



**O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ
(MINTAQAVIY) MARKAZI**

GEOLOGIK-QIDIRUV ISHLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA ZAMONAVIY TADQIQOT USULLARI

**MODULI BO'YICHA
O'QUV- USLUBIY
MAJMUUA**

2025

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIY TA’LIM TIZIMI KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA
MALAKASINI OSHIRISH INSTITUTI**

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ (MINTAQAVIY) MARKAZI**

**“ Geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda
zamonaviy tadqiqot usullari ”**

**MODULI BO‘YICHA
O‘QUV–USLUBIY MAJMUA**

TOSHKENT – 2025

Mazkur modulning o‘quv-uslubiy majmuasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil “27” dekabrda 485-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va namunaviy dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: A.R.Kushakov—g-m.f.n. ,professor

Taqrizchi: TDTU, “Metallurgiya” kafedrası professorı, DSc
S.T.Matkarimov
Ilg‘or texnologiyalar markazi, Geofizika va
nanomineralogiya laboratoriyasi dotsenti, g.-m.f.f.d.-
I.R.Yanbuxtin

*O‘quv-uslubiy majmua Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti
Kengashining qarori bilan nashrga tavsiya qilingan
(2024- yil “29” noyabrda 4-sonli bayonnoma).*

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.....	17
III. NAZARIY MATERIALLAR.....	20
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	61
V. MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI.....	64
VI. GLOSSARIY	66
VII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI	68

I. ISHCHI DASTUR

KIRISH

Dastur O O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan "Ta'lim to'g'risida" Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi "Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida" PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagi "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida" PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" PF-5847-son, 2020-yil 29-oktabrdagi "Ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" PF-6097-son, 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" PF-60-son, 2023-yil 25-yanvardagi "Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo'lga qo'yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida" PF-14-son, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi "O'zbekiston — 2030" strategiyasi to'g'risida" PF-158-son Farmonlari, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-iyundagi "Aholi va davlat xizmatchilarining korrupsiyaga qarshi kurashish sohasidagi bilimlarini uzluksiz oshirish tizimini joriy qilish chora-tadbirlari to'g'risida" PQ-228-son, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida" PQ-4996-son qarorlari va O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" 2019-yil 23-sentabrdagi 797-son hamda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Oliy ta'lim tashkilotlari rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini samarali tashkil qilish chora-tadbirlari to'g'risida" 2024-yil 11-iyuldagi 415-son Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg'or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o'zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko'nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta'lim sohasi bo'yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo'yiladigan umumiy malaka talablari va o'quv rejalari asosida shakllantirilgan bo'lib, uning mazmuni yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi va jamiyatning ma'naviy asoslarini yoritib berish, oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari bo'yicha ta'lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish, pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalarni

rivojlantirish, ilmiy-innovatsion faoliyat darajasini oshirish, pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish, ta'lim sifatini ta'minlashda baholash metodikalaridan samarali foydalanish, geologiyaning zamonaviy tadqiqot usullarini qo'llash, geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda zamonaviy tadqiqot usullaridan samarali foydalanish bo'yicha tegishli bilim, ko'nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo'naltirilgan.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo'nalishining o'ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda tinglovchilarning maxsus fanlar doirasidagi bilim, ko'nikma, malaka hamda kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar takomillashtirilishi mumkin.

Modulning maqsadi va vazifalari

Oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish kursining **maqsadi** pedagog kadrlarning innovatsion yondoshuvlar asosida o'quv-tarbiyaviy jarayonlarni yuksak ilmiy-metodik darajada loyihalashtirish, sohadagi ilg'or tajribalar, zamonaviy bilim va malakalarni o'zlashtirish va amaliyotga joriy etishlari uchun zarur bo'ladigan kasbiy bilim, ko'nikma va malakalarini takomillashtirish, shuningdek ularning ijodiy faolligini rivojlantirishdan iborat

Modulning vazifalari:

“Geologiya” yo'nalishida pedagog kadrlarning kasbiy bilim, ko'nikma, malakalarini takomillashtirish va rivojlantirish;

-pedagoglarning ijodiy-innovatsion faollik darajasini oshirish;

-pedagog kadrlar tomonidan zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, zamonaviy ta'lim va innovatsion texnologiyalar sohasidagi ilg'or xorijiy tajribalarning o'zlashtirilishini ta'minlash;

-o'quv jarayonini tashkil etish va uning sifatini ta'minlash borasidagi ilg'or xorijiy tajribalar, zamonaviy yondashuvlarni o'zlashtirish;

“**Geologiya**” yo'nalishida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarini fan va ishlab chiqarishdagi innovatsiyalar bilan o'zaro integratsiyasini ta'minlash.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar

Qayta tayyorlash va malaka oshirish kursining o'quv modullari bo'yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko'nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo'lishlari talab etiladi:

- “Yangi O'zbekiston” konsepsiyasi, uning mazmun mohiyati va asosiy tamoyillarini;

- O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasida inson va fuqaroning asosiy huquqlari, erkinliklari va burchlarini;

- O‘zbekiston Respublikasining “Ilm-fan va ilmiy faoliyat to‘g‘risida” hamda “Innovatsion faoliyat to‘g‘risida” Qonunlarini;

- O‘zbekiston Respublikasining zamonaviy konstitutsionalizmini;

- aholi talablariga va xalqaro standartlarga to‘liq javob beradigan ta’lim, tibbiyot va ijtimoiy himoya tizimini tashkil qilishni;

- “Yashil” va inklyuziv iqtisodiy o‘rish tamoyillariga asoslangan yuqori iqtisodiy o‘rish dasturlari va ularning amaliyotga tadbiq etish istiqbollari;

- O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasida ma’muriy-hududiy va davlat tuzilishi masalalarini;

- jamiyatning iqtisodiy negizlarini;

- “Xavfsiz va tinchliksevar davlat” tamoyiliga asoslangan siyosatni;

- Oliy ta’lim sohasiga oid qonun hujjatlari va ularning mazmunini;

- O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining oliy ta’lim tizimiga oid farmonlari, qarorlarini;

- O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining oliy ta’lim tizimiga tegishli qarorlarini;

- Oliy ta’lim, fan va innovatsiya vazirligining ta’lim jarayonlarini rejalashtirish va tashkil etishga oid buyruqlarini;

- Davlat ta’lim standartlari, ta’lim yo‘nalishlari va magistratura mutaxassisliklarining Malaka talablari, o‘quv rejalari, fan dasturlari va ularga qo‘yiladigan talablarni, o‘quv yuklamalarini rejalashtirish va ularning bajarilishini nazorat qilish usullarini;

- oliy ta’lim tizimida korrupsiya va korrupsiyaga oid huquqbuzarliklarga qarshi kurashish vazifalari, mazmun-mohiyati, yuzaga kelish sabablari, ijtimoiy-huquqiy omillarini;

- ta’lim jarayonini raqamli transformatsiyasini;

- raqamli ta’lim resurslari va dasturiy mahsulotlarini;

- raqamli ta’lim resursini pedagogik loyihalash texnologiyasini;

- mediasavodxonlik va xavfsizlik asoslarini;

- raqamli ta’lim resurslarini loyihalash uchun asosiy talablarni;

- meta texnologiyalar tushunchasi, avzalliklari va kamchiliklarini;

- zamonaviy ta’lim tizimida sun’iy intellekt (AI) ning ahamiyatini;

- ta’limda sun’iy intellektningdan foydalanish istiqbollari va xavflarini;

- bilimlarni sinash va baholashning aqlli tizimlarini;

- jahonda oliy ta’lim rivojlanish tendensiyalari: umumiy trendlar va strategik yo‘nalishlarni;

- zamonaviy ta'limning global trendlarini;
- inson kapitalining iqtisodiy o'sishning asosiy omili sifatida rivojlanishida ta'limning yoshdagi ahamiyatini;
- oliy ta'limning zamonaviy integratsiyasi: global va mintaqaviy makonda raqobatchilikdagi ustuvorliklari, universitetlarning xalqaro va milliy reytingini;
- xalqaro reyting turlari va ularning indikatorlarini;
- zamonaviy universitet jamiyatning faol, ko'pqirrali va samarali faoliyat yurituvchi instituti sifatidagi uchta yirik vazifalarini;
- universitetlarning zamonaviy modellarini;
- zamonaviy kelajak universitetlarning beshta asosiy modellarini;
- tadbirkorlik universiteti faoliyatining muhim yo'nalishlarini;
- pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning nazariy asoslarini;
- innovatsion ta'lim muhiti sharoitida pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish yo'llarini;
- kasbiy kompetensiyalarning mazmun va mohiyatini;
- kasbiy kompetensiyalar va ularning o'ziga xos xususiyatlarini;
- pedagogik texnikaning asosiy komponentlarini;
- pedagogik texnikani shakllantirish yo'llarini;
- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonini tashkil etishda innovatsion, akmeologik, aksiologik, kreativ, refleksiv, texnologik, kompetentli, psixologik, andragogik yondashuvlar va xalqaro tajribalar hamda ularning kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishga ta'sirini;
- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida pedagogik deontologiyaning roli, ahamiyatini;
- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishda uchraydigan to'siqlarni yechishda, to'g'ri harakatlar qilishda pedagogning kompetentlik va kreativlik darajasi, pedagogik kvalimetriyasini;
- talabalar kasbiy tayyorgarlik sifatini kompleks baholashning nazariyasini;
- ta'lim sifatiga ta'sir etuvchi omillarni;
- kredit-modul tizimida talabalarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalarini nazorat qilish va baholashning o'ziga xos xususiyatlari, didaktik funksiyalarini;
- baholash turlari, tamoyillari va mezonlarini;
- geologiyada zamonaviy tadqiqot usullarini;
- geologiyaning hozirgi zamon muammolarini;
- tadqiqot xarajatlarini optimallashtirishni;
- dronlardan foydalanishni;
- ma'lumotlarning aniqligini oshirish usullarini;

- geokimyoviy tadqiqot usullarini;
- sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilini;
- masofaviy zondlash texnologiyalarini;
- geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etishni **bilishi** kerak.

Tinglovchi:

- “O‘zbekiston-2030” strategiyasining mazmun-mohiyati va ahamiyatini yoritib berish;
- O‘zbekistonning xalqaro maydondagi siyosiy va iqtisodiy aloqalarini tahlil etish va baholash;
- yangi O‘zbekistonning ma’naviy va madaniy tiklanish dasturlari asoslarini o‘zlashtirish;
- O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining Oliy ta’lim tizimiga tegishli qarorlari asosida ta’lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish;
- xorijiy tajribalar asosida malaka talablari, o‘quv rejalari va fan dasturlarini takomillashtirish;
- korrupsiyaga qarshi kurashish ichki tizimining huquqiy asoslarini shakllantirishda xalqaro tajribaning ahamiyatini yoritib berish;
- multimedia va infografika asosida interaktiv didaktik mayeriallar yaratish va bulut xizmatlarida saqlash;
- masofiviy ta’lim platformalari uchun video kontent yaratish;
- Internetda mualliflik huquqlarini himoya qilish usullaridan foydalanish;
- raqamli ta’lim resurslari sifatini baholash;
- pedagogik jarayonda sun'iy intellektning rolini tahlil qilish va ahamiyatini ochib berish;
- ta’lim sohasida sun'iy intellektdan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash;
- OTMlarni reyting bo'yicha ranjirlash;
- jahon universitetlari reytingini tahlil etish va baholash;
- universitetlarni mustaqil baholash yondashuvlarini aniqlashtirish;
- tadbirkorlik universitetiga o'tish uchun zarur bo'ladigan o'zgarishlarni aniqlash;
- Universitet 1.0 dan Universitet 3.0 modeliga o'tish borasidagi muammolarni aniqlash;
- zamonaviy tadbirkorlik universiteti modeli tamoyillarini o‘zlashtirish;
- pedagoglarning kreativ potentsiali tushunchasi va mohiyatini ochib berish;
- pedagoglar kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning innovatsion texnologiyalarini qo'llash;

- o'qituvchi faoliyatida pedagogik texnikaning ahamiyatini yoritib berish;
 - tinglovchilar diqqatini o'ziga tortish usullaridan foydalanish;
 - kasbiy kompetentsiyalarni shakllantirish va rivojlantirish yo'llarini tahlil etish;
 - kasbiy kompetentsiyalarni rivojlantirish jarayonida uchraydigan to'siqlar, qiyinchiliklar va ularni bartaraf etish;
 - talabalarning o'quv auditoriyadagi faoliyatini baholash;
 - talabalarning kurs ishi, bitiruv malakaviy ishi, o'quv-malakaviy amaliyot (mehnat faoliyati)ni nazorat qilish;
 - baholashning miqdor va sifat tahlilini amalga oshirish;
 - geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni amalga oshirish;
 - mavjud konlarda mujassamlashgan mineral resurslar zaxiralarini to'ldirish hisobiga mineral xom-ashyo bazasini kengaytirish;
 - strategik jihatdan muhim bo'lgan noan'anaviy foydali qazilma turlarini namoyon etish;
 - foydali qazilmalarni qayta ishlashning samarali texnologiyalarini qo'llash;
 - foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash;
 - zamonaviy dasturiy ta'minotlar geologik tuzilmalarni simulyatsiya qilish;
 - potentsial foydali maydonlarni aniqlash va xato qilishning oldini olish
- ko'nikmalariga*** ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasidagi asosiy o'zgarishlarni tahlil qilish va ularning zarurligini muhokama etish;
- O'zbekiston Respublikasida ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasining mazmun-mohiyati va ahamiyatini ochib berish;
- mamlakatimizning raqamli va harbiy-tibbiy infratuzilmasini takomillashtirishga oid chora tadbirlar bilan ishlash;
- davlat hokimiyatining tashkil etilishining konstitutsiyaviy asoslarini o'zlashtirish;
- Oliy ta'lim, fan va innovatsiya vazirligining ta'lim-tarbiya jarayonini tashkil etishga oid buyruqlari, Davlat ta'lim standartlari, ta'lim yo'nalishlarining va magistratura mutaxassisliklarining malaka talablari, o'quv rejalar va fan dasturlarini takomillashtirish;
- o'quv yuklamalarni rejalashtirish va ularning bajarilishini nazorat qilish;
- meyoriy uslubiy hujjatlarni ishlab chiqish amaliyotini takomillashtirish mexanizmlarini tahlil etish;

- korrupsiyaviy xavf-xatarlarni aniqlash, ularni majburiy baholash, korrupsiya xavfi yuqori hisoblangan lavozimlar ro'yhatini shakllantirish, xavflar darajasini pasaytirish chora tadbirlarini amalga oshirish tartibidan samarali foydalanish;

- an'anaviy va raqamli ta'limda pedagogik dizaynning xususiyatlarini ochib berish;

- onlayn mashg'ulotlarni tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanish;

- mediasavodxonlik va xavfsizlik asoslarini o'zlashtirish;

- pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish;

- raqamli ta'lim resurslaridan foydalanish;

- meta texnologiyalarni ta'limga samarali integratsiya qilish yo'llaridan foydalanish;

- ta'limdagi sun'iy intellektning xususiyatlarini muhokama qilish;

- xalqaro reyting turlari va ularning indikatorlarining ahamiyatini ochib berish;

- OTM reytingiga ta'sir etuvchi omillarni tahlil etish;

- universitetlarning zamonaviy modellarini o'rganish;

- OTM bitiruvchilari va xodimlari tomonidan texnologiyalar transferiga litsenziyalar oluvchi startaplarni shakllantirish va yaratish;

- professor-o'qituvchilarning tadqiqotchi sifatidagi nashr faolligini rivojlantirish istiqbollari tahlil etish;

- innovatsion ta'lim muhiti sharoitida pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish;

- pedagog kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish hususiyatlarini tahlil etish va baholash;

- ijtimoiy va kasbiy tajribaga asoslangan intellektual mashqlarni ishlab chiqish;

- o'quv jarayoni ishtirokchilarini bir-birlari bilan tanishtirish, samimiy do'stona munosabat va ijodiy muhitni yuzaga keltirish, tinglovchilarning ijodiy imkoniyati va shaxsiy sifatlarini ochish, tinglovchilarning hamkorlikda ishlashlari uchun qulay sharoitni vujudga keltirish;

- tinglovchilarning kasbiy kompetensiyalarini o'rganish, tanishish;

- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida pedagogik deontologiyaning roli, ahamiyatini ochib berish;

- ta'lim sifatiga ta'sir etuvchi omillar (moddiy-texnik baza, professor-o'qituvchilarning salohiyati va o'quv-metodik ta'minot)ni tahlil etish va baholash;

- talabalarning o'quv auditoriyadan tashqari faoliyatini baholash;

- talabalarning o'quv auditoriyadan tashqari faoliyatini baholashda o'quv topshiriqlari (reproduktiv, produktiv, qisman-izlanishli, kreativ (ijodiy) murakkablik)ni ishlab chiqish metodikasidan samarali foydalanish;

- noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash texnologiyalarini qo'llash;

- geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlashni o‘rganish;
- ekologik xavflarni kamaytirish omillarni o‘rganish;
- nano-texnologiyalar asosida rivojlangan zamonaviy asbob-uskunalar tog‘ jinslari tarkibini molekulyar darajada o‘rganish;
- ma’lumotlar asosida yadro strukturaviy tahlilini amalga oshirish;
- O‘zbekiston Respublikasi zaminidagi tabiiy resurslarni namoyon etish, qidirish va qayta ishlash, ulardan rasional foydalanish zarurligi bilan bog‘liq mavjud bo‘lgan maummolarni hal etish *malakalariga* ega bo‘lishi zarur.

Tinglovchi:

- 2030-yilgacha O‘zbekiston Respublikasining yashil iqtisodiyotga o‘tish va ekologik barqarorlikga erishish strategiyasi mohiyati bilan tanishish;
- “Yashil” va inklyuziv iqtisodiy o‘rish tamoyillariga asoslangan yuqori iqtisodiy o‘rish dasturlarini amaliyotga tatbiq etish;
- yoshlar ma’naviyatini oshirish bo‘yicha davlat dasturlari yuzasidan muhokama tashkil etish va ulardan samarali foydalanish;
- O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiya vazirligining buyruqlari asosida ta’lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish;
- Davlat ta’lim standartlari, malaka talablari, o‘quv rejalar va fan dasturlar asosida fanning ishchi dasturini ishlab chiqish amal qilish va ularni ijrosini ta’minlash;
- oliy ta’lim tizimida manfaatlar to‘qnashuviga yo‘l qo‘yilganlik holatlarini aniqlash, manfaatlar to‘qnashuvi yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan sohalarni oldini olish va bartaraf etish uchun chora-tadbirlar ishlab chiqish, fuqarolarni ishga qabul qilish jarayonlarini nazoratga olinishini ta’minlash (nomzodlarni tekshirish tartibi), ushbu sohada qo‘llanishi lozim bo‘lgan xorij tajribasidan foydalanish;
- raqamli ta’lim resurslari va dasturiy mahsulotlarini o‘quv jarayoniga faol tatbiq etilishini tashkil etish;
- raqamli ta’lim resursini pedagogik loyihalash texnologiyasi asoslarini o‘zlashtirish;
- raqamli ta’lim muhitida pedagogik dizaynga oid innovatsiyalarni amaliyotga tatbiq etish;
- meta texnologiyalarni tahlil qilish va ularning ta’limdagi ta’sirini ochib berish;
- sun’iy intellektning asosiy xususiyatlarini asoslab berish;
- universitetlarning xalqaro va milliy reytingini baholash;
- OTMlarda talim, ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish, ilmiy tadqiqot natijalarni tijoratlashtirish yo‘llarini tahlil etish va amaliyotga tatbiq etish;
- «Amaliyotchi professorlar» (PoP, Professor of Practice) modelini qo‘llash;
- professor-o‘qituvchilarning tadqiqotchi sifatidagi nashr faolligini rivojlantirish

istiqbollarini yoritib berish;

- pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning nazariy asoslarini amaliyotga tadbiq etish;

- pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning pedagogik-psixologik trayektoriyalarini ishlab chiqish;

- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida uchraydigan to‘siqlarning xilma-xilligi va o‘ziga xos xususiyatlari, sabablarini amaliy tomonlarini yoritish, ularni yechish bosqichlarini guruh bilan birgalikda aniqlash;

- talabalar kasbiy tayyorgarlik sifatini kompleks baholash;

- talabalar kasbiy tayyorgarlik sifatini kompleks baholashning elektron monitoring tizimini yuritish;

- talabalarning ta’limiy (o‘quv predmetlari), tarbiyaviy (ma’naviy-ma’rifiy tadbirlar) va rivojlantiruvchi (ilmiy-tadqiqot ishi, start-up loyihalar) maqsadlarini baholash;

- prognozlashning aniq modellarini yaratish va ulardan samarali foydalanish;

- tezkor va xavfsiz ravishda hududlarning yuqori aniqlikdagi xaritalarini yaratish;

- tog‘ jinslarining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalarini aniqlash;

- gravimetrik va magnetometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sun’iy intellekt yordamida qayta ishlash;

- kompyuterli modellashni tadbiq etish;

- yashirin va chuqur qatlamlarni aniqlash tizimini yuritish;

- yopiq konlarni izlash va baholash usullarini takomillashtirish;

- geologik tadqiqotlarni olib borish mobaynida yangi nazariy tasavvurlarning ishlab chiqilishi **kompetensiyalariga** ega bo‘lishi lozim.

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

“Geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda zamonaviy tadqiqot usullari” moduli materiallari bilan kurs tinglovchilarini tanishtirish ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limining zamonaviy usullari, kompyuter texnologiyalari, internet tarmog‘idan olingan yangiliklarni qo‘llash usulidan foydalaniladi. Ma’ruza darslarida prezentatsiya usulida, amaliy mashg‘ulotlarda esa yangi laboratoriya, aqliy xujum, guruxli fikrlash usullaridan foydalanish nazarda tutiladi.

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda zamonaviy tadqiqot usullari” moduli mazmuni o‘quv rejadagi mutaxassislik modullari bilan uzviy

bogʻlangan holda pedagoglarning bu soha boʻyicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oʻrttirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy taʼlimdagi oʻrni

“Geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda zamonaviy tadqiqot usullari” modulini oʻzlashtirish orqali tinglovchilar taʼlim jarayonini tashkil etishdagi texnologik yondoshuv asoslarini, bu boradagi ilgʻor tajriba va yangiliklarni oʻrganadilar, ularni taxlil etish, amalda qoʻllash va baholashga doir kasbiy yutuqlarga ega boʻladilar.

“Geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda zamonaviy tadqiqot usullari” boʻyicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Auditoriya uquv yuklamasi		
		Jami	jumladan	
			Nazariy	Amaliy mashgʻ ulot
1.	Masofaviy zondlash texnologiyalari. Geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etish.	6	2	4
2.	Gravimetrik va magnitometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sunʼiy intellekt yordamida qayta ishlash. Potensial foydali maydonlarni aniqlash va inson xatosini kamaytirish usullari.	4	2	2
3.	Kompyuterli modellashtirish. Geokimyoviy tadqiqot usullari.	4	2	2
4.	Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash. Dronlardan foydalanish.	4	2	2
	Jami:18	18	8	10

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Masofaviy zondlash texnologiyalari. (2 soat)

Reja:

1. Masofaviy zondlash texnologiyalari.
2. Tog' jinslarining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalarini aniqlash.

