее состояние внедрения цифровых технологий в геологической сфере страны. В научной работе проведён анализ степени использования цифровых технологий, на основе которого разработаны ряд научно-методических и практических предложений и рекомендаций.

3. Исследованы ряд проблем, с которыми сталкивается Узбекистан при внедрении цифровых технологий в геологию. Определены факторы, влияющие на процесс цифровизации, и предложены пути их преодоления.

4. Доказано, что цифровизация процессов мониторинга и анализа опасных геологических процессов позволяет переводить отчётные и аналитические данные в электронный интерактивный формат, формировать календарь официальной статистики по результатам мониторинга, создавать электронные версии статистических сборников, а также представлять данные с использованием различных методов визуализации — диаграмм, графиков и других форм отображения информации.

5. Проанализированы различные финансовые показатели внедрения цифровых технологий в процессы наблюдения и анализа опасных геологических процессов в Узбекистане, включая первоначальные инвестиции, операционные расходы, внутреннюю рентабельность и срок окупаемости. Результаты анализа подтвердили, что внедрение цифровых технологий в эту сферу приносит значительную экономическую эффективность.

6. Разработано предложение по совершенствованию цифровых платформ для наблюдения за опасными геологическими процессами с целью повышения эффективности обработки информации в геологической сфере, мониторинга и прогнозирования геологических рисков, достижения экономической эффективности, обеспечения безопасности населения и поддержки устойчивого развития.

**GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS AND ENTREPRENEURSHIP  
UNDER THE CABINET OF MINISTERS OF THE REPUBLIC OF  
UZBEKISTAN DIGITAL SCIENTIFIC COUNCIL OF  
DSc.19/04.07.2023.1.88.01**

---

**GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS AND ENTREPRENEURSHIP  
UNDER THE CABINET OF MINISTERS OF THE REPUBLIC OF  
UZBEKISTAN**

**XAKIMOVA MAFTUNA TALXATBEK KIZI**

**IMPROVING THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE FIELD  
OF GEOLOGY**

**(A case study of the State geological monitoring service)**

**08.00.16 – Digital economy and international digital integration**

**ABSTRACT**

**Doctor of Philosophy (PhD) Dissertation in economics sciences**

**Tashkent – 2025 year**

**The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2022.4.PhD/Iqt2335.**

The dissertation was completed at the Graduate School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation in three languages (Russian, English and Uzbek (summary)) is posted on the websites at: Information and educational portal [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz) and the Graduate school of business and entrepreneurship under the Ministry of economic development and poverty reduction of the Republic of Uzbekistan - <https://www.rgsbm.uz>.

<b>Scientific advisor:</b>	<b><u>Gulyamov Saidakhror Saidakhmedovich</u></b> Doctor of Philosophy in Economics, Academician
<b>Official opponents:</b>	<b><u>Kenjabaev Aman Turgunovich</u></b> doctor of economic sciences, professor
	<b><u>Toraev Shavkat Shukhratovich</u></b> doctor of economic sciences, professor
<b>Leading organization:</b>	<b><u>Nordic international university</u></b>

The dissertation defense will take place in “\_\_\_” “\_\_\_\_\_” 2025 year at “\_\_\_:\_\_\_” hours at the meeting of the Scientific Council DSc.19/04.07.2023.1.88.01 for the awarding of academic degrees at the Graduate School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Mirabad street, 25 Tel.:(998971)239-03-05; fax:(99871)239-03-03, e-mail: [info@rgsbm.uz](mailto:info@rgsbm.uz))

The dissertation can be viewed at the Information and Resource Center of the Graduate School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan (registered under № \_\_\_\_\_). Address: Tashkent, Mirabad street, 25 Tel.: (998971)239-03-05; fax: (99871)239-03-03, e-mail: [info@rgsbm.uz](mailto:info@rgsbm.uz).

The abstract of the dissertation was sent out “\_\_\_” \_\_\_\_\_, 2025 y.  
(Mailing registry protocol № “\_\_\_” on “\_\_\_” “\_\_\_\_\_” 2025 y.)