2-mavzu: Gravimetrik va magnitometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sun'iy intellekt yordamida qayta ishlash. (2 soat)

Reja:

1. Gravimetrik va magnitometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sun'iy intellekt yordamida qayta ishlash.
2. Ko'p ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish. Ma'lumotlarning aniqligini oshirish usullari.

3-mavzu: Kompyuterli modellashtirish. (2 soat)

Reja:

1. Kompyuterli modellashtirish. Zamonaviy dasturiy ta'minotlar geologik tuzilmalarni simulyatsiya qilish.
2. Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash. Geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlash.
3. Tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish.

4-mavzu: Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash. (2 soat)

Reja:

1. Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash. Ekologik xavflarni kamaytirish.
2. Sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili. Ma'lumotlar asosida yadro strukturaviy tahlil.
3. Prognozlashning aniq modellarini yaratish.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etish. (4 soat)

2-amaliy mashg'ulot: Potensial foydali maydonlarni aniqlash va inson xatosini kamaytirish usullari. (2 soat)

3-amaliy mashg‘ulot: Geokimyoviy tadqiqot usullari. Nano-texnologiyalar asosida rivojlangan zamonaviy asbob-uskunalar va tog‘ jinslari tarkibini molekulyar darajada o‘rganish. Yashirin va chuqur qatlamlarni aniqlash. (2 soat)

4-amaliy mashg‘ulot: Dronlardan foydalanish. Tezkor va xavfsiz ravishda hududlarning yuqori aniqlikdagi xaritalarini yaratish. Murakkab hududlarda ishlash. (2 soat)

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi: ma’ruzalar, amaliy mashg‘ulotlarida geologiya fanlarni o‘qitish metodikasi sohasidagi yangi ma’lumotlar, zamonaviy texnika hamda texnologiyalar bilan tanishtirish, nazariy bilimlarini mustahkamlash.

O‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, grafik organayzerlardan, keyslardan foydalanish, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, blits-so‘rovlardan, sinkveyn va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.

“Tushunchalar tahlili” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod talabalar yoki qatnashchilarni mavzu bo‘yicha tayanch tushunchalarni o‘zlashtirish darajasini aniqlash, o‘z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu buyicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo‘llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg‘ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- o‘quvchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo‘lgan so‘zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi (individual yoki guruhli tartibda);
- o‘quvchilar mazkur tushunchalar qanday ma’no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo‘llanilishi haqida yozma ma’lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga yetgach o‘qituvchi berilgan tushunchalarning tugri va tuliq izohini uqib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan tugri javoblar bilan uzining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o‘z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

“Davra suhbat” metodi

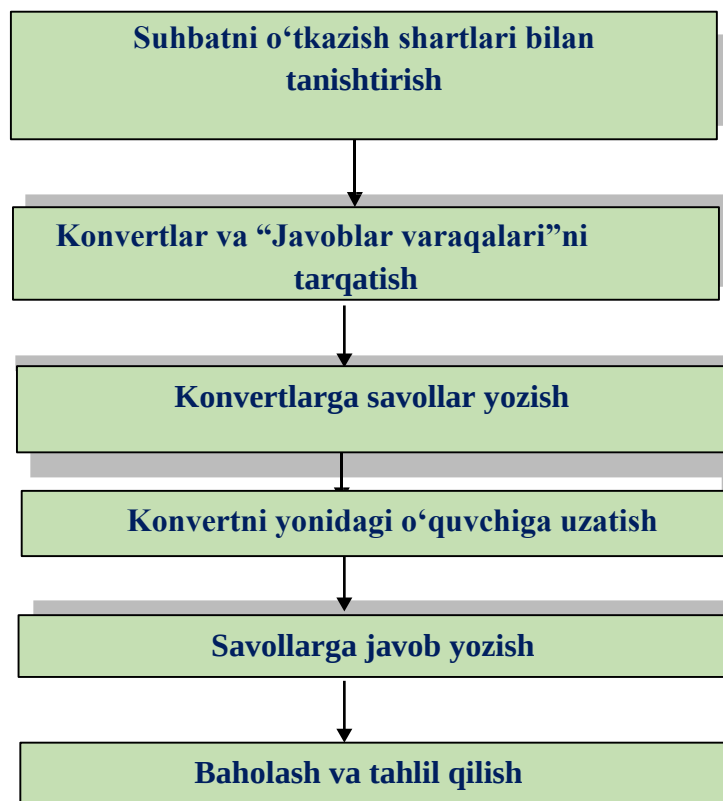
Aylana stol atrofida berilgan muammo yoki savollar yuzasidan ta’lim oluvchilar tomonidan o‘z fikr-mulohazalarini bildirish orqali olib boriladigan o‘qitish metodidir.

“Davra suhbat” metodi qo‘llanilganda stol-stullarni doira shaklida joylashtirish kerak. Bu har bir ta’lim oluvchining bir-biri bilan “ko‘z aloqasi” ni o‘rnatib turishiga yordam beradi. Davra suhbatining og‘zaki va yozma shakllari mavjuddir. Og‘zaki davra suhbatida ta’lim beruvchi mavzuni boshlab beradi va ta’lim oluvchilardan ushbu savol bo‘yicha o‘z fikr- mulohazalarini bildirishlarini so‘raydi va aylana bo‘ylab har bir ta’lim oluvchi o‘z fikr-mulohazalarini og‘zaki bayon etadilar. So‘zlayotgan ta’lim oluvchini barcha diqqat bilan tinglaydi, agar muhokama qilish lozim bo‘lsa, barcha fikr-mulohazalar tinglanib bo‘lingandan so‘ng muhokama qilinadi. Bu esa ta’lim oluvchilarning mustaqil fikrlashiga va nutq madaniyatining rivojlanishiga yordam beradi.

Davra stolining tuzilmasi

Yozma davra suhbatida stol-stullar aylana shaklida joylashtirilib, har bir ta’lim oluvchiga konvert qog‘ozi beriladi. Har bir ta’lim oluvchi konvert ustiga ma’lum bir mavzu bo‘yicha o‘z savolini beradi va “Javob varaqasi”ning biriga o‘z javobini yozib, konvert ichiga solib qo‘yadi. Shundan so‘ng konvertni soat yo‘nalishi bo‘yicha yonidagi ta’lim oluvchiga uzatadi. Konvertni olgan ta’lim oluvchi o‘z javobini

“Javoblar varaqasi”ning biriga yozib, konvert ichiga solib qo‘yadi va yonidagi ta’lim oluvchiga uzatadi. Barcha konvertlar aylana bo‘ylab harakatlanadi. Yakuniy qismda barcha konvertlar yig‘ib olinib, tahlil qilinadi. Quyida “Davra suhbat” metodining tuzilmasi keltirilgan



“Blits-o‘yin” metodi

Metodning maqsadi: o‘quvchilarda tezlik, axborotlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko‘nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maqsadida qo‘llash samarali natijalarni beradi.

Metodni amalga oshirish bosqichlari:

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya’ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o‘rganish talab etiladi. Shundan so‘ng, ishtirokchilarga to‘g‘ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o‘qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a‘zolarini o‘z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta’sir o‘tkazib, o‘z fikrlariga ishonirish, kelishgan holda bir to‘xtamga kelib, javoblarini “guruh bahosi” bo‘limiga raqamlar bilan belgilab

chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o'z ishlarini tugatgach, to'g'ri harakatlar ketma-ketligi trener-o'qituvchi tomonidan o'qib eshittiriladi, va o'quvchilardan bu javoblarni "to'g'ri javob" bo'limiga yozish so'raladi.

4. "To'g'ri javob" bo'limida berilgan raqamlardan "yakka baho" bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa "0", mos kelsa "1" ball quyish so'raladi. Shundan so'ng "yakka xato" bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda "to'g'ri javob" va "guruh bahosi" o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar "guruh xatosi" bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-mavzu: Masofaviy zondlash texnologiyalari. (2 soat)

Reja:

1.1. Masofaviy zondlash texnologiyalari.

1.2. Tog‘ jinslarining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalarini aniqlash.

1.3. Masofaviy zondlash texnologiyalari.

Masofadan zondlash – tadqiq qilinayotgan obyekt, maydon yoki hodisa bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri aloqada bo‘lmagan asbob – uskuna yordamida olingan axborotlarni tahlil qilish orqali erishilgan ma‘lumotlar haqidagi fandir.

Masofadan zondlash falsafasini uch xil bo‘limga ajratish mumkin: birinchidan, bu qanday texnologiya; ikkinchidan, bu texnologiya nima uchun va qanday qilib rivojlanmoqda; uchinchidan, bu texnologiya nima maqsadda ishlatiladi va qanday imkoniyatlari mavjud. Masofadan zondlashning tarixi XIX asrning oxirlaridan; havo sharlari va varraklar yordamida fotoapparatlarning havoga chiqazilishidan boshlanadi. Samolyotlarning yaratilishi keyinchalik havodan turib suratga olish imkoniyatlarini kengaytirdi va I jahon urushi davrida axborot va ma‘lumotlar olish usuli sifatida masofadan zondlash birinchi bo‘lib ishlatilgan. Masofadan zondlash tarixi bu sohaning nima uchun rivojlanganligi va nima sababdan hozirgi kungacha taraqqiy etayotganligini mantiqiy asosini ko‘rsatib beradi. Dastlab va hozirgi kungacha 4 suratga olish voqealar haqida o‘z vaqtida ma‘lumot olishning eng qiziqarli va ajoyib usuli hisoblanib kelgan, sodir bo‘lgan hodisalarni yozib olish, qo‘l bilan chizishga qaraganda realroq va ma‘lumotlarni ancha tez yig‘ish mumkin. Shuning uchun, havodan suratga olish jadal rivojlanib ketgan, dastlab, kichikroq joy tajribadan o‘tkazilgan, keyinchalik esa yerga qaraganda havodan yerning ko‘rinishi butunlay boshqacha ekanligi anglab yetilgan. Hozirgi kunda masofadan zondlash samolyotlar orqali havodan va sun‘iy yo‘ldoshlar yordamida fazoviy usullardan foydalanib amalga oshirilmoqda. Geologik-qidiruv ishlarining samaradorligini oshirishda zamonaviy masofaviy zondlash texnologiyalari va boshqa ilmiy-uslubiy yondashuvlar juda muhim o‘rin tutadi. An‘anaviy qidiruv ishlari (geologik kartalashtirish, namuna yig‘ish, burg‘ilash va boshqalar) ko‘p vaqt va mablag‘ talab qiladi.

Masofadan zondlash 1840-yilda havo sharlari ixtirochilarining yangi ixtiro qilingan fotoapparatlardan foydalanib yerni suratga tushirishidan boshlanadi. XIX asr oxirining eng yangi texnologiyasi sifatida kaptarlarga fotoapparat o‘rnatilgan holda uchirib yerni suratga olish Evropada amalga oshirilgan. Bu uslub I jahon urushida razvedka ishlarini olib borishda juda foydali qurol sifatida ishlatilgan. Sensorlarning fazoga chiqarilishi avtomatlashgan fotoapparatlarni N‘yu Meksiko, Vayt Sendsga qo‘ngan German V-2 raketasiga o‘rnatib ma‘lumot olishdan boshlanadi. Birinchi kosmonavt va astronavtlar Yer shari atrofini aylanish davomida belgilangan regionlarni

hujjatlashtirish uchun fotoapparatlardan foydalangan. 1960 yillarda Yer yuzasining qora va oq tasvirlarini oluvchi sensorlar meteorologik sun'iy yo'ldoshlarga o'rnatilgan. 1970 yillarda Skylab va Landsatda suratga oluvchi asboblarni uchirib masofadan zondlash amalga oshiriladi.

Masofadan zondlashga Milliy aviatsiya va fazo boshqarmasi (National Aeronautics and Space Administration (NASA)) tomonidan quyidagicha rasmiy va batafsil ta'rif berilgan:

Kuzatilayotgan tafsilotlarga fizik va to'g'ridan-to'g'ri aloqada bo'lmagan yozib oluvchi qurilma yordamida material, obyekt yoki hodisaning ayrim xususiyatlari haqida ma'lumot yoki axborot olish va o'lchash; atrof muhitga tegishli bo'lgan juda ko'p bilimlarni o'z ichiga olgan material, obyekt yoki hodisalarning ayrim xususiyatlari kuch maydonlari, elektromagnit to'lqinlar, tovush energiyalaridan foydalanadigan fotoapparatlar, radiometr va skanerlar, lazerlar, radio chastotalarni tutuvchi qurilmalar, radar tizimlar, tovush lokatorlar, issiqlik qurilmalari, seysmograflar, magnetometrlar, gravimetrlar, stsintillyatsion o'lchagichlar va boshqa vositalar yordamida o'lchangan.

Kanada masofadan zondlash markazi (Canada Centre for Remote Sensing (CCRS)) tomonidan quyidagicha soddaroq ta'rif berilgan:

Masofadan zondlash to'g'ridan-to'g'ri aloqada bo'lmasdan turib Yer yuzasi haqida ma'lumotlar olish haqidagi fandir. Bu esa qaytgan va ajralib chiqqan energiyani yozib olish, qayta ishlash, tahlil qilish va ma'lumotlarni tadbiq qilish orqali amalga oshiriladi.

Quyida boshqa bir alternativ ta'rif keltirilgan:

Masofadan zondlash – Yer yuzasi, okeanlar va atmosferadagi (quyosh tizimidagi boshqa jismlarning tashqi qismi, osmondagi yulduz va galaktika) tafsilot va obyektlar haqida ma'lumot yaratish maqsadida geofazoviy ma'lumotlar olish va qayta ishlash uchun nurlanish hamda kuch maydonlaridan namuna olish texnologiyasi haqidagi fandir.

Janubiy Karolina universitetidan Jon Jensen masofadan zondlashga quyidagicha ikkita ta'rif bergan:

1. Maksimal ta'rif: Masofadan zondlash obyektga tegmasdan turib u haqida ma'lumot olish demakdir. Bu ta'rif qisqa, oddiy, umumiy va esda qoladigan, biroq bunda yerni masofadan zondlashning ayrim qismlari tushirib qoldirilgan. Bu esa fotoapparatlar, optik – mexanik skanerlar, chiziqli va maydonli panjaralar, lazerlar, radiochastota qabul qiluvchilar, radar tizimlar, ultratovush lokatorlar, seysmograflar, gravimetrlar, magnitometrlar, rentgen nurlari va boshqalar kabi barcha masofadan zondlash qurilmalarini o'z ichiga oladi.

2. Maksimal ta'rif:

Masofadan zondlash – obyekt bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqa qilmasdan turib samolyot yoki kosmik kemada joylashgan fotoapparatlar, skanerlar, lazerlar, chiziqli panjaralar, maydonli panjaralar kabi asboblarni yordamida elektromagnit spektrning

ultrabinafsha, ko‘rinuvchi, infraqizil va mikroto‘lqin intervallaridan ma’lumot yozib olish hamda mana shu olingan ma’lumotlarni ko‘rinuvchi va raqamli qayta ishlash orqali tahlil qilish. Hindiston Masofadan Zondlash Milliy Agentligi quyidagicha ta’rif bergan: Masofadan zondlash – Yer yuzasidagi obyektlar bilan fizik aloqa qilmasdan turib ular haqida ma’lumot olish texnikasidir.

Zamonaviy tadqiqot usullari esa bu jarayonni tezlashtiradi, aniqligini oshiradi va xarajatlarni kamaytiradi.

Masofaviy zondlashning zamonaviy texnologiyalari (MZT)ga quidagilar kiradi.

1. Multispektral va giperspektral tasvirlar - Minerallarni, gidrotermal alteratsiya zonalarini, oksidlanish belgilari va litologik chegaralarni aniqlashda qo‘llanadi. Masalan, **Landsat, Sentinel-2, WorldView-3, PRISMA** kabi yo‘ldoshlar qidiruvda keng foydalaniladi.

- **Radar va InSAR texnologiyalari**- Tog‘ jinslari siljishini, yer sathining sekin cho‘kishini, faollik zonalarini aniqlashda ishlatiladi. Kon hududlarida xavfsizlik monitoringi uchun juda muhim.

- **LIDAR**-Qalin o‘rmon bilan qoplangan hududlarda ham relyefning aniq modelini olish imkonini beradi. Qirgimlar, geologik strukturalar va yer usti shakllarini batafsil o‘rganish qidiruvda samarali.

2. Geofizik usullar — bu yer ostidagi geologik tuzilishlarni, foydali qazilmalarni, yer osti suvlarini va boshqa tabiiy resurslarni qidirish hamda o‘rganishda qo‘llaniladigan fizik prinsiplar asosidagi tadqiqot usullari.

Aeromagnetik va gravimetrik tadqiqotlar- Yer qobig‘idagi chuqur strukturalarni aniqlash, foydali qazilmalar bilan bog‘liq intruziya va dislokatsiyalarni qidirishda yordam beradi.

- **Gamma-spektrometriya**-Uran, toriy va kaliy kabi elementlarning tabiiy radiatsiyasini aniqlash orqali mineralizatsiya zonalarini izlash imkonini beradi.

3. Geokimyoviy tadqiqotlar — bu yer po‘stida, suvda, tuproqda va atmosferada tarqalgan kimyoviy elementlarning miqdori va taqsimlanishini o‘rganadigan usullar majmuasidir. Ular geologik jarayonlarni tushunish, foydali qazilmalarni qidirish va ekologik muammolarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

- Tuproq, suv va o‘simlik namunalaridan elementlarning iz konsentratsiyasini aniqlash orqali yashirin konlarni topishda qo‘llanadi.

- Masofaviy zondlash natijalari bilan birga tahlil qilinsa, yuqori aniqlik beradi.

4. Dronlar va UAV texnologiyalari — bu masofadan boshqariladigan yoki avtonom ravishda uchuvchi uchuvchisiz uchish apparatlaridir. So‘nggi yillarda ular turli sohalarda keng qo‘llanilmoqda va texnologik taraqqiyotda muhim o‘rin tutmoqda.

- Kichik maydonlarni yuqori aniqlikda suratga olish va 3D model yaratishda qo‘llaniladi.

- Qidiruv jarayonida tezkor monitoring, xavfsiz masofadan turib kuzatish imkonini beradi.

- **5. Sun'iy intellekt** — kompyuter tizimlarining inson fikrlash jarayoniga o'xshash tarzda o'rganish, tahlil qilish va qaror qabul qilish imkoniyatiga ega texnologiyalardir.

Ma'lumotlarni integratsiya qilish esa — turli manbalardan (sensorlar, dronlar, IoT qurilmalari, ma'lumotlar bazalari va boshqalar) olingan ma'lumotlarni yagona tizimga jamlash va ulardan samarali foydalanish jarayonidir.

- Katta hajmdagi geologik, geofizik va masofaviy ma'lumotlarni birlashtirib, **AI va mashina o'rganish algoritmlari** yordamida foydali qazilmalarning ehtimoliy joylashuvini bashorat qilish mumkin.

- Bu usul qidiruv samaradorligini oshiradi, xatolikni kamaytiradi.

6. Qidiruv samaradorligiga — ta'siri bu nafaqat foydali qazilmalar qidiruvi, balki gidrogeologiya, ekologik monitoring, geofizik/geokimyoviy izlanishlar uchun ham tegishli.

- **Tezkorlik:** katta hududlarni qisqa vaqtda tahlil qilish. SI katta hajmdagi ma'lumotlarni insondan minglab marta tezroq tahlil qiladi. Qidiruv hududlarini avtomatik prioritetlashtiradi — keraksiz joylarda vaqt sarflanmaydi.
- **Aniqlik:** yashirin va murakkab geologik strukturani aniqlash imkoniyati. Turli manbalardan (geofizik, geokimyoviy, aerokosmik, dron, IoT) kelgan ma'lumotlarni yagona tizimda jamlash orqali xatolik kamayadi. SI algoritmlari shovqinli ma'lumotlarni filtrlab, foydali signallarni ajratib beradi.
- **Tejamkorlik:** qimmat burg'ilash ishlarini faqat istiqbolli joylarda olib borish. Aniqlik ortgani uchun burg'ulash, qazish va dala ishlarining soni kamayadi. Resurslardan oqilona foydalanish ta'minlanadi.
- **Xavfsizlik:** xavfli hududlarda (chuqur jarlar, tog' yonbag'irlari) masofadan kuzatish. Qidiruvdagi noaniqlik darajasi pasayadi. Xato prognoz ehtimoli kamayib, qimmatli mablag'lar behuda sarflanmaydi.

1.2. Tog' jinslarining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalarini aniqlash.

Tog' jinslarining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalarini aniqlash usullari, ushbu xarakteristikalar tog' jinslarining kimyoviy tarkibi (elementar, mineral tarkibi) va fizik xossalari (zichligi, magnit o'tkazuvchanligi, elektr o'tkazuvchanligi va boshqalar)ni o'rganishga qaratilgan. Bu jarayon tog' jinslarini o'rganish, ularning hosil bo'lish sharoitini aniqlash, foydali qazilmalarni qidirish va mineral resurslarni baholashda muhim ahamiyatga ega.



Togʻ jinslari — Yer poʻstini tashkil qiluvchi, mustaqil geologik jism hosil qiluvchi doimiy tarkibga ega boʻlgan tabiiy mineral agregatlar. “Togʻ jinslari” termini hozirgi maʼnoda 1798-yildan beri ishlatilib kelinadi. Odatda Togʻ jinslari deb faqat qattiq jismlarni tushuniladi, keng maʼnoda esa ularga suv, neft va tabiiy gazlar ham kiradi. Togʻ jinslarining kimyoviy va mineral tarkibi bilan bir qatorda, struktura va teksturasi ham muhim diagnostik belgi hisoblanadi. Togʻ jinslaridagi minerallar foizi, ularning mineral tarkibini aniqlaydi. Kelib chiqishiga qarab ular 3 guruhga boʻlinadi: magmatik (otqindi), choʻkindi va metamorfik jinslar (qarang: Magmatik togʻ jinslari, Metamorfik togʻ jinslari, Choʻkindi togʻ jinslari). Yer poʻstining 90% ga yaqin qismi magmatik va metamorfik, qolgan 10% choʻkindi togʻ jinslaridan iborat, ammo Yer yuzasining 75% maydonini choʻkindi togʻ jinslari egallaydi. Togʻ jinslarining kelib chiqishida mineral tarkibidagi farqi ularning kimyoviy tarkibi va kimyoviy xususiyatlarida oʻz aksini topgan. Asosan, silikatli minerallardan iborat magmatik Togʻ jinslarining kimyoviy tarkibida kremniy kislota koʻp boʻladi. Tarkibidagi SiO_2 miqdoriga qarab magmatik Togʻ jinslari nordon (65% dan ortiq), oʻta (55—65%) va asosli (50% dan oz) jinslarga boʻlinadi. Bundan tashqari, tarkibida SiO_2 juda koʻp boʻlgan (75% dan ortiq) oʻta nordon va juda kam (40% dan kam), lekin, magniy oksidiga boy — oʻta asosli jinslar buladi. Ishqorli metallarga boy jinslar ishqorli jinslar deyiladi. Choʻkindi Togʻ jinslarining kimyoviy tarkibi magmatik jinslarnikidan differensiyalanganligi, jins hosil qiluvchi komponentlar tarkibining turlicha boʻlishi, suv, karbonat kislota, organik uglerodning koʻp miqdorda boʻlishi bilan farqlanadi. Metamorfik Togʻ jinslari tarkibiga koʻra, choʻkindi (tub jins) jinslarga yeki magmatik jinslarga yaqin turadi, qayta kristallanish va metasomat jarayonida koʻpgina rudali elementlar jamlanib rudali konlar hosil qiladi. Togʻ jinslari zichlik, elastiklik, pishiqlik, issiqlik, elektr va magnit xususiyatlariga ega. Togʻ jinslarining xususiyatlari ularning mineral tarkibi, tuzilishi va tashqi sharoitiga bogʻliq. Gʻovaklik va darzlik Togʻ jinslari xossalari aniqlaydigan muhim parametrlardir. Gʻovakchalar qisman suyuqlik bilan toʻlgan boʻlishi mumkin, shuning uchun Togʻ jinslarining xossalari qattiq, gazsimon va suyuq fazalarning xususiyatlari va ularning nisbiy miqdoriga ham bogʻliq. Gʻovaklik va darzlik Togʻ jinslarini neft va suv kollektori sifatida baqolashda hamda ularning buloqqa, burgʻi qudugʻi va boshqalarga oqib kelish tezligini aniqlashda muhimdir. Togʻ

jinslarining namlik va gaz sig'imi, suv va gaz o'tkazuvchanligi ham ularning g'ovakliligi bilan aniqlanadi. Magmatik Tog' jinslarida gazli bo'shliqlar miqdori 60—80% ga yetadi (mas., pemza va pemza tuflari). Cho'kindi Tog' jinslarida cho'kindi hosil bo'lish jarayonida g'ovakchalar vujudga kelib, sementlanish vaqtida berkilishi yoki saqlanib qolishi mumkin. Metamorfik Tog' jinslarida g'ovakchalar kam buladi, faqat yoriklar (darzliklar) bo'lib, ular jinslar soviyotganda paydo bo'ladi. Tog' jinslarining zichligi ularning g'ovakligi va mineral tarkibi bilan bog'liq. Rudali minerallar yuqori zichlikka ega (mas., piritda — 5000 kg/m³ gacha, galenitda 7570 kg/m³gacha); cho'kindi tog' jinslari minerallarining zichligi kam (mas., tosh tuzining zichligi 2,2 g/sm³). Tog' jinslarining issiklik sig'imi, xajmning issiklikdan kengayish koeffitsienti va boshqa birinchi galda ularning mineral tarkibi bilan aniqlanadi. Tog' jinslarining mustahkamlik, taranglik xususiyatlari issiklik va elektr o'tkazuvchanligi, asosan, jinslarning tuzilishi va ayniqsa donachalarning o'zaro bog'lanish kuchiga bog'liq. Fizik xossalari qatlam tekisliklari yo'nalishida bir xil bo'lsa, ko'ndalang yo'nalish bo'ylab boshqacha bo'ladi. Tog' jinslarining cho'zilishga chidash darajasi, issiqlik o'tkazuvchanlik, elektr o'tkazuvchanlik, dielektrik va magnit o'tkazuvchanlik xususiyatlari qatlam yo'nalishi bo'ylab, siqilishga chidash darajasi esa ko'ndalang yo'nalish bo'ylab ko'proq bo'ladi. Mayda donador Tog' jinslarida mustahkamlik yuqori bo'lsa, yirik donador Tog' jinslarida past bo'ladi. Siqilishga chidash darajasi ayniqsa, tolasimon tuzilgan mayda donador jinslarda yuksak (mas., nefritda 500 Mn/m²). Ko'pgina cho'kindi jinslarda (tosh tuzi, gips va boshqalar)da sikilishga chidash darajasi past. Tog' jinslari, odatda, issiklikni yomon o'tkazadi, g'ovaklik ortishi bilan ularning issiklik utkazuvchanligi yanada susayadi. Tarkibida yarim o'tkazgichlar (grafit, temir va polimetall rudalari va boshqalar) bo'lgan jinslarda issiklik o'tkazuvchanlik xususiyati ko'p bo'ladi. Tog' jinslarining kupi dielektrik va yarim o'tkazgichlarga kiradi. Ularning magnitlanish xossalari, birinchi galda, ular tarkibidagi ferromagnit minerallar (magnetit, titanmagnetit, pirrotin)ga bog'liq. Tog' jinslarining xossalari mexanik (bosim), issiqlik (tra), elektr, magnit, radiatsion (kuchlanish) va moddiy (suyuklik, gaz va boshqalarga to'yinganligi) maydonlarning ta'siriga bog'liq. Bosim ta'sirida jinslar zichlashadi, g'ovaklar eziladi, donachalarning kontakt maydoni kengayadi, shu tariqa Tog' jinslarining xossalari o'zgaradi. Odatda, bosim ortishi bilan elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik, mustahkamlik va boshqa oshib boradi. Issiklik ayrim minerallarning erib zichlashishi, parchalanishi, buglanishiga olib keladi, natijada Tog' jinslari xossalari o'zgaradi. Elektromagnit maydonlarning kuchlanishi va chastotasi Tog' jinslarining elektromagnit va radioto'lqin xususiyatlariga katta ta'sir kursatadi. Tog' jinslari foydali qazilma sifatida uziga xos mustahkamlik, abrazivlik, qattqlik, parmalanish darajasi, portlashga chidamliligi va boshqa texnologik xususiyatlarga ega. Ularning moddiy tarkibi, fizik va kimyoviy xususiyatlari geofizika, geologiya (jumladan, muhandislik geologiyasi) va konchilik sanoatida informatsiyalarning asosiy manbai hisoblanadi.

Geokimyoviy usullar:

Kimyoviy tahlil -Tog‘ jinslarining elementar tarkibini aniqlash uchun turli usullar qo‘llaniladi, jumladan, “Tashxisot” spettrofonometriya, “Atom-absorbtsion spektrometriya” (AAS), “Induktiv birlashgan plazma-mass spektrometriya” (ICP-MS).

Mineralogik tahlil-Mineral tarkibini aniqlash uchun optik mikroskop, rentgen diffraksiyasi va elektron mikroskopiya usullaridan foydalaniladi.

Izotop tahlili-Izotoplar nisbatlarini o‘rganish orqali tog‘ jinslarining hosil bo‘lish joyi, yoshi va hosil bo‘lish sharoitlari haqida ma’lumot olish mumkin.

Geofizik usullar:

Seysmik razvedka- Yer qatlamlarining tuzilishini va tog‘ jinslarining seysmik xarakteristikalarini (“seysmik tezlik” va “zichlik”) aniqlashda qo‘llaniladi.

Elektr razvedkasi-Tog‘ jinslarining “elektr o‘tkazuvchanligi” va “qutblanishi” xarakteristikalarini o‘rganish orqali ularning tuzilishini va tarkibini aniqlashda yordam beradi.

Magnit razvedkasi-Tog‘ jinslarining magnit xarakteristikalarini (magnit o‘tkazuvchanligi) aniqlash va ulardagi temir, nikel kabi minerallarni aniqlash uchun ishlatiladi.

Gravimetrik usullar-Tog‘ jinslarining massasini va zichligini o‘lchash orqali ularning tarkibi va tuzilishi haqida ma’lumot beradi.

Qo‘shimcha ma’lumotlar:

Tog‘ jinslari har xil bo‘lishi mumkin-Ma’lum bir tog‘ jinsining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalari uning turi (“magmatik”, “sedimentar”, “metamorfik”), hosil bo‘lish sharoiti va o‘zgarishiga bog‘liq bo‘ladi.

Ushbu usullar birgalikda qo‘llanadi-Ko‘pincha, tog‘ jinslarining to‘liq va aniq xarakteristikalarini olish uchun geokimyoviy va geofizik usullar birgalikda ishlatiladi.

Maqsadli foydalanish-Tog‘ jinslarining geokimyoviy va geofizik xarakteristikalarini aniqlash ko‘pincha geologik tadqiqotlar, foydali qazilmalarni qidirish va mineral resurslarni baholashda qo‘llaniladi.

1.3.Geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etish.

Geologik tuzilmalarni aniqroq xaritalash uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etish uchun sizga ko‘plab manbalar mavjud, jumladan, Google Earth (yuqori aniqlikdagi sun‘iy yo‘ldosh tasvirlari bilan), NASA Earthdata (katta miqyosdagi geologik ma’lumotlar uchun), mintaqaviy geologik xizmatlar (masalan, O‘zbekiston Geologiya va mineral resurslar vazirligi sayti), va xususiy kompaniyalar tomonidan taqdim etiladigan Lidar.

Yuqori aniqlikdagi tasvirlar manbalari

Google Earth-Geologik tuzilmalarni ko'rish uchun eng oson va keng tarqalgan vosita. Yuqori aniqlikdagi sun'iy yo'ldosh tasvirlari, 3D model va yoshi-kadastrlari bilan bir qatorda, geologik ma'lumotlarni ko'rsatadi. bu asosan sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida Yerning 3D tasvirini ko'rsatadigan kompyuter dasturi. Dastur sun'iy yo'ldosh tasvirlari, aerofotografiya va GAT ma'lumotlarini 3D globusga joylashtirish orqali Yer xaritasini tuzadi, bu esa foydalanuvchilarga shaharlar va landshaftlarni turli burchaklardan ko'rish imkonini beradi. Foydalanuvchilar manzillar va koordinatalarni kiritish yoki klaviatura yoki sichqoncha yordamida "dunyoni kashf qilishlari" mumkin. Dasturni smartfon yoki planshetga ham yuklab olish mumkin. Foydalanuvchilar Keyhole Markup Language yordamida ma'lumotlar qo'shish va ularni forumlar yoki bloglar kabi turli manbalar orqali yuklash uchun dasturdan foydalanishlari mumkin. Google Earth yer yuzasida qoplangan turli xil tasvirlarni ko'rsatadi. Shuningdek, ushbu dastur, Web Map Service mijozidir. 2019-yilda Google hozirda Google Earth dunyoning 97 foizdan ortig'ini qamrab olgani va 10 million milyalik "Ko'cha ko'rinishi" tasvirini olganini ma'lum qildi.

Yer navigatsiyasidan tashqari, Google Earth desktop ilovasi orqali bir qator boshqa vositalarni, jumladan masofani o'lchash vositasini taqdim etadi. Oy va Mars globuslari, shuningdek, tungi osmonni ko'rish kabi imkoniyatlari mavjud. Parvoz simulyatori o'yini ham kiritilgan. Boshqa funksiyalar foydalanuvchilarga Panoramioga yuklangan turli joylardan suratlar, ba'zi joylarda Vikipediya tomonidan taqdim etilgan ma'lumotlar va Ko'cha ko'rinishi tasvirlarini ko'rish imkonini beradi. Shuningdek, Google Earthning veb-versiyasida Voyager ham mavjud.

Google Earth ba'zilar tomonidan maxfiylik va milliy xavfsizlikka tahdid sifatida ko'rilgan. Shuning uchun bu dastur ko'plab mamlakatlarda taqiqlangan. Ba'zi davlatlar Google sun'iy yo'ldosh tasvirlarida ma'lum hududlarni, ko'pincha harbiy obyektlarni o'z ichiga olgan hududlarni yashirishni so'ragan.

NASA Earthdata-NASA'ning bu platformasi ko'plab geologik ma'lumotlarni taqdim etadi, jumladan, geologik tuzilmalar, terrain modellar, va boshqa ko'plab geofizik ma'lumotlar. NASA Earthdata platformasi geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etadi. Ushbu ma'lumotlar geologik tadqiqotlar, tabiiy resurslarni boshqarish va atrof-muhitni kuzatish uchun qimmatlidir. Platforma turli xil ma'lumotlar to'plamlarini, jumladan, sun'iy yo'ldoshlardan olingan tasvirlarni o'z ichiga oladi, bu esa olimlarga Yer yuzasini batafsil o'rganishga imkon beradi.

- Mintaqaviy geologik xizmatlar:

O'zbekiston Geologiya va mineral resurslar vazirligi kabi rasmiy veb-saytlar, mintaqaviy geologik xaritalash ma'lumotlarini taqdim etadi.

- Xususiy kompaniyalar:

Ba'zi xususiy kompaniyalar, masalan, Airbus Defence and Space, va Planet Labs, yuqori aniqlikdagi sun'iy yo'ldosh tasvirlarini taqdim etadilar.

Tasvir turlari

- Sun'iy yo'ldosh tasvirlari:

Eng ko'p ishlatiladigan tasvir turi, ko'plab geologik shakllarni ko'rish uchun foydali.

- Lidar (Lazer bilan masofadan o'lchash):

Yer yuzasining o'ta aniq 3D modellarini yaratish uchun ishlatiladi, bu esa qiyaliklar va tektonik tuzilmalarni aniqlashda juda samarali.

Geologik tuzilmalarni xaritalash qadamlari

1. Maqsadni aniqlash: Qanday geologik tuzilmani (masalan, faylar, buklanishlar) xaritalash kerakligini aniqlang.
2. Manbani tanlash: Yuqoridagi manbalardan eng mos keladigan tasvir manbasini tanlang.
3. Tasvirga kirish: Manbaga kirib, yuqori aniqlikdagi tasvirni yuklab oling.
4. Tahlil va xaritalash: Tasvirni tahlil qilib, geologik tuzilmalarni aniqlang va xaritada belgilang.

Geologik tuzilmalarni aniq ko'rsatuvchi yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etish uchun, avvalo, qaysi hudud geologik tadqiqotga qiziqtirayotganini aniqlash, keyin esa ushbu hudud uchun mavjud bo'lgan yuqori aniqlikdagi masofaviy zondlash ma'lumotlari (uy satelit tasvirlari, aviatsiya suratlar) yoki geologik xaritalash uchun mo'ljallangan maxsus ma'lumotlar bazalaridan foydalanish kerak. Ushbu ma'lumotlar, shuningdek, geologik xaritalash uchun mo'ljallangan maxsus ma'lumotlar bazalaridan foydalanish kerak bo'lishi mumkin.

Qadamlar:

1. Hududni aniqlash:

Qaysi hudud geologik tadqiqotga qiziqtirayotganini aniqlang. Bu sizga qanday ma'lumotlarga ehtiyoj borligini aniqlashga yordam beradi.

2. Mavjud ma'lumotlarni qidirish:

- Uy satelit tasvirlari (Yerdan ko'rinish tasvirlari): Sentinel, Landsat, yoki boshqa yuqori aniqlikdagi satelit tizimlari ma'lumotlari.

- Aviatsiya suratlar: Ma'lum bir hudud uchun havodan olingan yuqori aniqlikdagi suratlar.

- Geologik xaritalash ma'lumotlar bazalari: O'zbekistonda va xalqaro miqyosda geologik xaritalar uchun tayyor ma'lumotlar bazalari mavjud.

3. Ma'lumotlarni olish:

○ Hukumat agentliklari: O‘zbekistondagi Geologiya va mineral resurslar davlat qo‘mitasi (O‘zgeomin) kabi rasmiy agentliklarga murojaat qilish.

○ Tadqiqot institutlari: Geologik tadqiqotlar bilan shug‘ullanuvchi ilmiy-tadqiqot institutlari.

○ Ochiq ma’lumot portallari: Ba’zi hukumatlar ochiq ma’lumotlar portallarida (masalan, Open Data Portal) qiziqish uyg‘otgan hududlarning ma’lumotlarini joylashtirishi mumkin.

4. Ma’lumotlarni qayta ishlash:

Olingan tasvirlarni geologik xaritalash dasturiy ta’minoti (GIS dasturlari) orqali tahlil qilib, geologik tuzilmalarni aniqlash va vizualizatsiya qilish kerak.

Nazorat savollari:

1. Masofaviy zondlash texnologiyalari tushunchasi nimani anglatadi va uning asosiy qo‘llanilish sohalari qaysilar?

2. Multispektral va giperspektral tasvirlarning farqi nimada va ular geologiyada qanday maqsadlarda ishlatiladi?

3. Tog‘ jinslarining geokimyoviy xarakteristikasini o‘rganishda qaysi usullar qo‘llaniladi va ular qanday ma’lumot beradi?

4. Tog‘ jinslarining geofizik xossalari nimalardan iborat va ularni aniqlashda qaysi geofizik usullar ishlatiladi?

5. Geokimyoviy va geofizik ma’lumotlarni birgalikda tahlil qilish geologik-qidiruv ishlarida qanday afzalliklar beradi?

2-mavzu: Gravimetrik va magnitometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sun’iy intellekt yordamida qayta ishlash.

(2 soat)

Reja:

2.1. Gravimetrik va magnitometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sun’iy intellekt yordamida qayta ishlash.

2.2. Ko‘p ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish. Ma’lumotlarning aniqligini oshirish usullari.

2.1. Gravimetrik va magnitometrik usullarini avtomatlashtirish va ularni sun’iy intellekt yordamida qayta ishlash.

Gravimetrik va magnitometrik usullarining avtomatlashtirilishi va sun'iy intellekt yordamida qayta ishlashi, ushbu usullarning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Avtomatlashtirish o'lchov jarayonlarini soddalashtiradi, ma'lumotlarni to'plash tezligini oshiradi va xatolarni kamaytiradi. Sun'iy intellektning qo'llanilishi esa, ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va interpretatsiya qilish imkoniyatini kengaytiradi, shu jumladan, anomalionalarni aniqlash, modellashtirish va geologik tuzilmalarni aniqroq baholash kabi masalalarda yordam beradi. Bu usullar tabiiy resurslarni qidirish, muhandislik geologiyasi va atrof-muhit monitoringi kabi sohalarda muhim ahamiyatga ega.

Gravimetrik va magnitometrik usullar geofizik tadqiqotlarda yer qa'ri tuzilishini o'rganish, mineral xomashyo konlarini izlash va turli injenerlik-geologik masalalarni yechishda eng samarali usullardan hisoblanadi. Gravimetriyada Yerning gravitatsiya maydonining kichik o'zgarishlari o'lchanib, geologik tuzilishlar haqida ma'lumot olinadi, magnitometriyada esa Yerning magnit maydoni intensivligi va uning anomalionalari tahlil qilinib, qa'ridagi magnit hosil qiluvchi jismlar to'g'risida ma'lumot to'planadi. Bu ikki usul an'anaviy holda ko'p vaqt talab qiladigan, katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash bilan bog'liq jarayon hisoblanadi. Shu bois ularni avtomatlashtirish hamda sun'iy intellekt yordamida samarali qayta ishlash dolzarb masalaga aylanmoqda.

Avtomatlashtirish jarayoni birinchi navbatda maydonda o'lchash asboblari, sensorlar va datchiklarning raqamli boshqaruv tizimlari bilan ta'minlanishi orqali amalga oshiriladi. Zamonaviy gravimetrlar va magnitometrlar yuqori aniqlikdagi sensorlar bilan jihozlanib, ma'lumotlarni raqamli shaklda to'playdi. Ular GPS texnologiyalari bilan uyg'unlashtirilib, har bir nuqtaning aniq koordinatalari va vaqt belgilari bilan bog'langan holda ma'lumot yozib oladi. Bunday avtomatlashtirish inson omili ta'sirini kamaytiradi, tezkor va ishonchli ma'lumot olish imkonini yaratadi. Shuningdek, dronlar yoki robototexnik qurilmalar yordamida keng hududlarda uzluksiz gravimetriya va magnitometriya tadqiqotlari olib borish mumkin.

To'plangan ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etadi. Mashina o'rganish algoritmlari katta hajmli ma'lumotlarda yashirin qonuniyatlarni aniqlash, signal va shovqinni ajratib berish hamda anomalionalarni tezkor baholash imkonini yaratadi. Masalan, neyron tarmoqlar yer ostidagi turli jismlarning gravitatsiya yoki magnit maydonidagi ta'sirini modellashtirish va ularni klassifikatsiya qilishda qo'llaniladi. Klasterlash usullari orqali ma'lumotlar to'plami turli geologik strukturalarga ajratiladi, regressiya va prognostik modellar yordamida esa qa'ridagi jismlarning chuqurligi va zichligi aniqlanishi mumkin.

Sun'iy intellekt asosida ishlov berishning yana bir afzalligi shundaki, u ma'lumotlarni real vaqtda tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, dala sharoitida olingan gravimetriya va magnitometriya ma'lumotlari mobil qurilmalar yoki bulutli hisoblash

tizimlari orqali markaziy serverga yuborilib, sun'iy intellekt algoritmlari orqali tezkor qayta ishlanadi. Bu geologlarga dastlabki xulosalarni shu yerning o'zida chiqarish va tadqiqot strategiyasini o'z vaqtida o'zgartirish imkonini yaratadi.

Shu bilan birga, sun'iy intellekt turli xil ma'lumot manbalarini uyg'unlashtirishda ham qo'llaniladi. Masalan, gravimetrik va magnitometrik ma'lumotlar geoelektrik, seysmik yoki georadar ma'lumotlari bilan integratsiya qilinganda sun'iy intellekt ular orasidagi bog'liqlikni aniqlab, birgalikda tahlil qilish orqali ko'proq aniq va ishonchli geologik modellar yaratadi. Bunday yondashuv konchilik, neft-gaz qidiruv ishlari hamda gidrogeologiya sohalarida katta samara beradi.

Avtomatlashtirish va sun'iy intellektning joriy etilishi inson mehnatini yengillashtirish, hisoblash ishlarini tezlashtirish va xato ehtimolini kamaytirish bilan cheklanib qolmaydi. U zamonaviy geofizik tadqiqotlarni yangi bosqichga olib chiqadi, katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlash imkoniyatini ochadi va geologiya sohasida ilmiy-amaliy tadqiqotlarning samaradorligini oshiradi. Shuningdek, sun'iy intellekt modellari doimiy ravishda yangilanib, yangi ma'lumotlar bilan boyitilishi mumkin. Bu esa ularning aniqligini ortib borishiga va kelgusida yanada ishonchli natijalar berishga xizmat qiladi.

Gravimetrik va magnitometrik usullarni avtomatlashtirish va sun'iy intellekt yordamida qayta ishlash zamonaviy geofizikada strategik yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Bu texnologiyalar geologik tadqiqotlarning sifatini sezilarli darajada oshiradi, resurslarni tejaydi va qa'ridagi tuzilishlar haqida aniqroq ma'lumotlar olish imkoniyatini yaratadi. Natijada nafaqat ilmiy izlanishlarda, balki amaliy qidiruv va qazib olish ishlarida ham katta yutuqlarga erishish mumkin bo'ladi.

Geofizik tadqiqotlarda yer qa'ri tuzilishini o'rganish, mineral resurslarni aniqlash, injenerlik-geologik va ekologik masalalarni hal qilishda gravimetriya va magnitometriya usullari katta ahamiyatga ega. Bu usullar turli jismlarning zichligi va magnit xossalardagi farqlarini o'lchash orqali ma'lumot berish imkonini yaratadi. Zamonaviy texnologiyalar rivoji esa ushbu jarayonlarni avtomatlashtirish va sun'iy intellekt yordamida qayta ishlashni taqozo etmoqda.

Gravimetriya va uning avtomatlashtirilishi

Gravimetriya yer maydonidagi gravitatsion kuchlanish o'zgarishlarini o'lchaydi. Bu orqali yer ostidagi zichliklar tafovuti aniqlanadi. An'anaviy usullarda ma'lumot yig'ish ko'p vaqt va mehnat talab qilardi. Avtomatlashtirish jarayoni quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Avtomatik sensorlar va gravimetrlar – yuqori aniqlikda doimiy ma'lumot yig'ish imkoni.