**D.X. Suyunov**

Chairman of the academic council awarding academic degrees, Doctor of economic sciences, professor

**T.U. Kadirov**

Scientific secretary of the Scientific council that grants scientific degrees, Candidate of economic sciences, professor

**A.T. Kenjabaev**

Chairman of the Scientific seminar under the Scientific council that awards scientific degrees, Doctor of economic sciences, professor

## **INTRODUCTION (annotation of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD)).**

**The relevance and necessity of the dissertation topic.** Global trends in geological research indicate a steady increase in the use of Geographic Information Technologies (GIT). While in 2020 approximately 25–30% of geological companies utilized GIT for landscape and geospatial data analysis, by 2025 this figure is projected to rise to 50–60%. The global market volume of GIT reached approximately USD 12.90 billion in 2024, and it is expected to grow to USD 16.45–16.86 billion by 2025. The compound annual growth rate (CAGR) is estimated to be in the range of 10–12.5%. According to 2025 data, the global distribution of the use of Geographic Information Technologies (GIT) in geological research is as follows: North America (~37%), Europe (~27%), and the Asia-Pacific region (~25%) are the leading GIT markets. In the most technologically advanced countries, the level of integration of GIT and artificial intelligence in areas such as landslide monitoring, lithosphere stability assessment, and real-time forecasting reaches 65–75%.

In our country, between 2020 and 2023, as a result of reforms aimed at the development of digital technologies, geoinformation platforms were developed for more than 30 geological areas based on digital mapping and remote sensing (RS) technologies. Using geoinformation technologies, projects are being implemented to identify mineral resources, analyze seismic zones, and model the structure of the Earth's crust. The total value of 15 planned projects amounts to 1.865 billion USD. Additionally, the first prototype of a virtual geological science laboratory was created. In the following years, the volume of geological exploration work increased threefold compared to the previous period, with advanced methods being actively implemented — including 3D seismic surveys, airborne geophysics, space geology, and digital geology. In addition, for 2025–2030, Uzbekistan plans to establish a fully digital system for forecasting and monitoring geological hazards based on geoinformation technologies. Starting in 2025, the formation of a nationwide digital system for managing geological risks is expected.

The dissertation research is based on regulatory and strategic documents that define the vector of digital transformation and the development of the geological sector in the Republic of Uzbekistan. Among the key acts, the following can be highlighted: Presidential Decree of the Republic of Uzbekistan No. PD–60 of January 28, 2022, “On the Development Strategy of New Uzbekistan for 2022–2026”; Decree No. PD–4947 of February 7, 2017, “On the Action Strategy for the Further Development of the Republic of Uzbekistan”; Resolution No. PD–4699 of April 28, 2020, “On Measures for the Wide Implementation of the Digital Economy and the E-Government System”; Decree No. PD–6079 of October 5, 2020, “On the Approval of the Strategy ‘Digital Uzbekistan – 2030’ and Measures for Its Effective Implementation”; Resolution No. PD–5083 of April 21, 2021, “On Additional Measures to Actively Attract Investments into the Geological Sector, Transform Industry Enterprises, and Expand the Republic’s Mineral Resource Base”; as well as Resolution No. PD–459 of December 28, 2022, “On Measures for the Implementation of the Investment Program of the Republic of Uzbekistan for 2023–2025.” At the same time, a number of subordinate regulatory acts place special

emphasis on the further improvement of digital technology management in the context of the digital economy. This, in turn, highlights the relevance and necessity of the chosen topic of the dissertation research in the current socio-economic conditions, as well as its strategic significance for the sustainable development of the country.

**Compliance of the research with the priority areas of the development of science and technology of the republic.** This dissertation research was carried out within the framework of the priority areas of the development of science and technology of the republic “I. Spiritual, moral and cultural development of a democratic and legal society, and formation of an innovative economy”.

**The level of study of the problem.** The use of digital technologies in Earth remote sensing, the extensive application of satellite observation data, as well as the assessment of natural and technogenic risks in the context of their role in the development of the national economy, their specific features, areas of application, and directions for improvement have become the subject of research by many foreign scholars. In particular, these issues have been addressed in the scientific works of researchers such as Lebel D., Nastev M., Hartmann G., Pradhan A.M., Riitta Molarius, David Ovadia, S. Mandal, Froude M.J., Petley D.N., Aleksandra E. Huff, and others.