GPS va dronlardan foydalanish – tezkor va keng hududlarda o'lchash.

Avtomatik kalibrovka va filtratsiya – inson aralashuvsiz to'g'ri ma'lumot olish.

Magnitometriya va uning avtomatlashtirilishi

Magnitometriya yer maydonidagi magnit kuchlari o'zgarishini o'rganadi. Bu usul qazilma boyliklar, xususan, temirli va magnitli minerallarni topishda samarali hisoblanadi. Avtomatlashtirish jarayoni quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- Avtomatik magnitometr stansiyalar – uzluksiz monitoring.
- Dron va sputnikli magnit o'lchash – yirik hududlarni tez qamrab olish.

Signalni avtomatik qayta ishlash – noxush ta'sirlar (shahar magnit ifloslanishi va boshqa omillar)ni yo'qotish.

Sun'iy intellektning roli

Gravimetriya va magnitometriyada yig'ilgan ma'lumotlar ko'p miqdorli, turli ta'sirlar bilan chalkashgan bo'ladi. Sun'iy intellekt texnologiyalari (mashina o'rganishi, neyron tarmoqlar, klasterlashtirish algoritmlari) quyidagi vazifalarni bajaradi:

- Shovqinni kamaytirish va signalni filtrlash.
- Qatlamlar tuzilishini avtomatik modellashtirish.
- Mineral qazilmalarni aniqlashda pattern tanish.
- Taxmin qilish va prognoz modellari – ma'lum hududda resurslar ehtimolini oldindan baholash.

• Avtomatik xaritalash – geofizik ma'lumot asosida aniq xaritalar tuzish.
Amaliy qo'llanish yo'nalishlari

- Konchilik sohasi – qazilma boyliklarni izlash va baholash.
- Injenerlik geologiyasi – yer osti infratuzilmalarini qurishda xavfsizlikni ta'minlash.
- Ekologiya va monitoring – yer qa'ridagi o'zgarishlarni kuzatish.
- Arxeologiya – yer ostidagi tarixiy obyektlarni topish.

Gravimetriya va magnitometriya usullarini avtomatlashtirish va sun'iy intellekt yordamida qayta ishlash geofizik tadqiqotlarni samaradorligini keskin oshiradi. Bu nafaqat ma'lumot yig'ish jarayonini tezlashtiradi, balki uning aniqligi va ishonchliligini ham kuchaytiradi. Natijada resurslarni samarali qidirish, atrof-muhitni muhofaza qilish va ilmiy tadqiqotlarni yangi bosqichga olib chiqish imkoni paydo bo'ladi.

2.2. Ko'p ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish. Ma'lumotlarning aniqligini oshirish usullari

Geologiya fanining rivojlanishi va yer qa'ridagi jarayonlarni chuqur o'rganish zamonaviy texnologiyalarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. So'nggi yillarda geologik tadqiqotlarda katta hajmli ma'lumotlar yig'ilmoqda va bu ma'lumotlar turli manbalardan kelib chiqadi: seysmik tadqiqotlar, geofizik o'lchashlar, geoximik tahlillar, geodezik kuzatishlar, dron va sun'iy yo'ldosh tasvirlari hamda turli sensorlardan olingan ma'lumotlar. Ushbu ma'lumotlarni qo'l bilan yoki an'anaviy usullarda qayta ishlash qiyin va ko'p vaqt talab qiladi. Shu bois geologiyada "big data" texnologiyalari va sun'iy intellekt yordamida ko'p ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish zamonaviy talabga aylandi.

“Big data” texnologiyalari asosan ma’lumotlarni saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish uchun mo’ljallangan. Geologiya sohasida bular orqali yuzlab terabayt ma’lumotlarni qisqa vaqt ichida tartibga solish, ulardan geologik qonuniyatlarni aniqlash mumkin. Masalan, neft va gaz qidiruv ishlarida seysmik ma’lumotlar katta hajmda yig’iladi, ularning tezkor tahlili orqali konlarning chuqurligi, hajmi va tuzilishi haqida oldindan aniq prognoz qilish imkoniyati paydo bo’ladi.

Geoaxborot tizimlari (GIS) ko‘p ma’lumotlarni tahlil qilishda asosiy vositalardan biri hisoblanadi. GIS yordamida geologik ma’lumotlar geografik koordinatalar bilan uyg‘un holda saqlanadi va xarita shaklida vizualizatsiya qilinadi. Masalan, turli chuqurlikda olingan burg‘u ma’lumotlari, geoximik tahlil natijalari va magnitometriya o‘lchashlari GIS bazasiga joylansa, ular o‘rtasidagi bog‘liqlikni ko‘rish, tuzilish anomalialarini tezda topish mumkin. Bugungi kunda ko‘plab davlatlar va yirik kompaniyalar o‘z milliy geologik ma’lumotlarini GIS platformalarida integratsiya qilib, tadqiqotlar samaradorligini oshirmoqda.

Sun’iy intellekt texnologiyalari, ayniqsa, mashina o‘rganish va chuqur o‘rganish algoritmlari geologiyada katta imkoniyatlar ochmoqda. Masalan, sun’iy neyron tarmoqlar orqali seysmik to‘lqinlarning turli signallarini avtomatik tarzda ajratib, yer qa’ridagi qavatlarining chegaralarini aniqlash mumkin. Shuningdek, klasterlash usullari orqali geoximik ma’lumotlar turli mineral konlarga xos guruhlariga ajratiladi, prognoz modellari esa kelgusida qaysi hududda mineral yoki energiya resurslari topilishi mumkinligini oldindan baholashga yordam beradi.

Amaliyotda qator misollarni keltirish mumkin. Masalan, Avstraliya va Kanadada sun’iy intellekt asosida katta hajmdagi magnitometriya va gravimetriya ma’lumotlari tahlil qilingan va yangi mineral konlar aniqlangan. Rossiya va Xitoyda esa “big data” texnologiyalari yordamida seysmik ma’lumotlarni qayta ishlash jarayoni avtomatlashtirilgan bo‘lib, bu katta iqtisodiy samara bermoqda. Shuningdek, dronlardan olingan aerofotosuratlar va yo‘ldosh tasvirlari sun’iy intellekt yordamida tahlil qilinib, yer yuzasi strukturalari haqida yangi ma’lumotlar to‘planmoqda.

Ko‘p ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish geologiyada xavfsizlikni ta’minlashda ham muhimdir. Masalan, yer qimirlashi xavfini baholashda turli sensorlardan olingan ma’lumotlar real vaqtda tahlil qilinadi va aholiga ogohlantirish tizimlari ishga tushiriladi. Shuningdek, yer osti suvlarining harakati yoki ko‘chki jarayonlarini kuzatishda avtomatik sensorlar va sun’iy intellekt modellari birgalikda ishlab, tezkor xulosa chiqaradi.

Geologiyada ko‘p ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish “big data”, GIS va sun’iy intellekt texnologiyalari bilan uyg‘unlashgan holda katta samara bermoqda. Bu texnologiyalar nafaqat vaqt va resurslarni tejaydi, balki yer qa’ri haqida oldindan aniq prognozlar qilish imkoniyatini yaratadi. Natijada tabiiy resurslarni izlash va qazib olish ishlari samaradorligi ortib, muhandislik-geologik tadqiqotlarda xavfsizlik va

ishonchlilik ta'minlanadi. Kelgusida geologiya sohasida tezkor tahlil texnologiyalari yanada rivojlanib, butun dunyo miqyosida ilmiy-amaliy izlanishlarni yangi bosqichga olib chiqishi tabiiy jarayondir.

Ma'lumotlarning aniqligini oshirish usullari.

Ma'lumotlarning aniqligi geologiya va geofizika sohasida olingan natijalarning ishonchliligi va samaradorligi uchun hal qiluvchi omil hisoblanadi. Chunki noto'g'ri yoki xato ma'lumotlar asosida qabul qilingan qarorlar katta iqtisodiy yo'qotishlarga, qazib olish jarayonlaridagi xavfsizlikning pasayishiga va tabiatga zarar yetkazilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli tadqiqotlarda yig'ilayotgan ma'lumotlarning aniqligini oshirish doimo dolzarb vazifa hisoblanadi.

Ma'lumotlarning aniqligini oshirishning birinchi yo'li bu o'lchash asboblari kalibrovka qilish va ularning texnik holatini doimiy nazoratda ushlashdir. Geofizik tadqiqotlarda ishlatiladigan gravimetr, magnitometr, seysmograf kabi asboblari yuqori sezgirlikka ega bo'lib, ularning kichik og'ishlari ham natijalarga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shuning uchun muntazam ravishda kalibrovka ishlari olib borilishi va o'lchash asboblari xalqaro standartlarga moslashtirilishi zarur.

Ikkinchi usul ma'lumotlarni yig'ish jarayonida shovqin va tasodifiy xatolarni kamaytirish hisoblanadi. Buning uchun ko'p marotaba o'lchash usuli qo'llaniladi, ya'ni bir nuqtadan bir necha marta o'lchash olib borilib, ularning o'rtacha qiymati hisoblanadi. Shu bilan birga, tashqi omillarning ta'sirini kamaytirish muhim. Masalan, magnitometriya o'lchashlarida atrofdagi temir buyumlar yoki elektr magnit maydoni ta'siri kamaytirilishi kerak.

Ma'lumotlarning aniqligini oshirishning yana bir yo'li raqamli filtratsiya va statistik ishlov berishdir. Mashina o'rganish va sun'iy intellekt algoritmlari yordamida asl signal bilan shovqin ajratib olinadi, tasodifiy og'ishlar filtrlanadi. Bu orqali chuqurroq va to'g'riroq geologik qonuniyatlar aniqlanadi. Masalan, seysmik ma'lumotlarda turli xil to'lqinlar bir-biriga qo'shib ketadi, sun'iy intellekt asosida ishlaydigan filtrlar esa foydali signalni ajratib berishi mumkin.

Aniqlikni oshirishning muhim yo'nalishlaridan biri bu ko'p turdagi ma'lumotlarni uyg'unlashtirishdir. Masalan, gravimetriya, magnitometriya va seysmik ma'lumotlar birgalikda tahlil qilinganda ular bir-birini to'ldirib, umumiy xulosalarni yanada ishonchli qiladi. Shuningdek, geoaxborot tizimlari (GIS) orqali ma'lumotlar xaritaga joylanib, turli manbalardan olingan ma'lumotlar solishtiriladi va xatolar kamaytiradi.

Nazorat savollari:

1. Gravimetrik va magnitometrik tadqiqotlarni avtomatlashtirish qanday afzalliklarni yaratadi va sun'iy intellekt bu jarayonda qaysi vazifalarni bajaradi?
2. Geologiyada katta hajmdagi ma'lumotlarni ("big data") tezkor tahlil qilishning asosiy usullari va ularning amaliyotdagi ahamiyati nimalardan iborat?

3. Ma'lumotlarni yig'ish jarayonida xatolar va shovqin manbalari qaysi omillar bilan bog'liq va ularni kamaytirish uchun qanday choralar ko'riladi?
4. Geologik ma'lumotlarning aniqligini oshirishda turli xil usullardan olingan natijalarni uyg'unlashtirish qanday ahamiyatga ega?
5. GIS texnologiyalari va sun'iy intellekt algoritmlarining ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish hamda ularning aniqligini oshirishdagi roli nimada namoyon bo'ladi?

3-mavzu: Kompyuterli modellashtirish. (2 soat)

Reja:

3.1. Kompyuterli modellashtirish. Zamonaviy dasturiy ta'minotlar geologik tuzilmalarni simulyatsiya qilish.

3.2. Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash. Geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlash.

3.3. Tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish.

3.1. Kompyuterli modellashtirish. Zamonaviy dasturiy ta'minotlar geologik tuzilmalarni simulyatsiya qilish.

Kompyuterli modellashtirish geologiyada er osti resurslarini (neft, gaz, mineral) qidirish va baholash, seysmik ma'lumotlarni tahlil qilish, tog' jinslarining xossalari modellashtirish va geologik jarayonlarni (masalan, vulqon faoliyati, er silkinishlari) tushunish uchun keng qo'llaniladi. Bu usul geologlarga o'z tadqiqotlarini aniqroq va samaraliroq o'tkazishga yordam beradi, shuningdek, turli xil geologik hodisalarning kelib chiqishi va rivojlanishini modellashtirish orqali ularni bashorat qilish imkonini beradi.

Geologiya fanining zamonaviy rivojlanish bosqichida kompyuterli modellashtirish muhim o'rin egallaydi. Yer qa'ri tuzilishini o'rganish, mineral resurslarni qidirish, seysmik jarayonlarni tahlil qilish va tabiiy ofatlarni bashorat qilishda an'anaviy usullar yetarli bo'lmay qoladi. Chunki yer qa'ridagi jarayonlar juda murakkab va ko'p omilli bo'lib, ularni to'liq tushunish va izohlash uchun katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash va ular asosida virtual modellar yaratish zarur. Kompyuterli modellashtirish esa geologik tadqiqotlarni yuqori darajada aniqlik bilan amalga oshirish, jarayonlarni real vaqtda tahlil qilish va ularni kelajak uchun prognoz qilish imkoniyatini yaratadi.

Kompyuterli modellashtirishning asosiy maqsadi – yer qa'ridagi jarayonlarni raqamli ko'rinishda qayta yaratishdir. Buning uchun turli manbalardan olingan ma'lumotlar – geofizik o'lchashlar, burg'u ma'lumotlari, geoximik tahlillar, magnitometriya va gravimetriya natijalari, seysmik kuzatishlar hamda sun'iy yo'ldosh suratlari birlashtiriladi. Ular asosida uch o'lchamli (3D) va to'rt o'lchamli (4D, ya'ni

vaqt bilan bog'langan) geologik modellar tuziladi. Bu modellar yer qa'ridagi qatlamlarning chuqurligi, zichligi, tarkibi va dinamik o'zgarishlarini ko'rsatib beradi.

Kompyuterli modellashtirish nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki amaliyotda ham katta ahamiyatga ega. Masalan, neft va gaz qidiruv ishlarida 3D geologik modellar konning hajmini, uning chuqurligini va qazib olish strategiyasini aniq belgilab berishga yordam beradi. Konchilik sohasida esa kompyuterli modellar yer osti konlarining xavfsizligini baholash, to'g'ri ventilyatsiya va transport tizimini rejalashtirishda foydalaniladi. Shu bilan birga, injenerlik geologiyasida inshootlar qurilishi jarayonida yer qa'rining mustahkamligi va harakatchanligini oldindan baholash uchun modellashtirish muhim hisoblanadi.

Kompyuterli modellashtirish jarayonida turli matematik va fizik usullardan foydalaniladi. Masalan, yer qa'ridagi tuzilishlarni seysmik to'lqinlar tarqalishi asosida modellashtirish mumkin, gidrogeologiyada suv oqimlarini matematik modellar orqali hisoblash mumkin, geomexanikada esa tog' jinslarining mexanik xususiyatlari asosida ularning siqilishi va yorilishini bashorat qilish mumkin. Mashina o'rganish va sun'iy intellekt texnologiyalari esa ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish va modellarni avtomatik yaratishda katta imkoniyat yaratadi.

Geoaxborot tizimlari (GIS) ham kompyuterli modellashtirishning asosiy vositalaridan biri hisoblanadi. GIS yordamida ma'lumotlar geografik koordinatalar bilan uyg'unlashtiriladi va ular xarita shaklida vizualizatsiya qilinadi. Bu tadqiqotchiga ma'lumotlarni fazoviy jihatdan tahlil qilish, turli hududlar o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rish va to'liqroq xulosalar chiqarish imkoniyatini beradi. Shu bilan birga, dronlar va sun'iy yo'ldoshlardan olingan ma'lumotlarni GIS bilan uyg'unlashtirish yer qa'rining yuqori aniqlikdagi modelini tuzishga yordam beradi.

Kompyuterli modellashtirish tabiiy ofatlarni bashorat qilishda ham qo'llaniladi. Masalan, yer qimirlash xavfini baholashda seysmik ma'lumotlar asosida yer qa'ridagi stress holatlari modellanadi, ko'chki xavfi tahlil qilinganda tog' yetaklarining geomexanik xususiyatlari hisobga olinadi, suv toshqini xavfini bashorat qilishda esa gidrogeologik modellardan foydalaniladi. Bunday modellar aholini o'z vaqtida ogohlantirish va xavfsizlik choralarini ko'rishda katta ahamiyat kasb etadi.

Geologiyada kompyuterli modellashtirish zamonaviy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. U katta hajmli ma'lumotlarni uyg'unlashtirish, ularni raqamli shaklga keltirish va yer qa'ri jarayonlarini virtual muhitda qayta yaratish imkoniyatini beradi. Natijada geologik tadqiqotlar samaradorligi oshadi, resurslarni tejash mumkin bo'ladi va xavfsizlik yuqori darajada ta'minlanadi. Kompyuterli modellashtirish kelgusida yanada takomillashib, sun'iy intellekt, "big data" va GIS texnologiyalari bilan uyg'unlashgan holda geologiya fanini yangi bosqichga olib chiqishi shubhasizdir.

Zamonaviy geologik tuzilmalarni simulyatsiya qilish uchun ko'plab dasturiy ta'minotlar mavjud bo'lib, ular qatlamlar, uzilishlar, yer osti suvlarining harakati va neft/gaz konlarining shakllanishi kabi jarayonlarni modellashtiradi. Ushbu dasturlar, odatda, geologik ma'lumotlarni (seysmologik va quduq ma'lumotlari) 3D modellariga aylantiradi va turli geologik senariylarni takrorlab, kelajakdagi qazishmalar va neft/gaz qazib olish jarayonlarini bashorat qilishga yordam beradi.

Geologiya fani tabiiy fanlar tizimida markaziy o'rin tutadi va yer qa'rida kechadigan jarayonlarni o'rganishga qaratilgan. Yer yuzidagi ko'pgina tabiiy jarayonlar — tog' hosil bo'lish, cho'kma basseynlarning shakllanishi, vulqonlar faoliyati va seysmik harakatlar — barchasi geologik tuzilmalarning o'zgarishi bilan uzviy bog'liqdir. Biroq yer qa'rida kechadigan jarayonlarni to'g'ridan-to'g'ri kuzatish imkoniyati cheklangan, chunki ular yuzlab, hatto minglab metrlik chuqurlikda sodir bo'ladi. Shu sababli geologiyada modellashtirish va simulyatsiya qilish metodlari katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

XX asrning oxiri va XXI asr boshlarida kompyuter texnologiyalari va geoinformatikadagi yuksalish geologik modellashtirish sohasida yangi imkoniyatlarni ochib berdi. Ilgari qo'llanilgan qo'l mehnatiga asoslangan sxemalar va xaritalash usullari zamonaviy dasturiy ta'minotlar bilan almashtirilmoqda. Bugungi kunda Petrel, Leapfrog Geo, GOCAD, Surfer, GeoModeller kabi dasturiy platformalar yordamida murakkab geologik tuzilmalarning uch o'lchamli va vaqt omilini hisobga oluvchi to'rt o'lchamli modellari yaratiladi.

Geologik modellashtirishning nazariy asoslari geofizik ma'lumotlarni matematik qayta ishlash va statistik usullardan keng foydalanishga tayanadi. Masalan, seysmik tomografiya ma'lumotlari, quduq parmalash natijalari va geofizik o'lchovlar integratsiya qilinib, yaxlit raqamli model shakllantiriladi. Bu jarayonda ko'p omilli regressiya, geostatistika usullari, inversiya algoritmlari va stoxastik modellashtirish keng qo'llaniladi.

Uch o'lchamli (3D) modellar yer qa'ridagi qatlamlarning morfologiyasi va geometriyasini aks ettirsa, to'rt o'lchamli (4D) modellar vaqt omilini ham hisobga olib, geologik jarayonlarning evolyutsiyasini tadqiq qilish imkonini yaratadi. Masalan, cho'kma basseynlarning shakllanish tarixi, neft va gaz qatlamlari ichidagi migratsiya jarayonlari yoki tektonik plitalarning harakati ana shunday modellar orqali tadqiq qilinadi.

Zamonaviy dasturiy ta'minotlardan har biri muayyan sohalarga ixtisoslashgan:

Petrel (Schlumberger) — asosan neft-gaz sohasida, qatlamlarning geologik modellarini yaratish, zaxiralarni hisoblash va gidrodinamik simulyatsiya qilish uchun qo'llaniladi. Uning afzalligi ma'lumotlarning barcha turini bir platformada integratsiya qilish imkoniyatidir.

Leapfrog Geo – mineral resurslar sohasida keng qo‘llaniladi, rudali konlarning dinamik 3D modellarini yaratishga mo‘ljallangan. Bu dastur ma’lumotlarni real vaqtda yangilash imkonini berishi bilan ajralib turadi.

GOCAD – tektonik tuzilmalar va stratigrafik ketma-ketliklarni modellashtirishda samarali. U katta hajmli ma’lumotlar bilan ishlash va turli ma’lumot turlarini uyg‘unlashtirish imkoniyatiga ega.

GeoModeller – stratigrafiya va tektonika bilan bog‘liq jarayonlarni modellashtirishga ixtisoslashgan. U geologik gipotezalarni tekshirish va variantlarni solishtirishda qo‘llaniladi.

Surfer – asosan ma’lumotlarni vizualizatsiya qilish va xaritalar yaratishda samarali. Geofizik va geoximik ma’lumotlarning tarqalishini grafik shaklda namoyish etadi.

Bunday dasturlar geologik ma’lumotlarni tizimlashtirish, ularni kompleks tahlil qilish va ilmiy gipotezalarni tekshirishda katta ahamiyatga ega. Shu bilan birga ular iqtisodiy jihatdan ham muhim, chunki mineral resurslarning aniq baholanishi qazib chiqarish samaradorligini oshiradi va ortiqcha xarajatlarni kamaytiradi.

Dasturiy ta’minotlar quyidagilarni hisobga oladi: Seysmologik ma’lumotlar va quduqlardan olingan ma’lumotlar, Qatlamlarning geometriyasi va joylashuvi, Uzilishlar va yoriqlar, Yer osti suvlarining harakati, Neft va gaz konlarining shakllanishi va joylashuvi.

Bu dasturlar geologlar va geofiziklarga yer osti tuzilmalarini yaxshiroq tushunishga, qazish jarayonlarini samarali rejalashtirishga va resurslarni boshqarishni yaxshilashga yordam beradi.

Geologik modellashtirish bir nechta yo‘nalishlarga bo‘linadi, ulardan eng muhimlari quyidagilar:

- Stratigrafik modellashtirish – qatlamlarning ketma-ketligi, cho‘kmalarning shakllanish dinamikasi va ularning tarkibiy xususiyatlarini hisobga oladi. Bu modellar orqali cho‘kma basseynlarning geologik tarixi qayta tiklanadi.

- Tektonik modellashtirish – tog‘ hosil bo‘lish jarayonlari, qatlamlarning siljishi va buzilishlari (falzlar, nadviglar) tahlil qilinadi.

- Hidrodinamik modellashtirish – suv, neft va gazning qatlam ichidagi harakatini o‘rganishga qaratilgan. Bu model qazib chiqarish jarayonida muhim ahamiyatga ega.

- Geoximik modellashtirish – minerallarning tarqalishi, kimyoviy jarayonlar va resurslarning konsentratsiyanishiga oid ma’lumotlarni integratsiya qiladi.

Bunday modellarning har biri ma’lum sohalarda alohida ahamiyat kasb etadi, ammo zamonaviy dasturiy ta’minotlarda ular uyg‘unlashtirilgan holda qo‘llaniladi.

3D modellashtirish texnologiyalari

Uch o‘lchamli modellar geologik ma’lumotlarning eng vizual va real ko‘rinishini ta’minlaydi. Masalan, Petrel va Leapfrog dasturlari yordamida chuqur qatlamlarning

geometriyasi, stratigrafik ketma-ketligi va tektonik buzilishlari aniq ko‘rinib turishi mumkin.

3D modellar nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki amaliyotda ham juda muhimdir:

- Konlarning zaxiralarini aniq hisoblash;
- Qazib chiqarish strategiyasini ishlab chiqish;

Yangi quduqlarni joylashtirishda optimal qaror qabul qilish.

4D modellashtirish va dinamik simulyatsiyalar

To‘rt o‘lchamli modellar vaqt faktorini ham hisobga oladi. Bu turdagi modellar geologik jarayonlarning evolyutsiyasini tahlil qilish imkoniyatini beradi. Masalan:

- Cho‘kma basseynlarning millionlab yillar davomida shakllanishi;
- Uglevodorodlarning migratsiya yo‘llari va jamlanish jarayoni;
- Seysmik jarayonlarning vaqt bo‘yicha dinamikasi.

Shuningdek, 4D simulyatsiyalar qazib chiqarish jarayonida ham qo‘llaniladi. Masalan, neft quduqlaridagi bosim o‘zgarishi, suv-neft chegaralarining harakati vaqt davomida kuzatilib, aniq bashorat qilinadi.

Geologik modellashtirish nazariyasi bir nechta muhim ilmiy asoslarga tayanadi:

1. **Geostatistika** – ma’lumotlarning fazoviy tarqalishini aniqlash va prognostik modellar yaratishda muhim. Kriging va co-kriging kabi usullar keng qo‘llaniladi.
2. **Stoxastik modellashtirish** – aniq emas yoki to‘liq bo‘lmagan ma’lumotlar asosida ehtimoliy modellar yaratish imkonini beradi.
3. **Inversiya algoritmlari** – geofizik o‘lchovlardan qatlamning haqiqiy fizik parametrlarini hisoblab chiqarish uchun qo‘llaniladi.
4. **Markov zanjirlari** – qatlamlar ketma-ketligini modellashtirishda qo‘llaniladi.

Bu usullar nafaqat nazariy tadqiqotlarda, balki amaliy simulyatsiya dasturlarida ham asosiy rol o‘ynaydi.

Amaliy ahamiyati

Geologik modellashtirish nafaqat fan uchun, balki ishlab chiqarish va iqtisodiyot uchun ham juda katta ahamiyatga ega. Masalan:

- Neft va gaz sohasida zaxiralarni baholash va qazib chiqarish samaradorligini oshirish;
- Mineral resurslar geologiyasida yangi konlarni aniqlash;
- Seysmologiyada ofat xavfini oldindan bashorat qilish;
- Ekologiya sohasida yer qa‘ridan foydalanishda tabiiy muhitga ta’sirni kamaytirish.

Shuningdek, ta’lim sohasida ham geologik modellar talabalar uchun amaliyot bilan nazariyani uyg‘unlashtirish imkoniyatini beradi.

3.2. Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash. Geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlash.

Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash, foydali qazilmalarning joylashuvi va miqdorini bashorat qilish jarayonini anglatadi. Bu geologik ma'lumotlarni tahlil qilish, seysmik ma'lumotlarni o'rganish va boshqa texnik vositalardan foydalanish orqali amalga oshiriladi. Maqsad - qazib olish uchun eng yaxshi joylarni aniqlash va resurslarni optimallashtirishdir.

Foydali qazilmalar inson sivilizatsiyasining iqtisodiy va ijtimoiy taraqqiyotida hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lgan tabiiy resurslar hisoblanadi. Ularning asosiy qismi yer qa'ridagi chuqur qatlamlarda shakllangan bo'lib, ularning joylashishi, zaxira hajmi va sifat ko'rsatkichlarini aniq baholash murakkab geologik vazifalardan biridir. Ana shu muammoni hal etishda prognozlash jarayoni hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlashning asosiy maqsadi – ma'lum geologik shart-sharoitlarda qazilmalarning shakllanish qonuniyatlarini anglash va ularning ehtimoliy tarqalish hududlarini ilmiy asosda bashorat qilishdir. Bu jarayon turli geologik, geofizik, geoximik va mineralogik ma'lumotlarni kompleks tahlil qilishga asoslanadi.

XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab prognozlash jarayonlarida geostatistika va matematik modellash usullari qo'llanila boshladi. XXI asrda esa zamonaviy kompyuter dasturlari va geoinformatsion texnologiyalar prognozlashning samaradorligini yangi bosqichga olib chiqdi. Hozirgi kunda foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash nafaqat ilmiy tadqiqot yo'nalishi, balki iqtisodiy jihatdan muhim sohalardan biriga aylangan.

Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash jarayoni quyidagi asosiy ilmiy tamoyillarga tayanadi:

Birinchi tamoyil – genetik qonuniyatlar. YA'ni har bir qazilma turi muayyan geologik shart-sharoitlarda, muayyan jarayonlar ta'sirida shakllanadi. Masalan, neft va gaz ko'proq cho'kma basseynlar bilan bog'liq bo'lsa, metamorfik konlar tektonik zonalarida shakllanishi mumkin.

Ikkinchi tamoyil – strukturali-formatsion asos. Qazilmalarning tarqalishi geologik strukturalar bilan uzviy bog'liq bo'ladi. Tektonik siljishlar, qatlamlarning qiyaligi va falzlar qazilmalarning jamlanishiga ta'sir ko'rsatadi.

Uchinchi tamoyil – geofizik-indikativ belgilar. Qazilmalarning mavjudligi aksariyat hollarda gravimetriya, magnitometriya, elektrazvedka va seysmik tadqiqotlarda o'ziga xos anomalialar orqali namoyon bo'ladi.

To'rtinchi tamoyil – geostatistik tahlil. Mavjud ma'lumotlarni matematik modellar orqali umumlashtirish, ehtimoliy tarqalish hududlarini bashorat qilish imkonini beradi. Kriging, co-kriging, variogram tahlillari kabi usullar shu sohada keng qo'llaniladi.

Prognozlash jarayonida qator zamonaviy dasturiy ta'minotlar ham qo'llaniladi. Masalan, Petrel platformasi nafaqat uglevodorod zaxiralarini hisoblash, balki ularning tarqalishini prognozlashda ham samarali hisoblanadi. Leapfrog Geo mineral resurslar geologiyasida keng qo'llanib, ma'lumotlarni real vaqtda yangilash orqali prognoz modellar yaratish imkonini beradi. Shuningdek, GeoModeller va Surfer dasturlari ma'lumotlarni integratsiya qilish va vizualizatsiya jarayonida katta ahamiyatga ega.

Prognozlashning zamonaviy usullari nafaqat klassik geologik ma'lumotlarga, balki qo'shimcha fanlararo yondashuvlarga ham tayanadi. Masalan, sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlari yer qa'ri ma'lumotlarini qayta ishlashda samarador natijalar bermoqda. Neyron tarmoqlar geofizik anomalialar va qazilma qatlamlari o'rtasidagi bog'lanishni aniqlab, bashorat modellarini takomillashtirish imkonini yaratadi.

Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash nafaqat iqtisodiy jihatdan, balki ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Chunki resurslarni oqilona boshqarish, ortiqcha qazib chiqarishdan saqlanish va atrof-muhitga zarar yetkazmasdan foydalanish mumkin bo'ladi.

Foydali qazilmalar qatlamlarini prognozlash zamonaviy geologiya fanida ilmiy va amaliy jihatdan strategik ahamiyatga ega yo'nalishdir. Kompyuter texnologiyalari, geoinformatsion tizimlar, sun'iy intellekt va statistik modellashtirish usullariga tayanadigan prognozlash usullari nafaqat resurslarning aniq baholanishi, balki ulardan samarali va barqaror foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Geologiya fanining eng muhim vazifalaridan biri — yer qa'rida va yer yuzasida kechayotgan jarayonlarning dinamikasini aniqlash va ularning qonuniyatlarini tadqiq etishdan iboratdir. Chunki yer qa'ridagi harakatlar, tektonik jarayonlar, magmatizm, metamorfizm, denudatsiya va akkumulyatsiya kabi jarayonlar nafaqat geologik strukturalarni shakllantiradi, balki foydali qazilmalarning jamlanishi, yer qiyofasining o'zgarishi va global ekologik tizimlarning rivojlanishiga ham hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi.

Geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlash deganda ularning vaqt va makondagi o'zgaruvchanligini, tezligi, intensivligi va ta'sir masshtabini o'rganish tushuniladi. Bu jarayonlar uzluksiz va ko'p omilli xususiyatga ega bo'lib, ularni kompleks geofizik, geoximik, petrografik va modellashtirish usullari orqali tadqiq etish mumkin.

XX asrning o'rtalariga qadar geologik jarayonlarning dinamikasi asosan geologik kuzatishlar va paleontologik ma'lumotlarga asoslangan holda tushuntirilgan bo'lsa, so'nggi o'n yilliklarda zamonaviy texnologiyalar, jumladan, radiometriya, izotop geoximiyasi, GPS-tektonika, seysmik tomografiya va sun'iy yo'ldoshli kuzatuvlar jarayonlarning chuqurroq va aniqroq tavsifini berish imkonini yaratdi.

Yer qa'ridagi tektonik jarayonlar dinamikasini aniqlashda plita tektonikasi nazariyasi alohida ahamiyat kasb etadi. Plitalarning bir-biriga nisbatan harakati, urilishi yoki tarqalishi natijasida yer qa'rida falzlar, magmatik ochilishlar, vulqonlar va seysmik hodisalar yuzaga keladi. Masalan, Gimolay tog' tizimining ko'tarilishi Yevroosiyo va Hind plitalari to'qnashuvining natijasidir. Shu bilan birga, global seysmik faollik va vulqonlar geodinamikaning jonli ko'rsatkichi sifatida qaraladi.

Seysmik jarayonlarning dinamikasini o'rganishda zamonaviy seysmik tomografiya metodlari katta ahamiyatga ega. Bu usul yer qa'rining turli chuqurlikdagi tarkibi va tuzilishini aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, yer qa'ridagi zilzila uchoqlarining chuqurligi, kuchlanish konsentratsiyasi va tarqalishi haqida ma'lumot beradi. Bunday tahlillar nafaqat ilmiy jihatdan, balki amaliy jihatdan ham muhimdir, chunki seysmik xavfni baholash va prognoz qilish imkoniyatini yaratadi.

Magmatizm jarayonlari dinamikasini tadqiq etish ham geologiyada muhim ahamiyatga ega. Magmaning ko'tarilishi, uning yer qa'ridagi harakat trayektoriyalari, bosim va harorat o'zgarishi geofizik va petrologik usullar orqali o'rganiladi. Izotop geoximiyasi magmaning manbai va uning evolyutsiya bosqichlarini aniqlash imkonini beradi. Vulqon atrofidagi dinamik jarayonlarni muntazam kuzatish esa vulqon faolligini prognoz qilishga xizmat qiladi.

Geologik jarayonlarning dinamikasini o'rganishda cho'kma jarayonlar ham katta ahamiyatga ega. Denudatsiya va akkumulyatsiya jarayonlari yer yuzasining relyefini o'zgartirish bilan birga, qazilmalarning qaytarilish va qayta taqsimlanish jarayonlarini ta'minlaydi. Masalan, daryo yotqiziqlari, deltalar yoki dengiz sohillaridagi cho'kmalarning to'planishi nafaqat geomorfologiya, balki foydali qazilmalar geologiyasi uchun ham muhim hisoblanadi.

So'nggi yillarda geologik jarayonlarning dinamikasini tadqiq etishda sun'iy intellekt va modellashtirish texnologiyalari jadal qo'llanilmoqda. Kompyuter modellari orqali yer qa'ridagi jarayonlarni virtual muhitda simulyatsiya qilish va turli ssenariylarni baholash mumkin bo'ldi. Masalan, tektonik plitalar harakatini yoki seysmik to'lqinlarning tarqalishini modellashtirish jarayonlarning fizik qonuniyatlarini aniqlashda qo'llaniladi.

Geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlash nafaqat ilmiy tadqiqot, balki amaliy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Chunki yer qa'ri jarayonlarini chuqur anglash seysmik xavflarni baholash, vulqon faolligini prognoz qilish, yer osti suvlarini boshqarish, foydali qazilmalar konlarini izlash va ulardan barqaror foydalanish imkonini yaratadi.

Geologik jarayonlarning dinamikasini aniqlash zamonaviy geologiyaning eng muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, kompleks ilmiy usullarga, zamonaviy texnologiyalarga va fanlararo yondashuvga tayanadi. Bu jarayonlarning o'rganilishi nafaqat yer qa'rining ichki tuzilishi haqidagi bilimlarimizni boyitadi, balki global

ekologik muammolarni hal qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish imkoniyatini ham yaratadi.

3.3. Tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish.

Geologiya fanining asosiy va birlamchi vazifalaridan biri — yer qa'ri resurslarini tizimli ravishda izlash, chuqur o'rganish va ulardan iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali foydalanishdir. Bu murakkab va ko'p bosqichli jarayondagi ilmiy-amaliy tadqiqot ishlari katta hajmdagi moliyaviy mablag'larni, yuqori malakali mutaxassislarning mehnatini va uzoq vaqt resurslarini talab qiladi. Yer osti boyliklarini izlash va baholash uzoq davom etadigan, ko'p mehnat talab qiladigan va qimmat turadigan jarayon hisoblanadi. Shuning uchun geologiyada tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish masalasi nafaqat iqtisodiy va moliyaviy, balki davlat va xususiy kompaniyalar uchun strategik ahamiyatga ega bo'lib, mamlakat iqtisodiy xavfsizligining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Buning sababi shundaki, geologik izlanishlar orqali aniqlangan va zaxiralari tasdiqlangan tabiiy resurslar milliy iqtisodiyotning asosiy quvvat manbai va rivojlanish drayverlari hisoblanadi, ammo ularni izlash va o'rganishga sarflanadigan mablag'lar ortiqcha yoki samarasiz taqsimlansa va boshqarilsa, natijada ish samaradorligi keskin pasayadi va sarflangan sarmoya va investitsiyalar o'zini oqlamay qolishi mumkin. Bu esa o'z navbatida butun sohaning rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Geologik tadqiqotlarda xarajatlar tarkibi juda ko'p qirrali, murakkab va kompleks xususiyatga ega bo'lib, ular turli yo'nalishlarni qamrab oladi. Ularga quyidagilar kiradi: dala izlanishlari va ekspeditsiya xarajatlari (transport, yoqilg'i, lager jihozlari, xodimlar uchun oziq-ovqat va boshqalar), laboratoriya tahlillari (kimyoviy, mineralogik, petrografik va boshqa tahlillar), geofizik va geoximik tadqiqotlar uchun maxsus asbob-uskunalar xarajatlari, ma'lumotlarni qayta ishlash va kompyuter modellashtirish jarayonlari, yuqori malakali geolog, geofizik, geoximik va boshqa mutaxassis kadrlarni jalb qilish va ularga ish haqi to'lash bilan bog'liq sarflar. Bundan tashqari, logistika va transport xarajatlari, qiyin geografik va iqlimiy sharoitlarda (cho'l, tog'li hududlar, qutb mintaqalari) tadqiqotlarni tashkil etish, xavfsizlik tadbirlari va choralari hamda atrof-muhit muhofazasi va ekologiya bilan bog'liq qo'shimcha xarajatlar ham geologik tadqiqot ishlarida katta o'rin tutadi va umumiy budjetning sezilarli qismini tashkil etadi.

Geologik tadqiqotlar xarajatlarini optimallashtirish deganda faqatgina ushbu xarajatlarning umumiy hajmini mexanik ravishda qisqartirish emas, balki mavjud resurslardan ilmiy asoslangan va rejalashtirilgan holda yanada samarali va oqilona foydalanish tushuniladi. Izlanishlarning samaradorligini pasaytirmasdan, aksincha, mablag'larni to'g'ri yo'naltirish orqali natijadorlikni oshirish mumkin. Masalan, keng geografik hududlarda qimmatbaho va ko'p mehnat talab qiladigan burg'u qazib olish ishlarini to'g'ridan-to'g'ri o'tkazish o'rniga avvalo arzonroq geofizik va geoximik ekspress-usullardan foydalanib, eng istiqbolli nuqtalarni aniqlab olish va keyin faqat ana

shu nuqtalarda chuqur burg‘ulash ishlarini olib borish orqali umumiy izlanish qiymati sezilarli darajada kamaytirilishi mumkin. Bu samarali usul geologiyada "o‘tkir ustuvorlik" yoki "aniq nishonga olish" prinsipi deb ham ataladi — ya’ni chegaralangan moliyaviy mablag‘ni va vaqt resurslarini eng samarali va istiqbolli nuqtalarga yo‘naltirish. Bunda butun maydonni tekshirish o‘rniga, avvalgi ilmiy ma’lumotlar va metodikalar asosida aniqlangan nuqtalarga e’tibor qaratiladi.

Zamonaviy raqamli texnologiyalar geologiyada xarajatlarni optimallashtirishda muhim va hal qiluvchi omil hisoblanadi. Ularning samarali qo‘llanilishi tadqiqot jarayonlarini tezlashtiradi, aniqlikni oshiradi va xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Masalan, geoinformatsion tizimlar (GIS) va sun’iy yo‘ldoshli masofadan zondlash (remote sensing) ma’lumotlari orqali keng hududlarni nisbatan arzon va juda tezkor usulda tahlil qilish, geologik tuzilmalarni aniqlash, anomaliyalarni topish mumkin. Bu esa an’anaviy dala ekspeditsiya xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi va vaqtni tejaydi. Shuningdek, zamonaviy 3D va 4D geologik modellash dasturlari (Petrel, Leapfrog, GeoModeller kabi mashhur dasturlar) yig‘ilgan ma’lumotlarni virtual muhitda tezkor va har tomonlama qayta ishlashga imkon berib, konlarning hajmi va tarkibini aniqroq baholash hamda ortiqcha burg‘u quduqlari sonini qisqartirish orqali tadqiqot xarajatlarini optimallashtiradi.

Geologik izlanishlarda ilmiy-tadqiqot ishlari xarajatlarini optimallashtirishning yana bir muhim va samarali yo‘li — ko‘p manbali moliyalashtirish tizimini keng joriy etish. Bunda bir necha manbadan moliyalashtirish amalga oshiriladi. Zamonaviy jahon amaliyotida geologik tadqiqotlar odatda davlat budjeti mablag‘lari, xususiy sektor investitsiyalari va xalqaro grantlar hamda ilmiy fondlar mablag‘lari asosida birgalikda va kompleks ravishda moliyalashtiriladi. Bu esa moliyaviy xavflarni taqsimlash va kamaytirish imkonini beradi hamda mablag‘larning barqaror va uzluksiz taqsimotini ta’minlaydi. Masalan, Avstraliya va Kanada kabi rivojlangan mamlakatlarda foydali qazilmalarni izlash bo‘yicha davlat muassasalari va xususiy kompaniyalar o‘rtasida strategik hamkorlik mexanizmlari keng qo‘llaniladi. Bu esa mazkur davlatlarda mineral resurslar bo‘yicha yetakchilikni ta’minlab kelmoqda.

Geologik tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish jarayonida inson kapitali masalasi ham muhim va yetakchi ahamiyatga ega. Yuqori malakali, tajribali va bilimli mutaxassislarni jalb qilish dastlab qimmat va katta xarajat tuyulishi mumkin, ammo ularning chuqur bilim va amaliy ko‘nikmalari natijasida ortiqcha va samarasiz ishlarning oldini olib, loyihaning umumiy xarajatlarini sezilarli darajada qisqartiradi. Malakali mutaxassis o‘zining tajribasi va intuitsiyasi bilan eng istiqbolli maydonlarni tezroq aniqlaydi, samarasiz izlanishlar olib bormaydi. Shu bois ko‘plab rivojlangan mamlakatlarda geologiya sohasida yuqori malakali kadrlar tayyorlash va ularning bilim

va malakasini doimiy ravishda oshirib borish muammosi davlat siyosati darajasiga ko'tarilgan va strategik ahamiyatga ega masala hisoblanadi.

So'nggi yillarda texnologiyalarning jadal rivojlanishi natijasida mashinali o'qitish (machine learning) va sun'iy intellekt usullari ham geologik izlanishlarda keng va samarali qo'llanilmoqda. Katta hajmdagi tarixiy va yangi ma'lumotlarni (big data) tezkor va chuqur tahlil qilish orqali foydali qazilmalarning ehtimoliy tarqalish hududlari va ularning zaxiralari aniqroq prognoz qilinadi. Bu esa qimmatbaho va ko'p xarajat talab qiladigan dala tadqiqotlari va ekspeditsiyalarga bo'lgan ehtiyojni sezilarli darajada qisqartiradi, aniq maqsadli ishlashga imkon yaratadi. Masalan, sun'iy intellekt asosida ishlovchi maxsus algoritmlar va neyron tarmoqlari seysmik ma'lumotlarni yuqori tezlikda tahlil qilishda burg'u quduqlari joylashuvini o'ta aniqlik bilan belgilab beradi va shu tariqa qidiruv-izlash xarajatlarini bir necha barobar kamaytirish, resurslarni tejash imkonini beradi.

Geologiya sohasida ilmiy-tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish nafaqat iqtisodiy va moliyaviy samaradorlikni ta'minlaydi, balki ekologik barqarorlik va tabiatni muhofaza qilishga ham bevosita xizmat qiladi. Chunki ortiqcha va keragidan ortiq ekspeditsiya ishlari, nazorat quduqlarini qazish, yo'llar qurish va boshqa infratuzilma obyektlari tabiiy landshaftlarga va atrof-muhitga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu bois zamonaviy ilmiy yondashuvlarda xarajatlarni qisqartirish bilan birgalikda atrof-muhitga yetkaziladigan ekologik zararni minimallashtirish ham strategik maqsad qilib qo'yiladi. Optimal tadqiqot usullari va texnologiyalari ekologik izni (ecological footprint) kamaytirishga imkon beradi.

Geologiyada tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish — bu bir martalik tadbir emas, balki doimiy e'tibor talab qiladigan kompleks va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, u moliyaviy resurslarni ilmiy asoslangan holda oqilona va adolatli taqsimlash, zamonaviy innovatsion texnologiyalardan samarali va oqilona foydalanish, inson kapitali va bilimlarni to'g'ri boshqarish hamda ilmiy infratuzilmani maqsadli rivojlantirish va to'g'ri boshqarish orqali amalga oshiriladi. Bu murakkab jarayon nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki tabiiy resurslardan barqaror va oqilona foydalanish, yangi foydali qazilmalarni tezkor izlash va topish hamda ularni milliy iqtisodiy aylanmaga kiritish jarayonlarini sezilarli darajada tezlashtiradi va jadallashtiradi. Natijada butun mineral-xomashyo bazasining barqaror rivojlanishi va geologiya sohasining innovatsion o'sishi ta'minlanadi.