Furthermore, the prospects for using digital technologies in geology, particularly geographic information technologies (GIS), and their role in this field have been studied by scholars from CIS countries, including N.A. Yakimchuk, A.A. Kuzin, E.N. Grishchenkova, and M.G. Mustafin. Issues related to the zoning of landslide-prone areas have been investigated by I.M. Bubnyak, A.M. Bubnyak, O.D. Gavrilenko, I.A. Potapov, A.D. Potapov, A.P. Karpik, V.S. Khoroshilov, A.V. Komissarov, S.E. Lapin, V.B. Pisetskiy, E.P. Istomin, L.S. Slesareva, M.P. Kropotkin, G.L. Fisenko, L. Massel, S. Timofeeva, E. Bayramov, and other researchers.

The role of digital technologies in the real sector of the economy has been reflected in the works of domestic economists, including S.S. Gulyamov, A.T. Shermukhammadov, A.T. Kenzhabaev, B.Yu. Khodiev, I.E. Zhukovskaya, Z.M. Otakuzieva, N.F. Gulomova, and A.A. Ismoilov. In addition, the research of young scholars — D.N. Rakhmonov, L.Kh. Gulyamova, S.S. Ibrokhimov, and others — has partially addressed the scientific, methodological, and applied aspects of creating databases for land degradation mapping using GIS technologies, as well as identifying and monitoring changes in the landscape based on aerospace imagery and data obtained from unmanned aerial vehicles.

The scientific studies of the aforementioned scholars have made a significant contribution to improving the management system in the field of information and communication technologies and to the development of the digital economy. However, the processes of analyzing statistical data collected for the purpose of monitoring and preventing hazardous geological phenomena through the use of digital technologies, as well as the development of corresponding data processing methods, remain insufficiently covered. In particular, the field of hazardous geological process monitoring has not been fully explored, which necessitates further

scientific research in this area and underscores the relevance of the chosen dissertation topic.

**The relevance of the dissertation topic to the research plans of the higher educational institution where the dissertation was completed.** The present dissertation research has been carried out within the framework of the scientific project entitled “Improving the use of digital technologies in the field of geology (A case study of the State geological monitoring service)”, implemented in accordance with the research plan of the Higher School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

**The purpose of the research** is to develop scientifically grounded proposals and recommendations for improving the use of digital technologies to enhance the efficiency of the geological sector.

**The objectives of the research:**

to study and analyze the scientific and theoretical foundations of using digital technologies in the geological sector;

to identify the possibilities of applying foreign experience in the process of digitalization in the field of geology in the context of Uzbekistan;

to identify and improve indicators of economic efficiency achieved through the use of digital technologies in geology;

to develop a methodology for integrating disparate geoinformation systems and software used in geological processes;

to develop and test a methodology for the application and implementation of digital technologies for monitoring hazardous geological processes.

**The object of the study** is the activities of the State geological monitoring service of the public institution “Uzbekgidrogeology” of the Republic of Uzbekistan.

**The subject of the research** is the organizational and economic relations associated with the implementation and use of digital technologies in the process of improving the activities of the State geological monitoring service.

**Research methods.** In the course of the study, methods such as literature analysis, statistical analysis, a systems approach, foresight analysis, and forecasting methods were used.

**The scientific novelty of the research** includes:

the threshold values for changes in efficiency indicators have been justified when using the global navigation system and digital technologies in geodetic measurements: a reduction in operating costs by 40–60%, budget savings of 25–30%, an increase in daily territorial coverage by 100%, a twofold increase in monitoring frequency, and a reduction in potential damage by 20–35%;

based on the improvement of the monitoring mechanism for hazardous geological processes, the potential amount of financial savings up to 2027 has been justified through the implementation of online monitoring at seven regional observation stations;

it has been justified that the integration of existing information systems into a digital platform—which enables the processing of geological data, monitoring, observation, and management of geohazards—ensures a landslide hazard determination accuracy of 90–95%, real-time warning capability, high population

preparedness level (around 90%), pre-planned decision-making speed, and a reduction in damage levels by 50–70%;

forecast performance indicators for the use of artificial intelligence technologies in the “Monitoring of Hazardous Geological Processes” information system in Uzbekistan have been developed up to the year 2030.