Nazorat savollari:

1. Tadqiqot xarajatlarini optimallashtirish deganda nima tushuniladi va u qanday asosiy maqsadlarni ko'zlaydi? Optimallashtirish faqat xarajatlarni kamaytirishni anglatadimi?

2. Tadqiqot xarajatlarini asosiy turlari va kategoriyalarini sanab bering. To'g'ridan-to'g'ri va bilvosita xarajatlar o'rtasida qanday farqlar mavjud?
3. Zamonaviy raqamli texnologiyalar (sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, geoinformatsion tizimlar) tadqiqot xarajatlarini optimallashtirishda qanday rol o'ynaydi? Misollar keltiring.
4. Geologik tadqiqotlarda "o'tkir ustuvorlik" prinsipining mohiyati nimada va u xarajatlarni optimallashtirishga qanday yordam beradi?
5. Tadqiqot xarajatlarini optimallashtirishda inson kapitali va yuqori malakali mutaxassislarning roli qanday? Nima uchun bu omil iqtisodiy jihatdan muhim hisoblanadi?

4-mavzu: Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash. (2 soat)

Reja:

4.1. Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash. Ekologik xavflarni kamaytirish.

4.2. Sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili. Ma'lumotlar asosida yadro strukturaviy tahlil.

4.3. Prognozlashning aniq modellarini yaratish.

4.1. Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash. Ekologik xavflarni kamaytirish.

Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash va ekologik xavflarni kamaytirish zamonaviy geologik va geokimyoviy tadqiqotlarning eng muhim va dolzarb yo'nalishlaridan biridir. Bu soha fanning asosiy ustuvor jihatlaridan bo'lib, nafaqat ilmiy, balki amaliy va strategik ahamiyatga ham egadir. Yer qa'ridagi minerallar tarkibida uchraydigan noyob elementlar (masalan, lantanoidlar, niobiy, tantal, litiy, skandiy, ittriy, volfram, molibden, kobalt va boshqalar) bugungi kunda yuqori texnologiyalar sanoati va innovatsion rivojlanish uchun zamin yaratuvchi xom ashyo manbasi sifatida keng qo'llanilmoqda. Bu elementlar o'zlarining noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari tufayli mobil aloqa vositalari, yuqori samarali akkumulyatorlar, kosmik texnika, tibbiy asboblari, muqobil energetika tizimlarida hamda mudofaa sanoatining ajralmas va almashinmaydigan xom ashyosi hisoblanadi. Bu elementlar zamonaviy iqtisodiyotning "qon tomiri" vazifasini bajarib, ularsiz raqamli va "yashil" texnologiyalarni rivojlantirish deyarli imkonsiz bo'lib qolmoqda. Shu sababli ularning konsentratsiyasini aniq va ishonchli tarzda aniqlash, tarqalish qonuniyatlarini chuqur o'rganish va qazib olish jarayonida ekologik xavflarni minimallashtirish bugungi kunda davlatlar uchun strategik va geosiyosiy vazifaga aylangan.

Noyob elementlarni aniqlash jarayonida zamonaviy geokimyoviy tahlillar va analitik kimyo usullari asosiy va hal qiluvchi rol o'ynaydi. Bu tadqiqotlarda aniqlik va sezuvchanlik yuqori darajada bo'lishi talab etiladi. Xususan, yuqori aniqlikdagi spektrometriya, induksion bog'langan plazma bilan mass-spektrometriya (ICP-MS), atom-absorbsiya spektroskopiyasi, neytron-aktivatsion analiz va rentgen-fluoresans usullari kabi ilg'or va zamonaviy metodikalar yordamida tog' jinslari va cho'kindi qatlamlardagi elementlarning eng kichik va mikroskopik konsentratsiyasi molekulyar va hatto atom darajasida aniq qayd qilinadi. Bu usullarning har biri o'ziga xos afzallik va cheklovlarga ega bo'lib, ularni kombinatsiyalashgan holda qo'llash orqali eng ishonchli natijalar olinadi. Nano-texnologiyalarga asoslangan yangi avlod analitik asboblari va zamonaviy tashxis vositalari yordamida esa elementlarning nafaqat miqdori, balki ularning kimyoviy bog'lanish xususiyatlari, oksidlanish holati va ularning mikromiqyosdagi fazoviy taqsimoti ham batafsil o'rganiladi. Bu kompleks va ko'p qirrali yondashuv nafaqat foydali qazilmalarning mavjudligini kvalitativ aniqlash, balki ularning kon miqyosi, sifati va iqtisodiy samaradorligini aniq miqdoriy baholash imkonini beradi, bu esa investitsion qarorlar qabul qilishda muhim ahamiyatga egadir.

Noyob elementlarning konsentratsiyasini aniqlash jarayoni ekologik jihatdan ham alohida ahamiyatga ega bo'lib, tabiatni muhofaza qilish va barqaror rivojlanish tamoyillariga to'la mos keladi. Chunki bu elementlarning ko'pchiligi yuqori toksik xususiyatlarga ega bo'lib, noto'g'ri qazib olish va qayta ishlash jarayonida atmosfera, tuproq va suv resurslarini, shuningdek butun ekotizimlarni zaharlashi va uzoq muddatli ekologik muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Masalan, lantanoidlarning ayrim birikmalari (ayniqsa ularning erituvchilar bilan hosil qilgan komplekslari) yoki toriy va uran bilan bog'liq bo'lgan nodir elementli minerallar nafaqat kimyoviy zaharlanishga, balki radiatsion xavf tug'dirishiga ham sabab bo'lishi ehtimoli yuqori. Shuningdek, noyob elementlarni ajratib olishda ishlatilgan kimyoviy moddalar ham chiqindi sifatida ekologik xavf tug'dirishi mumkin. Shu sababli qazib olish jarayonida va qayta ishlash bosqichlarida zamonaviy ekologik monitoring tizimlari, chiqindilarni neytrallashtirish va zararsizlantirish texnologiyalari hamda xalqaro standartlarga javob beradigan xavfsiz saqlash va utilizatsiya qilish standartlari qo'llanilishi zarur va majburiydir.

Ekologik xavflarni kamaytirishning eng samarali va innovatsion usullaridan biri resurslarni kompleks va tizimli o'zlashtirishdir. Ya'ni foydali qazilmalarni qazib olish jarayonida faqat iqtisodiy qiymati yuqori bo'lgan asosiy elementlarni emas, balki qo'shimcha ravishda ularga qo'shib keladigan va tabiatda hamroh bo'lgan noyob elementlarni ham ajratib olish texnologiyalari va samarali metodlari ishlab chiqiladi va amaliyotga joriy etiladi. Bu kompleks yondashuv nafaqat korxonalarning iqtisodiy samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, balki chiqindilar hajmini minimumgacha kamaytiradi va ekologik xavfni sezilarli darajada pasaytiradi. Shuningdek, boyitish jarayonlarining qayta ishlangan texnologiyalari chiqindilarni ikkilamchi qayta ishlash

va ulardan qo'shimcha foydali komponentlarni ajratib olish imkonini ham beradi. Bu orqali foydali qazilmalardan maksimal foydalanish darajasi ta'minlanadi.

Bugungi raqamli texnologiyalar asrida sun'iy intellekt tizimlari, mashinali o'qitish algoritmlari va katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash (big data) texnologiyalari noyob elementlarni izlash va ularning konsentratsiyasini bashorat qilishda keng va samarali qo'llanilmoqda. Bu zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida oldingi yillarda yig'ilgan va hozirgi kunda olinayotgan ma'lumotlar o'rtasida murakkab korrelyatsiyalarni aniqlash, yashirin bog'liqliklarni topish va yangi konlarning potensial joylashuvini aniqlash mumkin. Ma'lumotlarni geostatistik modellashtirish, zamonaviy GIS texnologiyalari orqali fazoviy tahlil qilish va yuqori aniqlikdagi masofaviy zondlash tasvirlarini integratsiyalash orqali yashirin konlarning ehtimoliy joylashuvi aniq bashorat qilinadi va potensial hududlar xaritasi tuziladi. Shu tarzda inson omilidan kelib chiqadigan xatolik sezilarli darajada kamayadi va ekologik xavfsizlikni to'liq hisobga olgan holda qazib olish strategiyasi va uzoq muddatli rejalar ilmiy asosda ishlab chiqiladi.

Noyob elementlar bo'yicha olib boriladigan tadqiqotlarning amaliy natijalari shuni ko'rsatadiki, ularning aniqlanishi va konsentratsiyasining batafsil va ishonchli baholanishi nafaqat davlatlar va kompaniyalar iqtisodiy o'sishiga, balki Birlashgan Millatlar Tashkiloti tomonidan belgilangan barqaror rivojlanish maqsadlariga ham to'g'ridan-to'g'ri xizmat qiladi. Chunki ekologik xavflarni kamaytirish va tabiatga ta'sirni minimallashtirish orqali tabiat va jamiyat o'rtasidagi nozik muvozanatni saqlash va kelajak avlodlar uchun yashash muhitini saqlab qolish mumkin bo'ladi. Resurslardan oqilona va tejamkorlik bilan foydalanish, chiqindilarni minimallashtirish, qayta ishlash va utilizatsiya qilish texnologiyalarini joriy etish bugungi kunda nafaqat ayrim davlatlar, balki global miqyosda insoniyat oldida turgan strategik vazifa va ustuvor yo'nalish sifatida qaralmoqda. Ko'plab xalqaro konferensiyalar va sammitlarda bu masala muhokama qilinib, davlatlar tomonidan maxsus bitimlar va shartnomalar imzolanmoqda.

Noyob elementlarni aniqlash va ekologik xavflarni kamaytirish sohasidagi innovatsiyalar va yangi yechimlar doimo izlanish va rivojlanishda bo'lib kelmoqda. Masalan, zamonaviy biotexnologiya usullari – biomayning (fitomayning) va biovashlashtirish orqali elementlarni ajratib olish texnologiyalari ekologik jihatdan xavfsiz, kam energiya sarflaydigan va iqtisodiy samarali alternativ yechimlar sifatida ko'rib chiqilmoqda. Shuningdek, noyob elementlarni ikkilamchi xomashyo va elektron chiqindilardan ajratib olish va qayta ishlash texnologiyalari ham jadal rivojlanmoqda. Bu yo'nalishlar noyob elementlarni ekologik xavfsiz usulda olish imkonini berish bilan birga, ularning tabiiy konlari va zahiralariga bo'lgan yuklama va bosimni ham kamaytiradi.

Shunday qilib, noyob elementlar konsentratsiyalarini yuqori aniqlikda aniqlash va ekologik xavflarni kamaytirish zamonaviy geologik fan va amaliyotning ajralmas va strategik muhim bo'lagi bo'lib, nano-texnologiyalar, ilg'or geokimyoviy tahlillar, yuqori aniqlikdagi analitik usullar va raqamli modellash texnologiyalari asosida yuqori darajada samarali va ishonchli ravishda amalga oshiriladi. Bu fan va amaliyot sohasining rivoji nafaqat yangi konlarni topish va boyliklardan foydalanish, balki ekologik xavfsizlik va barqaror rivojlanish kabi global muammolarni hal etishga ham xizmat qiladi. Bu yo'nalish bo'yicha zamonaviy bilim va ko'nikmalarga ega tayyorlanayotgan yosh mutaxassislar nafaqat ilmiy-tadqiqot institutlarida va laboratoriyalarda ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish, balki kon sanoati, xalqaro konsalting kompaniyalari, ekologiya sohalarida va davlat organlari tizimida innovatsion yechimlarni amaliyotga tatbiq etish va strategik qarorlar qabul qilish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Shu tariqa, ular dunyoning barqaror rivojlanishiga va kelajak avlodlar uchun toza va sog'lom atrof-muhitni saqlashga o'z hissalarini qo'shadilar.

4.2. Sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili. Ma'lumotlar asosida yadro strukturaviy tahlil.

Biz yashayotgan davr raqamli texnologiyalar asri bo'lib, ular inson faoliyatining barcha sohalarini, jumladan, geologik tadqiqotlarni ham tubdan o'zgartirmoqda. Bugungi kunda geologik tadqiqotlar natijasida yig'iladigan ma'lumotlar hajmi misli ko'rilmagan darajada o'sib bormoqda. Masofadan zondlash texnologiyalari, yer osti 3D seysmik tadqiqotlar, quduq karotajlari, geokimyoviy tahlillar – bularning barchasi terabaytlarcha ma'lumotlar hosil qiladi. Bu ma'lumotlarni samarali tahlil qilish uchun esa sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili (Big Data Analytics) texnologiyalari tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Sun'iy intellekt (SI) deganda, kompyuter tizimlarining insonga xos bo'lgan aqliy faoliyatni, jumladan, o'rganish, mantiqiy fikrlash va muammolarni mustaqil hal qilishni amalga oshiruvchi texnologiyalar tushuniladi. Mashinali o'rganish (Machine Learning) esa SIning asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, kompyuter tizimlarining aniq dasturlashtirilmagan holda ham ma'lumotlardan o'rganish va natijalarni yaxshilash qobiliyatini rivojlantiradi.

Katta ma'lumotlar (Big Data) konsepsiyasi odatda "3V" modeli orqali tushuntiriladi: hajm (Volume), tezlik (Velocity) va xilma-xillik (Variety). Zamonaviy geologik tadqiqotlarda yig'iladigan ma'lumotlar aynan shu uch xususiyatga ega: ular juda katta hajmli, tez o'zgaruvchan va xilma-xil turdagi ma'lumotlardir.

Geologik sohada sun'iy intellektning qo'llanilishi kengayib bormoqda. Mineral resurslarni qidirish va bashorat qilish, yer osti suvlarini monitoring qilish, neft va gaz konlarini topish, geologik xavflarni aniqlash va oldini olish – bularning barchasida SI algoritmlari tobora muhim rol o'ynamoqda.

Yadro strukturaviy tahlil usullari esa, xususan, yadro magnit rezonans (YAMR) spektroskopiyasi va boshqa yadroviy usullar geologik tadqiqotlarda noyob imkoniyatlar yaratmoqda. Bu usullar yordamida tog' jinslari va minerallarning molekulyar darajadagi strukturasi, qovushqoq suyuqliklar xususiyatlarini, neft va gaz uyumlarining filtratsion xossalarini o'rganish mumkin.

Keling, geologik tadqiqotlarda sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilining asosiy qo'llanish yo'nalishlarini ko'rib chiqaylik.

Mineral resurslarni qidirish va bashorat qilishda sun'iy intellekt algoritmlari asosiy geologik ma'lumotlar (geokimyoviy, geofizik, strukturaviy) asosida potensial konlarning joylashuvini bashorat qilishda qo'llaniladi. Neyron tarmoqlari, chuqur o'rganish algoritmlari, tasniflash algoritmlari kabi mashinali o'rganish usullari yillar davomida yig'ilgan ma'lumotlardan mavjud konlar uchun xarakterli bo'lgan naqshlarni aniqlab, yangi hududlarda o'xshash naqshlarni topishga yordam beradi.

Masalan, Kanadaning Goldspot Discoveries kompaniyasi sun'iy intellekt orqali oltin konlarini bashorat qilish dasturini ishlab chiqqan, bu dastur geokimyoviy tahlillar, geofizik o'lchovlar, geologik xaritalar va boshqa ma'lumotlarni tahlil qilib, yuqori potentsialli hududlarni aniqlaydi. Bu esa qidiruv ishlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi va xarajatlarni kamaytiradi.

Neft va gaz sanoatida sun'iy intellekt seysmik ma'lumotlarni tahlil qilish, quduqlarni burg'ulash nuqtalarini optimallashtirish, uyumlarning 3D modellarini yaratish, qazib olish jarayonlarini optimallashtirish va texnik muammolarni oldindan bashorat qilishda qo'llaniladi. Mashinali o'rganish algoritmlari seysmik tasvirlardan avtomatik ravishda uyumlar chegaralarini, yer yoriqlarini va fatsial o'zgarishlarni aniqlab, geologlarning ishini yengillashtiradi.

Katta neft kompaniyalari, masalan, Shell, BP, Total o'z tadqiqotlarida sun'iy intellekt texnologiyalariga milliardlab dollar sarmoya kiritmoqda. Bulutli hisoblash texnologiyalari va katta ma'lumotlar tahlili usullari yordamida ular neft va gaz qidiruv jarayonlarini tezlashtirish, xatolarni kamaytirish va samaradorlikni oshirishga erishmoqdalar.

Geologik xavflarni bashorat qilish va oldini olishda ham sun'iy intellekt muhim rol o'ynamoqda. Zilzilalar, yer ko'chkilari, vulqon otilishlari, sel oqimlari kabi tabiiy ofatlarni bashorat qilishda mashinali o'rganish algoritmlari qimmatli vositaga aylanmoqda. Bu algoritmlar seysmik faollik, yog'ingarchilik, yer yuzasi deformatsiyasi va boshqa ko'rsatkichlar bo'yicha real vaqtda ma'lumotlarni tahlil qilib, potensial xavflarni aniqlaydi va ogohlantirish signallarini beradi.

Masalan, Yaponiya, AQSH va Xitoy kabi mamlakatlarda zilzilalarni bashorat qilish tizimlari tobora takomillashtirilmoqda. Google kompaniyasi esa o'zining AI Earthquake Prediction loyihasida chuqur o'rganish algoritmlarini qo'llab, zilziladan oldingi seysmik faollikdagi nozik o'zgarishlarni aniqlash ustida ishlamoqda.

Yer osti suvlari monitoringi va boshqarishda ham sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili qo'llanilmoqda. Mashinali o'rganish algoritmlari yordamida yer osti suvlari sifati, miqdori va harakatini bashorat qilish modellari yaratilmoqda. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari, yer usti va yer osti suv sathi o'lchovlari, geologik ma'lumotlar va iqlim ma'lumotlari asosida SI algoritmlari yer osti suvlarining holatini va ularga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qiladi.

Yadro strukturaviy tahlil usullarining geologik tadqiqotlarda qo'llanilishi alohida e'tiborga loyiq. Bular orasida yadro magnit rezonans (YAMR) spektroskopiyasi ayniqsa muhim ahamiyatga ega.

YAMR spektroskopiyasi – bu moddalardagi ayrim atom yadrolari magnit maydonida o'z xususiyatlarini o'zgartirishiga asoslangan tahlil usuli. Geologiyada bu usul, asosan, tog' jinslarining g'ovaklik darajasini aniqlash, flyuidlar tarkibini o'rganish va neft-gaz uyumlarining filtratsion xususiyatlarini baholash uchun qo'llaniladi.

Neft va gaz sanoatida YAMR karotaji (Nuclear Magnetic Resonance Logging) keng qo'llaniladi. Bu usul yordamida burg'u quduqlarida tog' jinslarining g'ovakligi, o'tkazuvchanligi, neft va suv to'yinganligini aniqlash mumkin. YAMR karotaji natijasida olingan ma'lumotlarni sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilish esa yanada to'liq va aniq natijalar beradi.

YAMR spektroskopiyasi shuningdek, mineralogik tadqiqotlarda ham qo'llaniladi. Bu usul yordamida minerallarning kristall strukturasi, ularda suv molekulalarining joylashuvini va boshqa muhim parametrlarni o'rganish mumkin. Masalan, gil minerallari, seolitlar, fosfatlar kabi murakkab minerallarning strukturasi o'rganishda YAMR spektroskopiyasi qimmatli ma'lumotlar beradi.

Geologik tadqiqotlarda sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilining qo'llanilishida quyidagi texnologik yondashuvlar muhim ahamiyatga ega:

1. **Chuqur o'rganish (Deep Learning)** algoritmlari, ayniqsa konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) va rekurrent neyron tarmoqlari (RNN) geologik tasvirlar, seysmik ma'lumotlar va vaqt qatorlarini tahlil qilishda keng qo'llanilmoqda. Masalan, konvolyutsion neyron tarmoqlari sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan geologik strukturalarni, minerallashgan zonalarini va yer qobig'idagi deformatsiyalarni aniqlashda samarali ishlaydi.

2. **Mustaqil o'rganish (Unsupervised Learning)** usullari, jumladan klasterlash algoritmlari (K-means, DBSCAN) va asosiy komponentlar tahlili (PCA), geologik ma'lumotlarni guruhlariga ajratish va ma'lumotlardagi yashirin bog'liqliklarni aniqlashda qo'llaniladi. Bu usullar yordamida katta hajmdagi ma'lumotlardan qimmatli bilimlarni ajratib olish mumkin.

3. **Ansambl usullar (Ensemble Methods)**, masalan, tasodifiy o'rmonlar (Random Forests), gradiyent busting (Gradient Boosting) va boshqalar geologik bashoratlarning aniqligini oshirishda qo'llaniladi. Bu usullar bir nechta modellarning natijalarini birlashtirib, yanada ishonchli bashoratlar yaratadi.

4. **Genomakonli ma'lumotlar (Geospatial Data) tahlili** uchun maxsus algoritmlar va vositalar ishlab chiqilmoqda. Bu texnologiyalar yordamida sun'iy yo'ldosh tasvirlari, aerofotosuratlar, GIS ma'lumotlari va boshqa fazoviy ma'lumotlarni integratsiyalash va kompleks tahlil qilish mumkin.

5. **Blokcheyn texnologiyalari** geologik ma'lumotlar yaxlitligini ta'minlash va ularni xavfsiz saqlashda qo'llanilmoqda. Bu texnologiyalar yordamida ma'lumotlar manipulyatsiyasini oldini olish va tadqiqot natijalarining ishonchliligini oshirish mumkin.

Hozirgi vaqtda geologik tadqiqotlarda sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilining qo'llanilishi quyidagi yo'nalishlarda faol rivojlanmoqda:

Giperspektral va multispektral tasvirlar tahlili bugungi kunda sun'iy intellekt algoritmlari yordamida avtomatlashtirilmoqda. Bu texnologiyalar yordamida minerallar tarqalishi, tog' jinslari tarkibi, tuproq namligi va boshqa muhim parametrlarni masofadan aniqlash mumkin. Chuqur o'rganish algoritmlari spektral signaturalar asosida minerallarni avtomatik ravishda identifikatsiya qilib, mineral xartalarini yaratishda qo'llanilmoqda.

Buyumlar interneti (IoT) texnologiyalari geologik monitoring tizimlarida tobora keng qo'llanilmoqda. Sensorlar tarmoqlari yer yuzasi deformatsiyasi, seysmik faollik, yer osti suvlari sathi, atmosferadagi gazlar tarkibi kabi ko'rsatkichlarni real vaqtda kuzatib boradi. Bu sensorlardan olingan ma'lumotlar katta ma'lumotlar tahlili va sun'iy intellekt algoritmlari yordamida qayta ishlanadi.

Dronlar va avtonom robotlar geologik tadqiqotlarda tobora ko'proq qo'llanilmoqda. Sun'iy intellekt va kompyuter ko'rish texnologiyalari bilan jihozlangan dronlar va robotlar xavfli hududlarni tadqiq qilish, mineral qidirish, geologik xaritalash va ekologik monitoring ishlarini amalga oshirish imkonini beradi. Bu texnologiyalar yordamida olingan ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlari tomonidan real vaqtda qayta ishlanadi.