**The reliability of the research results** is explained by the appropriateness of the applied approaches and methods, the use of data from official sources, including the Ministry of Mining Industry and Geology of the Republic of Uzbekistan and the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan, as well as by the fact that the relevant conclusions and proposals were implemented in practice by responsible organizations and confirmed by authorized structures.

**Scientific and practical significance of the research results.**

The scientific significance of the research results lies in the fact that the developed proposals and recommendations can be used to improve the efficiency of activities in the field of geology, to enhance mechanisms for monitoring hazardous geological processes, to introduce specialized research in this area, as well as to assess the effectiveness of ICT application.

The practical significance of the study consists in the possibility of their application for evaluating the effectiveness of digital technologies at the global level, improving the efficiency of methods and tools used in the activities of higher educational institutions and research institutes, as well as in the implementation of digital technologies on a national scale. In addition, the research results can be used in the preparation of textbooks within the disciplines Economics, Marketing, Information Technologies, E-commerce, as well as a scientific source in teaching students of economic fields such disciplines as Digital Economy, Information Systems and Technologies in Economics, Digital Geology.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained regarding the effective use of digital technologies in monitoring hazardous geological processes:

as a result of applying the global navigation system and digital technologies in geodetic measurements, the threshold values of efficiency indicators were substantiated, including a reduction in operating costs by 40–60%, budget savings of 25–30%, a 100% increase in daily territorial coverage, a twofold increase in monitoring frequency, and a 20–35% reduction in damage. These indicators were utilized by the Ministry of Mining Industry and Geology in the development of the “Roadmap for Deepening Reforms and Transforming Activities in the Mining and Geological Sectors”. The implementation of this scientific proposal in practice has made it possible to create scientifically grounded mechanisms for the introduction of digital technologies in the modernization of the geological industry, ensure more efficient use of existing resources, and significantly improve the quality of monitoring and forecasting. (reference SE “Uzbekhydrogeology” dated March 4, 2025, No. 02/05);

as a result of improving the monitoring mechanism for hazardous geological processes, the proposal regarding the potential amount of financial savings through the organization of online monitoring at seven regional observation stations by 2027

was taken into account in the development of the “Digital Transformation Action Program for 2023–2028” of the Ministry of Mining Industry and Geology. The implementation of this scientific proposal in practice has made it possible to increase the economic efficiency of the monitoring system, reduce costs, and establish an optimal mechanism for the utilization of labor resources. (reference SE “Uzbekhydrogeology” dated March 4, 2025, No. 02/05);

the proposal for the integration of existing information systems into a unified digital platform ensuring the processing of geological data, monitoring, observation, and management of geological hazards — with key performance indicators such as landslide risk detection accuracy (90–95%), alert time (real-time mode), public preparedness level (high — 90%), decision-making speed (pre-planned), and damage reduction (by 50–70%) — was taken into account in the development of the “Digital Transformation Action Program for 2023–2028” of the Ministry of Mining Industry and Geology. The implementation of this scientific proposal in practice made it possible to reduce the time required for analyzing hazardous geological processes by improving the early warning methodology and implementing prompt response measures based on online monitoring results, as well as to decrease annual operational costs by 25–30% (reference SE “Uzbekhydrogeology” dated January 6, 2023, No. 01/02);

the forecast indicators for the effective use of artificial intelligence technologies in the “Hazardous Geological Processes Monitoring” information system up to 2030 were taken into account in the development of the “Digital Transformation Action Program for 2023–2028” of the Ministry of Mining Industry and Geology. The implementation of this scientific proposal in practice has made it possible to reduce excessive time and financial costs associated with repeated data processing, ensure the rational use of human resources, and significantly decrease monitoring-related expenses (reference SE “Uzbekhydrogeology” dated March 4, 2025, No. 02/05).

**Approbation of research results.** The results of this study were discussed and approved at five scientific and practical conferences, including three international and two national ones.

**Publication of research results.** On the topic of the dissertation, 9 scientific works have been published, including 1 article in a national journal recommended by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan for the publication of main scientific results of doctoral dissertations, 3 articles in foreign journals, as well as 5 conference abstracts in the proceedings of international scientific-practical conferences organized in the Republic.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references, and appendices, with a total length of 135 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLICATION**

**I bo'lim ( I часть, I part)**

1. Xakimova M.T. Iqtisodiyotning real sektorida ishtirok etadigan turli tarmoqli korxonalarni raqamli transformatsiyalash // “Science and education” Scientific journal, Issue 6, ISSN 2181-0842, Volume 3, 2022. – B. 1340-1349.

2. Maksudov M.M., Xakimova M.T. Raqamli texnologiyalarning rivojlanishi orqali taqdim etiladigan keng ko'lamdagi imkoniyatlar // “Axborot-kommunikatsiyalari: tarmoqlar – texnologiyalar – yechimlar” ilmiy – texnik jurnali, №10-3692, “UNICON.UZ” DUK – fan-texnika va marketing tadqiqotlari markazi, Toshkent, 2022. – №2(62). – B. 32-34.

3. Khakimova M.T. Maksudov M.M. The role of digitalization in monitoring hazardous geological processes // “Science and innovation” International scientific journal, Issue 6, Volume 2, ISSN: 2181-3337, 2023. – P. 292-296.

4. Xakimova M.T. Geologiya sohasidagi statistik ma'lumotlarni raqamlashtirish // “Axborot-kommunikatsiyalari: tarmoqlar – texnologiyalar – yechimlar” ilmiy – texnik jurnali, №10-3692, “UNICON.UZ” DUK – fan-texnika va marketing tadqiqotlari markazi, Toshkent, 2023. – №3(67). – B. 40-43.

5. Xakimova M.T. Statistical Analysis In The Monitoring Of Geohazards // “TLEP” International Journal of Multidiscipline, Vol 2. Issue 3 in 2025, ISSN: 2488-9342, Impact factor: 8.497, 2025. – P. 42-45.

**II bo'lim ( II часть, II part)**

1. Xakimova M.T. Iqtisodiyotning real sektorida ishtirok etadigan turli tarmoqli korxonalarni raqamli transformatsiyalash // Processes of Digital Transformation of the Economy, Finance and Management in a Pandemic, Forum IV “Economy in a Changing World”. Xalqaro anjuman materiallar to'plami, Qozon Federal universiteti, O'zbekiston Respublikasi Toshkent Davlat iqtisodiyot universiteti, Toshkent, 2022 yil, 4-6 may.

2. Xakimova M.T. Geologiya sohasini raqamli transformatsiyalash jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalarining tutgan o'rni // Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirishning statistik tahlilini takomillashtirishning nazariy-uslubiy jihatlari. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to'plami. Kadrlar malakasini oshirish va statistik tadqiqotlar instituti. Toshkent, 2022 yil, 27 may. – B. 813-817.

3. Xakimova M.T., Isaxodjayeva Z.Sh. Geologiya sohasida statistikani tutgan o'rni // Statistikaning zamonaviy muammolari: nazariya, uslubiyot va amaliyot. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to'plami. Kadrlar malakasini oshirish va statistik tadqiqotlar instituti. Toshkent, 2022 yil, 26 noyabr. – B. 487-490.

4. Xakimova M.T. Xavfli geologik jarayonlarni kuzatish faoliyatida raqamli texnologiyalarni qo‘llash uslubiyotini takomillashtirish // Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirishda Big Data, sun‘iy intellekt va elektron tijorat: muammolar, vazifalar, yechimlar. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to‘plami. Kadrlar malakasini oshirish va statistik tadqiqotlar instituti. Toshkent, 2023 yil, 23 dekabr. – B. 222-226.

5. Xakimova M.T. Geologiya ta‘lim sohasida innovatsion texnologiyalarning tutgan roli // Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash: Ilm va innovatsiya. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to‘plami. Farg‘ona politexnika instituti. Toshkent, 2024 yil, 25-26 aprel. – B. 399-404.