Raqamli egizaklar (Digital Twins) texnologiyasi geologik obyektlarning raqamli modellarini yaratishda qo'llanilmoqda. Bu texnologiya yordamida konlarning, neft-gaz uyumlarining, yer osti suvlari havzalarining virtual nusxalarini yaratib, ularda turli ssenariylarni modellashtirish mumkin. Raqamli egizaklar real vaqtda yangilanib boradi va qarorlar qabul qilish jarayonlarida muhim ahamiyat kasb etadi.

Kvant hisoblash (Quantum Computing) texnologiyasi geologik modellashtirish va bashorat qilishda muammolarni hal qilishning yangi imkoniyatlarini

ochib bermoqda. Bu texnologiya ayniqsa murakkab geologik jarayonlarni modellashtirish, katta hajmdagi ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish va optimallashtirish masalalarini yechishda foydali bo'lishi mumkin. Kvant hisoblash va sun'iy intellekt texnologiyalarining integratsiyasi esa geologik tadqiqotlarni yangi bosqichga olib chiqishi kutilmoqda.

Geologik tadqiqotlarda sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilini qo'llashda yuzaga keladigan muammolar va cheklovlar ham mavjud. Bular orasida:

1. **Ma'lumotlar sifati va standartlashtirish muammolari** – ko'pincha geologik ma'lumotlar turli manbalardan, turli formatlarda va turli sifatda keladi, bu esa ularni birlashtirish va tahlil qilishni qiyinlashtiradi.

2. **Ma'lumotlar yetishmasligi** – ayrim hollarda mashinali o'rganish algoritmlarini o'rgatish uchun yetarli miqdorda trening ma'lumotlari mavjud emas, ayniqsa noyob geologik sharoitlar uchun.

3. **Mutaxassislar tayyorlash muammosi** – ham geologiya, ham sun'iy intellekt sohasida chuqur bilimga ega mutaxassislarning yetishmasligi.

4. **Yuridik va etik masalalar** – ma'lumotlar xavfsizligi, shaxsiy ma'lumotlar himoyasi, intellektual mulk huquqlari kabi masalalar.

5. **Tushuntirish imkoniyati (explainability)** – ko'pgina chuqur o'rganish algoritmlari "qora quti" tamoyili bo'yicha ishlaydi, ya'ni ularning qanday qaror qabul qilganini tushunish qiyin, bu esa geologik tadqiqotlarda muhim qarorlarni qabul qilishda muammo tug'dirishi mumkin.

Shunga qaramay, geologik tadqiqotlarda sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilining qo'llanilishi jadal sur'atlarda rivojlanib bormoqda. Bu texnologiyalar mineral resurslarni qidirish va o'zlashtirish samaradorligini oshirish, geologik xavflarni bashorat qilish va oldini olish, ekologik monitoring va boshqa muhim vazifalarni hal qilishda tobora muhimroq rol o'ynamoqda.

Sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlilining geologik tadqiqotlarda qo'llanilishi kelajakda quyidagi yo'nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda:

• **Avtonomlashtirilgan geologik tadqiqotlar** – sun'iy intellekt algoritmlari bilan boshqariladigan avtonom robotlar va dronlar yordamida geologik tadqiqotlarni amalga oshirish.

• **To'liq integratsiyalashgan ma'lumotlar platformalari** – turli manbalardan olingan geologik ma'lumotlarni birlashtiradigan va real vaqtda tahlil qiladigan yagona platformalarni yaratish.

• **Generativ sun'iy intellekt (Generative AI)** – yangi geologik modellarni yaratish, farazlarni tezkor tekshirish va alternativ ssenariylarni generatsiya qilish uchun.

Ijtimoiy-iqtisodiy omillarni hisobga olgan geologik bashorat modellari – faqat tabiiy omillarni emas, balki ijtimoiy-iqtisodiy omillarni ham hisobga oladigan kompleks bashorat modellarini yaratish.

Sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili texnologiyalari geologik tadqiqotlarning barcha bosqichlarida – ma'lumotlar yig'ishdan boshlab, ularni tahlil qilish, modellashtirish va qarorlar qabul qilishgacha – muhim rol o'ynamoqda. Yadro strukturaviy tahlil usullari esa geologik obyektlarning molekulyar darajadagi tuzilishini o'rganishda qimmatli ma'lumotlar beradi.

Bu texnologiyalar geologlarga ma'lumlardan yangi bilimlarni ajratib olish, murakkab geologik jarayonlarni tushunish va ishonchli bashoratlar qilish imkonini beradi. Natijada, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, geologik xavflarni samarali boshqarish va ekologik muammolarni hal qilish samaradorligi sezilarli darajada oshadi.

Shuning uchun, zamonaviy geolog mutaxassislar nafaqat geologiya fani, balki sun'iy intellekt, katta ma'lumotlar tahlili va raqamli texnologiyalar sohasida ham bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlari muhim ahamiyat kasb etadi. Bu sohada malaka oshirish va yangi texnologiyalarni o'zlashtirish orqali siz geologiya sohasining kelajagini yaratishda faol ishtirok etishingiz mumkin.

4.3.Prognozlashning aniq modellarini yaratish.

Yer qobig'ida foydali qazilmalar konlarini topish, geologik xatarlarni oldindan aniqlash, yer osti suvlari harakatini bashorat qilish va boshqa geologik jarayonlarni modellashtirish uchun ishlatiladigan muhim ilmiy-amaliy yo'nalishdir. Zamonaviy geologiya fani va amaliyotida prognozlash modellari tobora muhim ahamiyat kasb etib bormoqda, chunki ular geolog mutaxassislarga ma'lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish, resurslardan oqilona foydalanish va geologik xavflarni samarali boshqarish imkonini beradi.

Geologik prognozlash modellari – bu tarixiy geologik ma'lumotlar asosida kelajakdagi geologik hodisalar, foydali qazilmalar taqsimoti yoki yer osti tuzilishini bashorat qilish imkonini beruvchi matematik algoritmlar, statistik usullar va kompyuter dasturlari to'plamidir. Bu modellar nafaqat akademik tadqiqotlarda, balki neft-gaz sanoati, konchilik, gidrogeologiya, muhandislik geologiyasi, ekologik geologiya kabi amaliy sohalarda ham keng qo'llanilmoqda.

Geologiyada prognozlash modellari yaratish – bu murakkab jarayon bo'lib, unda geologik bilimlar, matematik modellashtirish, statistika, geoinformatika va sun'iy intellekt texnologiyalari uyg'unlashadi. Bunday modellar yordamida biz geologik muhitning xususiyatlari va jarayonlarini tushunish, ularni tizimli ravishda tahlil qilish va kelajakdagi o'zgarishlarni bashorat qilish imkoniga ega bo'lamiz.

Geologik prognozlash modellarining ahamiyati haqida gapiradigan bo'lsak, ular quyidagi maqsadlarda qo'llaniladi:

1. Foydali qazilmalar konlarini qidirish va bashorat qilish – ma'lumotlarga asoslangan bashorat modellari yordamida foydali qazilmalar konlari joylashishi mumkin bo'lgan istiqbolli hududlarni aniqlash.

2. Geologik xavflarni (zilzilalar, yer ko'chkilari, vulqon otilishlari) bashorat qilish – geologik va geofizik ma'lumotlarga asoslangan modellar yordamida xavfli geologik jarayonlarni oldindan aniqlash va ularning oqibatlarini baholash.

3. Yer osti suvlarining harakatini va sifatini bashorat qilish – gidrogeologik modellar yordamida yer osti suvlari harakatini, sathini va sifatini bashorat qilish.

4. Neft va gaz konlarining ishlab chiqarish xususiyatlarini bashorat qilish – rezervuar modellari yordamida uglevodorod zahiralar hajmini, qazib olish sur'atlarini va usullarini optimallashtirish.

5. Iqlim o'zgarishi ta'sirini geologik muhitga bashorat qilish – iqlim o'zgarishi ssenariylari asosida geologik muhit o'zgarishlarini (qirg'oq chizig'ining o'zgarishi, muz qatlamlarining erishi va boshq.) modellashtirish.

Geologik prognozlash modellarining asosiy turlarini ko'rib chiqaylik:

1. Deterministik modellar – bu modellar fizik qonunlar va matematik tenglamalar asosida geologik jarayonlarni tavsiflaydi. Masalan, yer osti suvlari harakati uchun Darsi qonuni asosidagi modellar, tog' jinslarining mexanik xususiyatlarini tavsiflovchi modellar, issiqlik o'tkazuvchanlik modellari va boshqalar. Bu modellar aniq fizik parametrlarga asoslangan bo'lib, geologik jarayonlarning fundamental mexanizmlarini tushunishga yordam beradi.

2. Statistik modellar – bu modellar geologik ma'lumotlar o'rtasidagi statistik bog'liqliklarni aniqlash va ular asosida bashorat qilishga asoslangan. Regression tahlil, klaster tahlil, diskriminant tahlil, vaqt qatorlari tahlili, variogramma tahlili va boshqa statistik usullar geologik prognozlashda keng qo'llaniladi. Bu modellar ma'lumotlarda mavjud bo'lgan qonuniyatlarni aniqlash va ularni kelajakka ekstrapolyatsiya qilish imkonini beradi.

3. Geostatistik modellar – bu modellar geologik ma'lumotlarning fazoviy taqsimotini hisobga oluvchi maxsus statistik usullarga asoslangan. Kriging, indikator kriging, ko-kriging, simulyatsiya usullari orqali geologik xususiyatlarning fazoviy tarqalishini bashorat qilish imkonini beradi. Bu usullar ayniqsa kon geologiyasida, zaxiralarni baholashda, va foydali qazilmalar sifatini bashorat qilishda keng qo'llaniladi.

4. Mashinali o'rganish va sun'iy intellekt modellari – bu zamonaviy kompyuter texnologiyalari asosida ishlovchi modellar bo'lib, ular avtomatik ravishda ma'lumotlardan qonuniyatlarni aniqlash va murakkab geologik munosabatlarni modellashtirish imkonini beradi. Neyron tarmoqlari, qaror daraxtlari, tasodifiy

o'rmonlar, gradiyent busting, tayanch vektorlar mashinalari (SVM) kabi usullar geologik bashorat masalalarini yechishda tobora kengroq qo'llanilmoqda.

5. Gibril (aralash) modellar – bu yuqoridagi modellarning kombinatsiyasi bo'lib, har bir model turining afzalliklaridan foydalanish imkonini beradi. Masalan, fizik qonunlarga asoslangan modellarni statistik yoki mashinali o'rganish usullari bilan birlashtirish orqali yanada aniqroq bashoratlarga erishish mumkin.

Endi geologik prognozlash modellarini yaratish bosqichlarini batafsil ko'rib chiqamiz:

Birinchi bosqich – muammoni aniqlash va maqsadlarni belgilash. Bu bosqichda qanday geologik jarayonni bashorat qilmoqchi ekanligimizni, prognozlash maqsadini, foydalanuvchilar ehtiyojlarini va modeldan kutilayotgan natijalarni aniq belgilab olishimiz kerak. Masalan, maqsadimiz foydali qazilmalar konlarining potensial joylashuvini aniqlashmi, yer ko'chkisi xavfini bashorat qilishmi yoki neft koni zahiralarni baholashmi – buni aniqlashtirib olishimiz zarur.

Ikkinchi bosqich – ma'lumotlarni yig'ish va tayyorlash. Geologik prognozlash modellari uchun ma'lumotlarning sifati va ishonchliligi juda muhim. Bu bosqichda dala tadqiqotlari, burg'ilash, geofizik tadqiqotlar, geokimyoviy tahlillar, masofadan zondlash (remote sensing), GIS ma'lumotlari kabi turli manbalardan ma'lumotlarni yig'ish amalga oshiriladi. Ma'lumotlarni tozalash, hamoxanglikni ta'minlash, yo'qolgan qiymatlarni to'ldirish, anomaliyalarni aniqlash va bartaraf etish, ma'lumotlarni normallashtirish kabi jarayonlar ham bu bosqichda amalga oshiriladi.

Uchinchi bosqich – konseptual model yaratish. Bu bosqichda geologik muhitning konseptual modeli yaratiladi – ya'ni geologik tuzilishlar, ularning o'zaro munosabatlari, muhim geologik jarayonlar va mexanizmlar aniqlanadi. Konseptual model geologik bilimlar, tadqiqot natijalari va ekspert fikrlariga asoslangan holda yaratiladi va keyingi matematik modellashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

To'rtinchi bosqich – model turini tanlash va modelni qurish. Bu bosqichda muammo turiga va mavjud ma'lumotlarga mos prognozlash modeli turi tanlanadi. Yuqorida sanab o'tilgan modellar (deterministik, statistik, geostatistik, mashinali o'rganish va gibril modellar) orasidan eng mosini tanlash yoki ularning kombinatsiyasini qo'llash mumkin. Modelni qurish jarayonida kerakli parametrlarni aniqlash, model tuzilishini optimallashtirish, modelni o'rgatish (mashinali o'rganish modellari uchun) va boshqa zarur sozlashlar amalga oshiriladi.

Beshinchi bosqich – modelni validatsiya qilish va kalibrovka. Bu bosqichda yaratilgan model test ma'lumotlari yordamida tekshiriladi. Modelning bashorat qilish aniqligi turli metrikalar yordamida baholanadi. Agar modelning aniqligi yetarli darajada bo'lmasa, model parametrlarini sozlash, qo'shimcha ma'lumotlar kiritish yoki boshqa model turini tanlash orqali takomillashtirish amalga oshiriladi. Modelni kalibrovka qilish jarayonida model parametrlari real kuzatuv ma'lumotlariga moslashtiriladi.

Oltinchi bosqich – modelni qo‘llash va natijalarni talqin qilish. Validatsiya qilingan va kalibrovka qilingan model asosida bashoratlar amalga oshiriladi. Olingan natijalar geologik nuqtai nazardan talqin qilinadi, xaritalar, kesmalar, grafiklar va boshqa vizualizatsiyalar orqali natijalar taqdim etiladi. Natijalarning noaniqlik darajasi va ishonchlilik oraliqlari ham baholanadi.

Yettinchi bosqich – modelni monitoring qilish va yangilash. Geologik prognozlash modellari statik emas, balki dinamik bo‘lishi kerak. Yangi ma’lumotlar paydo bo‘lishi bilan modelni yangilab borish, uning aniqligini muntazam ravishda nazorat qilib turish muhim. Shuningdek, geologik konsepsiyalar va tushunchalar o‘zgarishi, yangi metodologiyalar paydo bo‘lishi bilan modelni takomillashtirib borish zarur.

Geologik prognozlash modellarini yaratishda qo‘llaniladigan zamonaviy usullar va texnologiyalarni ko‘rib chiqaylik:

1. Geoinformatsion tizimlar (GIS) va fazoviy tahlil. GIS texnologiyalari geologik ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish imkonini beradi. Fazoviy tahlil usullari yordamida geologik obyektlar va hodisalar o‘rtasidagi fazoviy munosabatlarni o‘rganish, geologik xaritalarni yaratish va tahlil qilish mumkin. ESRI ArcGIS, QGIS, MapInfo kabi dasturlar geologik prognozlashda keng qo‘llaniladi.

2. 3D geologik modellashtirish. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari Yer qa’rining uch o‘lchamli modellarini yaratish imkonini beradi. 3D modellashtirish dasturlari (Petrel, Leapfrog, GOCAD, Micromine, Surpac) yordamida geologik strukturalar, kon tanalari, yer osti suvlari havzalari va boshqa geologik obyektlarning fazoviy tuzilishini modellashtirish mumkin. Bu modellar bashorat qilish va resurslarni baholash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

3. Mashinali o‘rganish va chuqur o‘rganish (Deep Learning). Mashinali o‘rganish algoritmlari geologik ma’lumotlardan avtomatik ravishda qonuniyatlarni aniqlash va kelajakdagi holatlarni bashorat qilish imkonini beradi. Konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), takroriy neyron tarmoqlari (RNN), transformerlar kabi chuqur o‘rganish arxitekturalari geologik tasvirlarni tahlil qilish, vaqt qatorlarini bashorat qilish va murakkab geologik munosabatlarni modellashtirishda qo‘llanilmoqda. Tensorflow, PyTorch, Scikit-learn kabi dasturiy vositalar bu algoritmlarni amalga oshirish imkonini beradi.

4. Tasodifiy maydon (Random Field) modellashtirishi va Monte-Karlo simulyatsiyasi. Bu usullar geologik xususiyatlarning fazoviy o‘zgaruvchanligini va noaniqliklarni modellashtirish imkonini beradi. Monte-Karlo simulyatsiyasi yordamida turli xil geologik ssenariylarni generatsiya qilish va ularning ehtimolini baholash mumkin. Bu usullar ayniqsa resurslarni baholash va xatarlarni tahlil qilishda muhim.

5. Bulutli hisoblash va katta ma’lumotlar (Big Data) texnologiyalari. Geologik ma’lumotlar hajmi tobora ortib bormoqda, ayniqsa seysmik tadqiqotlar,

masofadan zondlash, burg'ilash ma'lumotlari va boshqa manbalar hisobiga. Bulutli hisoblash platformalari (AWS, Google Cloud, Microsoft Azure) va katta ma'lumotlarni qayta ishlash vositalari (Hadoop, Spark) bunday katta hajmdagi ma'lumotlarni samarali tahlil qilish imkonini beradi.

6. Buyumlar interneti (IoT) va real vaqtdagi monitoring tizimlari. Sensorlar, dronlar, sun'iy yo'ldoshlar va boshqa buyumlar interneti qurilmalari yordamida geologik jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish va tahlil qilish mumkin. Bu texnologiyalar ayniqsa vulqonlar faolligini, yer siljishlarini, yer osti suvlari sathini va boshqa dinamik geologik jarayonlarni monitoring qilish va bashorat qilishda muhim.

7. Dasturiy ta'minot va ixtisoslashtirilgan platformalar. Bugungi kunda geologik modellashtirish va prognozlash uchun ko'plab maxsus dasturiy vositalar mavjud: Petrel, RockWorks, GeoModeller, FEFLOW, MODFLOW, TOUGH2, FRACMAN va boshqalar. Bu dasturlar geologlarga turli xil geologik muammolarni modellashtirish va bashorat qilish imkonini beradi.

Geologik prognozlash modellarini yaratishda yuzaga keladigan asosiy muammolar va ularni hal qilish yo'llarini ko'rib chiqaylik:

1. Ma'lumotlar yetishmasligi va notekis taqsimlanishi muammosi. Geologik ma'lumotlar odatda notekis taqsimlangan bo'ladi – ba'zi hududlar batafsil o'rganilgan bo'lsa, boshqalari haqida ma'lumotlar juda kam. Bu muammoni hal qilish uchun quyidagi yondashuvlar qo'llaniladi:

- Geostatistik interpolatsiya usullari (kriging, ko-kriging) orqali cheklangan ma'lumotlardan foydalanib, kengroq hududlar uchun bashoratlar yaratish
- Masofadan zondlash ma'lumotlari (sputnik tasvirlari, aerogeofizik ma'lumotlar) yordamida to'g'ridan-to'g'ri ma'lumotlar yetishmaydigan hududlarni o'rganish
- Qo'shimcha ma'lumotlar manbalaridan (tarixiy tadqiqotlar, ochiq ma'lumotlar bazalari) foydalanish
- Ma'lumotlarni yig'ish strategiyasini optimallashtirish – eng muhim hududlarda qo'shimcha tadqiqotlar o'tkazish

2. Geologik muhitning murakkabligi va geterogenligi muammosi. Geologik muhit juda murakkab va geterogen bo'lib, uni to'liq modellashtirish qiyin. Bu muammoni hal qilish yo'llari:

- Multimasshtabli yondashuv – turli masshtablarda modellashtirish (global, regional, lokal)
- Geologik domenlar bo'yicha ajratib modellashtirish – butun hududni nisbatan gomogen domenlarga bo'lib, har bir domen uchun alohida modellar yaratish
- Gibrid modellashtirish – deterministik va statistik yondashuvlarni birlashtirish

- Stoxastik modellashtirish – noaniqliklarni hisobga olish uchun ko‘p variantli modellar yaratish

- **Noaniqliklarni baholash va boshqarish muammosi.** Geologik prognozlashda har doim noaniqliklar mavjud bo‘ladi, ularni to‘g‘ri baholash va boshqarish muhim. Buni hal qilish yo‘llari:

- Bayyes statistikasi usullari yordamida noaniqliklarni miqdoriy baholash
- Monte-Karlo simulyatsiyasi orqali turli ssenariylarni modellashtirish
- Sezuvchanlik tahlili (sensitivity analysis) – model parametrlarini o‘zgartirib, natijalar o‘zgarishini o‘rganish
- Noaniqlik xaritalarini yaratish – bashorat qilingan qiymatlar bilan birga, ularning noaniqlik darajasini ham ko‘rsatish

3. **Ma’lumotlarning sifati va ishonchliligi muammosi.** Geologik ma’lumotlar sifati turli xil sabablarga ko‘ra (o‘lchash xatolari, o‘rnatish xatolari, namunalarning reprezentativligi) farq qilishi mumkin. Bu muammoni hal qilish yo‘llari:

- Ma’lumotlarning sifatini nazorat qilish tizimlari (QA/QC) joriy etish
- Ma’lumotlarni filtrlash va tozalash algoritmlarini qo‘llash
- Ma’lumotlarga ishonchlilik og‘irliklari berish – sifatli ma’lumotlarga ko‘proq e’tibor berish
- Robast statistik usullardan foydalanish – anomaliyalarga kamroq ta’sirchan bo‘lgan usullar

4. **Murakkab modellarni interpretatsiya qilish muammosi.** Mashinali o‘rganish kabi murakkab modellar "qora quti" sifatida ishlaydi va ularning natijalarini geologik nuqtai nazardan tushuntirish qiyin bo‘lishi mumkin. Bu muammoni hal qilish yo‘llari:

- Interpretatsiya qilinadigan mashinali o‘rganish (Interpretable ML) usullaridan foydalanish
- SHAP (Shapley Additive exPlanations) va LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) kabi texnologiyalar yordamida modellar qarorlarini tushuntirish
- Belgilarning muhimlik darajasini (feature importance) tahlil qilish
- Geologik ekspertlarni model natijalarini talqin qilish jarayoniga jalb qilish

Nazorat savollari:

1. Geologik prognozlash modellarining asosiy turlarini sanab, ulardan birining geologiyadagi amaliy qo‘llanilish sohalarini batafsil tavsiflab bering.

2. Foydali qazilmalar konlarini bashorat qilish uchun prognozlash modelini yaratish jarayonini bosqichma-bosqich tavsiflang. Qanday ma'lumotlar, usullar va texnologiyalar talab etiladi?
3. Noyob elementlar konsentratsiyasini aniqlashda qanday geokimyoviy va nano-texnologik usullar qo'llaniladi va ular ekologik xavflarni kamaytirishda qanday rol o'ynaydi?
4. Sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili yordamida geologik ma'lumotlardan foydalanishning afzalliklari nimada va yadro strukturaviy tahlilda bu texnologiyalar qanday qo'llaniladi?
5. Prognozlashning aniq modellarini yaratishda geostatistik, matematik va kompyuterli modellashtirish usullari qanday uyg'unlashtiriladi?
6. Ekologik xavflarni kamaytirish maqsadida foydali qazilmalarni qazib olish jarayonida resurslarni kompleks o'zlashtirish va chiqindilarni qayta ishlashning ahamiyatini izohlang.
7. Geologik jarayonlarni prognozlashda sun'iy intellekt asosidagi modellar klassik an'anaviy usullardan qaysi jihatlari bilan ustun turadi?

IV.AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-amaliy mashg‘ulot: Geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlarni taqdim etish

Geologik tuzilmalarni kartalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi tasvirlardan foydalanish amaliy mashg‘ulot shaklida tinglovchilarga aniq ko‘nikma beradi. Bunda asosiy maqsad kosmik suratlar, dron orqali olingan aerofotosuratlar yoki masofadan zondlash ma’lumotlari yordamida yer osti va yer usti geologik tuzilmalarini aniqlash hamda ularni xaritaga tushirishdan iboratdir. Mashg‘ulot davomida tinglovchilarga avvalo yuqori aniqlikdagi tasvirlarning geologiyada tutgan o‘rni tushuntiriladi, ya’ni bunday ma’lumotlar qatlamlarning yo‘nalishi, uzilishlar, yoriqlar, intruziyalar va cho‘kindi tuzilmalarni aniqlash imkonini berishi ko‘rsatiladi. Keyin ularga amaliy ish sifatida biror hududga oid sun’iy yo‘ldosh tasviri yoki dron orqali olingan rasm taqdim etilib, uni GIS dasturiga yuklash, koordinatalar bilan moslashtirish va undagi asosiy geologik elementlarni aniqlash topshiriladi. Tinglovchilar qatlamlarning chegaralari, uzilish chiziqlari va boshqa strukturalarni belgilar yordamida chizib chiqadilar va alohida qatlamlar sifatida saqlaydilar. Ushbu qatlamlar asosida tayyorlangan geologik xarita vizual formatda (PDF yoki JPG) eksport qilinadi va natijalar taqdim etiladi. Yakunda esa mashg‘ulotdan olingan bilimlarni mustahkamlash uchun tinglovchilardan o‘z hududidan yoki qiziqish bildirgan joydan yuqori aniqlikdagi tasvir topib, mustaqil tarzda geologik tuzilmani ajratish va xaritaga tushirish topshirig‘i beriladi. Shu tarzda, qisqa vaqt ichida tinglovchilar yuqori aniqlikdagi tasvirlardan geologik tuzilmalarni kartalashtirish, ularni raqamlashtirish va natijani ilmiy-amaliy ko‘rinishda taqdim etish ko‘nikmasiga ega bo‘ladilar.

2-amaliy mashg‘ulot: Potensial foydali maydonlarni aniqlash va inson xatosini kamaytirish usullari.

Potensial foydali maydonlarni aniqlash va inson xatosini kamaytirish usullariga bag‘ishlangan amaliy mashg‘ulot tinglovchilarga geologik qidiruv va resurslarni baholash jarayonida zamonaviy texnologiyalarni to‘g‘ri qo‘llashni o‘rgatishga qaratiladi. Mashg‘ulot davomida ularga masofadan zondlash, geofizik va geokimyoviy tahlillar, GIS va 3D modellash dasturlaridan foydalanish ko‘rsatib beriladi. Tinglovchilarga amaliy topshiriq sifatida ma’lum bir hududga oid kosmik surat yoki geologik ma’lumotlar bazasi beriladi va ular GIS dasturiga yuklanadi. Bu ma’lumotlar asosida foydali qazilmalar yig‘ilishi ehtimoli yuqori bo‘lgan zonalar ajratiladi, masalan, mineralizatsiya belgilari, relyefdagi o‘zgarishlar yoki geofizik anomaliyalar aniqlanadi. Shu jarayonda inson xatosini kamaytirish uchun avtomatlashtirilgan algoritmlar, geostatistik tahlil va sun’iy intellekt usullaridan foydalanish tavsiya qilinadi. Tinglovchilar ushbu usullar yordamida aniqlangan zonalar xaritada belgilab,

qatlamlarni alohida layer sifatida yaratadilar va natijani taqdimot shaklida ko'rsatadilar. Mashg'ulot yakunida har bir ishtirokchiga mustaqil topshiriq berilib, ular boshqa hudud bo'yicha mavjud ma'lumotlardan foydalangan holda potensial foydali maydonni aniqlash, inson omili bilan bog'liq xatolarni minimallashtirish va natijani ilmiy izoh bilan taqdim etishlari talab etiladi. Shu tariqa qisqa amaliy mashg'ulot orqali tinglovchilar foydali qazilmalarni aniqlashda samaradorlikni oshirish va inson xatosini kamaytirish usullarini bevosita amalda sinab ko'rish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

3-amaliy mashg'ulot: Geokimyoviy tadqiqot usullari. Nano-texnologiyalar asosida rivojlangan zamonaviy asbob-uskunalar va tog' jinslari tarkibini molekulyar darajada o'rganish. Yashirin va chuqur qatlamlarni aniqlash.

Geokimyoviy tadqiqot usullari, nano-texnologiyalar asosida rivojlangan zamonaviy asbob-uskunalar yordamida tog' jinslari tarkibini molekulyar darajada o'rganish va yashirin hamda chuqur qatlamlarni aniqlashga bag'ishlangan amaliy mashg'ulotda tinglovchilarga real ma'lumotlar asosida ishlash ko'rsatib beriladi. Mashg'ulot davomida ularga zamonaviy laboratoriya jihozlari — mass-spektrometriya, elektron mikroskopiya, nano-zondli tahlil va rentgen-diffraksion asboblari orqali olingan namunalarning natijalari taqdim etiladi. Ushbu natijalar yordamida tog' jinslarining kimyoviy tarkibi, mikroelementlar taqsimoti, izotop nisbati va minerallarning nano-darajadagi tuzilishi tahlil qilinadi. Amaliy topshiriq sifatida tinglovchilarga turli chuqurliklardan olingan geologik namunalarning elektron mikroskop suratlari va spektrometrik ma'lumotlari berilib, ular molekulyar darajadagi farqlarni aniqlab, yashirin mineralizatsiya belgilarini topishlari kerak bo'ladi. Shuningdek, sun'iy intellekt asosidagi dasturiy ta'minotlardan foydalanib, tahlil jarayonida inson xatosini kamaytirish va katta hajmli ma'lumotlardan tezkor xulosalar chiqarish mashq qilinadi. Yakunda tinglovchilar aniqlangan yashirin qatlamlar va ularning foydali qazilmalar bilan bog'liqligini xarita va jadval ko'rinishida taqdim etadilar. Shu orqali ular geokimyoviy tadqiqot usullarini nano-texnologiyalar bilan uyg'unlashtirib, chuqur qatlamlarni aniqlashda zamonaviy yondashuvlarni amaliy ravishda qo'llashni o'rganadilar.

4-amaliy mashg'ulot: Dronlardan foydalanish. Tezkor va xavfsiz ravishda hududlarning yuqori aniqlikdagi xaritalarini yaratish. Murakkab hududlarda ishlash.

Dronlardan foydalanib tezkor va xavfsiz ravishda hududlarning yuqori aniqlikdagi xaritalarini yaratish bo'yicha amaliy mashg'ulotda tinglovchilarga zamonaviy uchuvchisiz uchish apparatlari yordamida murakkab relyefli hududlarni o'rganish ko'rsatib beriladi. Mashg'ulot davomida dronlarning parvoz dasturlari, avtomatik marshrut belgilash va real vaqtda yuqori aniqlikdagi tasvirlarni olish

imkoniyatlari namoyish qilinadi. Tinglovchilarga avvaldan tayyorlangan hududni xaritalash uchun parvoz rejasi tuzish, GPS koordinatalarini kiritish va xavfsiz uchirish bo'yicha ko'rsatmalar beriladi. Olingan suratlar maxsus dasturlar (masalan, Pix4D, DroneDeploy yoki ArcGIS Drone2Map) orqali qayta ishlanib, hududning 2D ortofoto xaritasi va 3D relyef modeli yaratiladi. Amaliy topshiriq sifatida tinglovchilar murakkab tog'li yoki o'rmonli hududlarning suratlari bilan ishlashlari, ortofoto va 3D model asosida relyefdagi yoriqlar, cho'kishlar yoki xavfli zonalar aniqlashlari kerak bo'ladi. Mashg'ulot yakunida ular dronlardan foydalanishning geologiya va muhandislik amaliyotida tezkorlik, aniqlik va xavfsizlikni ta'minlashdagi ustunliklarini amaliy tajriba asosida o'zlashtiradilar.

V.MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

1. **Masofaviy zondlash texnologiyalarining geologik tadqiqotlarda qo'llanilishi** – Sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida hududlarning geologik tuzilishini tahlil qilish va masofaviy kuzatuv natijalarini GIS bilan uyg'unlashtirish.
2. **Geologik tuzilmalarni yuqori aniqlikdagi tasvirlar asosida kartalashtirish** – Hududiy kartografiya jarayonida dronlardan va yuqori aniqlikdagi sun'iy yo'ldosh suratlaridan foydalanish imkoniyatlari.
3. **Gravimetrik va magnitometrik usullarning avtomatlashtirilishi** – Geofizik o'lchovlarni zamonaviy texnologiyalar orqali avtomatlashtirish va sun'iy intellekt yordamida qayta ishlash.
4. **Sun'iy intellekt asosida potensial foydali maydonlarni aniqlash** – Geologik va geofizik ma'lumotlarni mashina o'rganish usullari yordamida tahlil qilish.
5. **Inson xatosini kamaytirishning zamonaviy yondashuvlari** – Avtomatlashtirish, neyron tarmoqlar va algoritmik yondashuvlarning geologik izlanishlarda qo'llanilishi.
6. **Kompyuterli modellashtirish asosida yer osti resurslarini prognozlash** – 3D va 4D modellar orqali foydali qazilmalarni qidirish va geologik jarayonlarni tahlil qilish.
7. **Geokimyoviy tadqiqot usullarining amaliy qo'llanilishi** – Tog' jinslari va tuproq tarkibini kimyoviy jihatdan o'rganishda nano-texnologiyalar va yangi analitik asboblarning o'rni.
8. **Noyob elementlar konsentratsiyalarini aniqlash usullari** – Ruda va cho'kma qatlamlarda noyob elementlarning tarqalishini tahlil qilish, ekologik xavflarni baholash.
9. **Dronlardan geologik tadqiqotlarda foydalanishning samaradorligi** – Tezkor, xavfsiz va yuqori aniqlikdagi xaritalar yaratish orqali geologik jarayonlarni monitoring qilish.
10. **Seysmik ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish** – Zilzila to'lqinlari orqali yer qa'rining tuzilishini o'rganish va xavfli zonalarini prognozlash.
11. **Yer osti suvlarini izlash va monitoring qilishda zamonaviy texnologiyalar** – Hidrogeologik tadqiqotlarda geofizik va masofaviy zondlash usullaridan foydalanish.
12. **Geoaxborot tizimlari (GIS)ning geologiyada qo'llanilishi** – Ma'lumotlarni fazoviy tahlil qilish va geologik kartografiyada GIS texnologiyalarining imkoniyatlari.
13. **Radiometrik va izotop tadqiqot usullari** – Tog' jinslarining yoshini aniqlash va geologik jarayonlarning davriyligini o'rganish.

14. **Plita tektonikasi nazariyasi asosida geodinamik jarayonlarni o‘rganish** – Materiklar harakati va tog‘ tizimlarining shakllanish mexanizmlarini modellashtirish.
15. **Sun’iy intellekt yordamida foydali qazilma konlarini bashorat qilish** – Mashina o‘rganish algoritmlaridan foydalangan holda resurslarni prognozlash.
16. **Ekologik geologiya va barqaror rivojlanish** – Geologik tadqiqotlarning atrof-muhitga ta’siri va ekologik xavflarni kamaytirish usullari.
17. **Vulqon faoliyati va uni modellashtirish** – Vulqon otilish jarayonlarini kompyuter modellarida tahlil qilish va xavfni prognozlash.
18. **Kosmik geologiya va meteoritlarni tadqiq qilish** – Kosmosdan tushgan jismlarni o‘rganish orqali Yerning geologik tarixini anglash.
19. **Paleogeografik rekonstruktsiyalar** – Qadimgi dengizlar, materiklar va iqlim o‘zgarishlarini geologik dalillar asosida tiklash.
20. **Geoekologik monitoring tizimlari** – Sun’iy yo‘ldosh, dron va avtomatlashtirilgan stansiyalar yordamida tabiiy jarayonlarni kuzatish.

VI.GLOSSARIY

Atama	Ta'rif
Masofaviy zondlash texnologiyalari	Sun'iy yo'ldoshlar yoki dronlar yordamida Yer yuzasi va yer osti haqidagi ma'lumotlarni masofadan turib yig'ish usullari.
Geologik tuzilmalarni kartalashtirish	Yer po'stidagi qatlamlar, strukturalar va geologik shakllanishlarni aniqlash va maxsus xaritalarda ifodalash jarayoni.
Yuqori aniqlikdagi tasvirlar	Hududning kichik tafsilotlarini ham ko'rsatadigan, sun'iy yo'ldosh yoki dronlardan olingan sifatli tasvirlar.
Gravimetrik usul	Yerning gravitatsion maydonidagi farqlarni o'lchash orqali yer osti tuzilmalarini aniqlash usuli.
Magnitometrik usul	Yer magnit maydonidagi o'zgarishlarni qayd etib, rudalar va geologik strukturalarni aniqlash usuli.
Avtomatlashtirish	O'lchash va qayta ishlash jarayonlarini inson aralashuvisiz dasturiy ta'minot yordamida bajarish.
Sun'iy intellekt (AI)	Katta hajmdagi geologik ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va bashorat qilish imkonini beruvchi aqlli tizimlar.
Potensial foydali maydon	Foydali qazilmalar mavjud bo'lish ehtimoli yuqori bo'lgan geologik hudud.
Inson xatosini kamaytirish usullari	Ma'lumotlarni avtomatik qayta ishlash, algoritmlar va AI orqali subyektiv qarorlarni minimallashtirish.
Kompyuterli modellashtirish	Yer osti jarayonlari va tuzilmalarni virtual muhitda matematik modellar yordamida tiklash va o'rganish jarayoni.
Geokimyoviy tadqiqot usullari	Tog' jinslari, minerallar, tuproq va suv tarkibini kimyoviy tahlil qilish orqali foydali qazilmalarni aniqlash usullari.
Nano-texnologiyalar	Molekulyar va atom darajasida geologik obyektlarning tarkibini o'rganish imkonini beruvchi ilg'or texnologiyalar.
Noyob elementlar	Sanoat va yuqori texnologiyalar uchun muhim bo'lgan, yer po'stida kam uchraydigan elementlar (masalan, lantanidlar, ittriy).
Noyob elementlar konsentratsiyasi	Tog' jinslari yoki rudalardagi noyob elementlarning miqdoriy ko'rsatkichlari.

Atama	Ta’rif
Dronlar (UAV)	Uchuvchisiz uchish apparatlari bo‘lib, yuqori aniqlikdagi tasvirlar va geologik ma’lumotlarni tezkor yig‘ish vositasi.

VII.ADABIYOTLAR RO'YXATI:

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko' taramiz. 1-jild. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O'zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Niyati ulug' xalqning ishi ham ulug', hayoti yorug' va kelajagi farovon bo' ladi. 3-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2020. – 400 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2023.
2. O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda qabul qilingan “Ta'lim to'g'risida”gi Qonuni.
3. O'zbekiston Respublikasining “Korrupsiyaga qarshi kurashish to'g'risida”gi Qonuni.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-maydagi “O'zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PF-5729-son Farmoni.
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-avgustdagi “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
7. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 23-sentabrdagi “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida”gi 797-sonli Qarori.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-5847- sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 29-oktabr “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-6097-sonli Farmoni.

10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4996-son Qarori.

11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni.

12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 25-yanvardagi “Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo‘lga qo‘yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PF-14-sonli Farmoni.

13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi ““O‘zbekiston - 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son Farmoni.

14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-iyundagi “Aholi va davlat xizmatchilarining korrupsiyaga qarshi kurashish sohasidagi bilimlarini uzluksiz oshirish tizimini joriy qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-228-son Qarori.

III. Maxsus adabiyotlar

1. Oliy ta’limning meyoriy - huquqiy xujjatlari to‘plami. -T., 2013.
2. B.I.Ismailov, I.I.Nasriyev Korrupsiyaga qarshi kurashish bo‘yicha idoraviy chora-tadbirlarning samaradorligini oshirish masalalari//O‘quv-uslubiy qo‘llanma. - T.:O‘zbekiston Respublikasi Bosh prokuraturasi Akademiyasi, O‘zbekiston Respublikasi Sudyalari oliy kengashi. Sudyalari oliy maktabi, 2020.-272 b.
3. Юсуфжанов О., Усманова С. Зарубежный опыт противодействия коррупции. // -Т.: Адвокат, 2016. №5 - 59-62б.
4. O‘rinov V. O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim muassasalarida ECTS kredit-modul tizimi: asosiy tushunchalar va qoidalar. O‘quv qo‘llanma. Nyu Bransvik Universiteti, 2020.
5. The European Higher Education Area. - Joint Declaration of the Ministers of Education. - Bologna, 1999, 19 June.
6. Shaping our Own Future in the European Higher Education Area // Convention of European Higher Education Institutions. - Salamanca, 2001, 29-30 march.
7. Виртуальная реальность как новая исследовательская и образовательная среда. Церфуз Д.н. и др. // ЖУРНАЛ Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», 2015. – с.185-197.
8. Ibraymov A.YE. Masofaviy o‘qitishning didaktik tizimi. Metodik qo‘llanma. – T.: “Lesson press”, 2020. -112 b.

9. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf

10. Кирьякова А.В., Ольховая Т.А., Михайлова Н.В., Запорожко В.В. Интернет-технологии на базе LMS Moodle в компетентностно-ориентированном образовании: учебно-методическое пособие / А.В. Кирьякова, Т.А. Ольховая, Н.В. Михайлова, В.В. Запорожко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 116 с. http://www.osu.ru/docs/fpkp/kiryakova_internet_technologies.pdf

11. Кононюк А.Е. Облачные вычисления. – Киев, 2018. – 621 с.

12. Oliy ta'lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida. https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3._UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf

13. Emelyanova O. A. Ta'limda bulutli texnologiyalardan foydalanish // Yosh olim. - 2014. - № 3. - S. 907-909.

14. Moodle LMS tizimida masofaviy kurslar yaratish. O'quv-uslubiy qo'llanma. – T.: Toshkent farmatsevtika instituti, 2017.

15. M.Xurramov. Oliy ta'lim muassasalari faoliyatiga sun'iy intellekt texnologiyasini joriy etish [Matn]: metodik qo'llanma / M.Xurramov. K.Xalmuratova. – T.: “Yetakchi nashriyoti”, 2024. – 28 b.

16. Тенденци и развития высшего образования в мире и в России. Аналитический доклад-дайджест. - М., 2021.- 198 с.

17. A.S. Zikriyoyev. Dunyo universitetlari reytingidagi tadqiqotchi olimlar orasida o'zingizni kashf qiling. -T.: Navro'z,2020. ISBN.9789943659285

18. Sherzod Mustafakulov, Aziz Zikriyoev, Dilnoza Allanazarova, Tokhir Khasanov, Sokhibmalik Khomidov. Explore Yourself Among World – Class Researchers. Grand OLEditor, Tashkent 2019, ISBN: 8175 25766-0.

19. Ackoff, Russell L., Scientific Method, New York: John Wiley & Sons, 1962.

20. Barzun, Jacques & Graff. F. (1990). The Modern Researcher, Harcourt, Brace Publication: New York.

21. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 208 b.

22. Muslimov N.A va boshqalar. Pedagogik kompetentlik va kreativ asoslari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 120 b.

23. Печеркина, А. А. Развитие профессиональной компетентности педагога: теория и практика [Текст] : монография / А. А. Печеркина, Э. Э. Сыманюк, Е. Л. Умникова : Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург : [б.и.], 2011. – 233 с.

24. О.С. Фролова. Формирование инновационной компетенции педагога в процессе внутришкольного повышения квалификации. Дисс.к.п.н. Воронеж 2018.
25. Компетенции педагога XXI века [Электронный ресурс]: сб. материалов респ. конференции (Минск, 25 нояб. 2021 г.) / М-во образования Респ. Беларусь, ГУО «Акад. последиплом. образования», ОО «Белорус. пед. о-во». – Минск: АПО, 2021.
26. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O‘quv jarayonida innovatsion ta’lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2017, 60 b.
27. Ishmuhamedov R, Mirsoliyeva M, Akramov A. Rahbarning innovatsion faoliyati. – T.: “Fan va texnologiyalar”, 2019.- 68 b.
28. Коджаспирова Г.М. Педагогика в схемах, таблицах и опорных конспектах./ -М.:Айрис-пресс, 2016.
29. Натанзон Э. Ш. Приемы педагогического воздействия.-М, 2012.-202 с.
30. Сергеев И.С. Основы педагогической деятельности: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2014.
31. H.Q. Mitchell “Traveller” B1, B2, MM Publications. 2015. 183.
32. H.Q. Mitchell, Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publications. 2015. 191.
33. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
34. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
35. Abidov A.A., Atabayev D.X., Xusanbayev D.D. i dr. “Yer fizikasi”. «Fan vatexnologiyalar markazi». Toshkent - 2014. – 168 s.
36. Boymirzayev A. “Hayot xavfsizligi va birinchi tibbiy yordam”. O‘quv qo‘llanma. T. 2016
37. Бочкарев В.А., Бочкарев А.В. Сбросы и сдвиги в нефтегазовой геологии. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2012. – 234 с.
38. Бычков С.Г. Методы обработки и интерпретации гравиметрических наблюдений при решении задач нефтегазовой геологии. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 187 с.
39. В.О.Соловьев. Основные проблемы геологии. Изд-во–Х., 2014–180 с.
40. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. Учебник для вузов. ISBN: 978-5-8365-0354-3. 2010 г. С 479.
41. Материалы. 13-й научно-практической конференции и выставке «Инженерная геофизика 2017» Кисловодск, Россия.
42. Мегеря В.М. Поиск и разведка залежей углеводородов, контролируемых геосолитонной дегазацией Земли. – М.: Локус Станди, 2009. – 256 с.
43. Современные проблемы связи геодинамики, магматизма и оруденения.

Материалы научной конференции. – Ташкент: Издательство «Фан» АН РУз. 2012. – 302 с.

44. Usmonov B.SH., Habibullayev R.A. Oliy o‘quv yurtlarida o‘quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish. O‘quv qo‘llanma. T.: “Tafakkur” nashriyoti, 2020 y. 120 bet.

45. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. Материалы Третьей всероссийской конференции с международным участием. Барнаул, 24-28 августа 2010 г.

46. Х. Комилов, О.Хусанова, Н Саидханова “Мероприятия по профилактике эпизоотических чрезвычайных ситуаций”. Т. 2017

47. Хмелевской В.К. Геофизические методы исследования земной коры. Дубна, 2019 – 204 с.

IV. Elektron ta’lim resurslari

1. www.edu.uz.
2. www.aci.uz.
3. www.ictcouncil.gov.uz.
4. www.lib.bimm.uz
5. [www. Ziyonet. Uz](http://www.Ziyonet.Uz)
6. www.sciencedirect.com
7. www.acs.org
8. www.nature.com
9. <http://www.kornienko-ev.ru/BCYD/index.html>.