

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ**

ГЕОЛОГИЯ ВА ГЕОФИЗИКА ИНСТИТУТИ

САХОБИДИНОВ РАСУЛЖОН ИСОМИДИНОВИЧ

**АНГРЕН ҚЎНҒИР ҚЎМИР КАРЬЕРИНИНГ КЎЧКИ ХАВФЛАРИ
СЕЙСМИК МОНИТОРИНГИ**

04.00.06 – Геофизика. Фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усуллари

**геология-минералогия фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Сахобидинов Расулжон Исомидинович

Ангрен кўнғир кўмир карьерининг кўчки хавфлари сейсмик мониторинги.....3

Сахобидинов Расулжон Исомидинович

Сейсмический мониторинг оползневых опасностей Ангренского бурогольного карьера.....19

Sakhobidinov Rasuljon Isomidinovich

Seismic monitoring of landslide hazard on Angren open pit.....35

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....38

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ГЕОЛОГИЯ ВА ГЕОФИЗИКА ИНСТИТУТИ

САХОБИДИНОВ РАСУЛЖОН ИСОМИДИНОВИЧ

**АНГРЕН ҚЎНҒИР КЎМИР КАРЬЕРИНИНГ КЎЧКИ ХАВФЛАРИ
СЕЙСМИК МОНИТОРИНГИ**

04.00.06 – Геофизика. Фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усуллари

**геология-минералогия фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/GM85 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Геология ва геофизика институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбекча, русча ва инглизча (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.seismos.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида (www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Сидорова Ирина Петровна
геология-минералогия фанлари доктори

Расмий оппонентлар:

Раджабов Шухрат Сайфуллаевич
геология-минералогия фанлари доктори

Ибрагимов Алишер Хайдарович
физика-математика фанлари номзоди

Етакчи ташкилот:

“Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти” ДМ

Диссертация химояси Сейсмология институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 й. «24» август соат 10.00 даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100128, Тошкент шаҳри, Зулфияхоним кўчаси, 3-уй, Тел.:+99871- 241-51-70; +99871- 241-74-98; E-mail: seismologiya@mail.ru).

Диссертация билан Сейсмология институтининг Ахборот-ресурслар марказида танишиш мумкин (1147-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100128, Тошкент шаҳри, Зулфияхоним кўчаси, 3-уй; Тел.:+99871- 241-51-70.

Диссертация автореферати 2022 йил «8» август куни тарқатилди.

(2022 йил «8» августдаги 10-рақамли реестр баённомаси).



К.Н. Абдуллабеков
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси,
ф.-м.ф.д., академик

З.Ф. Шукуров
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш илмий котиби,
г.-м.ф. фалсафа доктори (PhD)

С.Х. Максудов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги илмий
семинар раиси, ф.-м.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон амалиётида хавфли геологик жараёнлардан ҳисобланган кўчкиларни прогнозлаш иқтисодий ва ижтимоий йўқотишларни олдини олишда муҳим аҳамият касб этади. Бугунги кунда дунёнинг ривожланган давлатларида очик ҳолдаги конлар ва шахталардаги тоғ жинсларининг ҳолатини сейсмик мониторинг ва геология қидирув ишлари орқали ҳар томонлама ўрганишга алоҳида этибор қаратилмоқда. Ишлаб чиқариш таннархини пасайтириш бўйича қатъий талаблар қўйилаётган бозор иқтисодиётига ўтиш шариотида кўчки хавфи юзага келган жойларда одамлар ҳаёти ва ишлаб чиқариш объектларининг хавфсизлигини таъминлашда профилактика чораларини ишлаб чиқиш долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Бугунги кунда дунёда табиий ва техноген жараёнларни моделлаштиришда, геологик хавф-хатарларни тадқиқ этиш соҳасида илмий-амалий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, фойдали қазилмаларни қазиб олишда карьерлар ва шахталардаги геологик хавфларни сейсмик мониторинг усулидан фойдаланган ҳолда моделлаштириш, сейсмик мониторинг бўйича кенг кўламли материаллар тўпланган, бу эса кўчки хавфини олдиндан башорат қилиш, геологик хавфларни самарали башорат қилиш, шу орқали одамлар ҳаёти ва ишлаб чиқариш объектларини хавфсизлигини таъминлашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Ҳозирги кунда Республикамиздаги кўмирнинг 95% дан кўпроғи Ангрэн кўнғир кўмир конидаги очик карьердан қазиб олинмоқда. Бундай шароитда, кўмир қазиб олинувчи массивларнинг тузилиши ва ҳолатини сейсмик мониторинг усули орқали баҳолаш, яъни прогнозлашнинг ишончлилиги ва сифатини сезиларли даражада ошириш орқали давлатимизнинг минерал-хомашё базасидан оқилона фойдаланишда маълум ютуқларга эришилган. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида «...алоҳида ҳудудларда табиий, минерал-хомашё, салоҳиятидан комплекс ва самарали фойдаланишни таъминлаш...»¹ вазифалари белгилаб берилган. Шу муносабат билан кўчки жараёнларини эрта огоҳлантириш соҳасида илмий тадқиқотлар олиб бориш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ – 4947-сон “Ўзбекистон Республикаси янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, шунингдек Вазирлар Маҳкамасининг 2017 йил 13 ноябрдаги 909-сон “Хавфли геологик жараёнларни кузатиш Давлат хизмати фаолиятини такомиллаштириш тўғрисида”ги Қарори ҳамда мазкур соҳага тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши натижалари муайян даражада хизмат қилади.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республиканинг фан ва технологияларни ривожлантиришнинг – VIII «Ер ҳақидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёни қайта ишлаш)» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёнинг кўплаб олимлари ўз асарларида кўчки хавфи инсонлар ва табиий ресурслар учун жиддий геологик таҳдид эканлигини таъкидлашади. Аммо, уларни прогнозлаш муаммолари тўлиқ хал этилмаган, чунки кўчкилар зилзила ва ёғингарчилик каби кўплаб ташқи омилларга ҳамда кўчкининг ички геологик тузилиши ва морфологиясига боғлиқ. Кўчки жараёнларини яхшироқ ўрганиш ва прогнозлаш учун сўнгги йилларда сейсмик мониторинг усуллари ишлаб чиқилмоқда.

Дунё миқёсида охириги ўн йилликда сейсмик мониторинг бўйича тадқиқотлар сони кўпайди: тоғли ҳудудлар (Amitrano, Levy ва бошқ.); музликлар ва карьерлар (Wust-Bloch & Joswig, Yang ва бошқ.); тош кўчкилар ва ўпирилишлар (Dammeier, Hibert ва бошқ.); қор ва муз кўчкилари (Kishimura & Izumi, Schneider, Lakrua ва бошқ.); сел оқимлари (Arattano & Deganutti, Burtin ва бошқ.); вулкон кўчкилари (De Angelis S. ва бошқ.). Алоҳида тадқиқотлар (Helmstetter & Garambois Hibert C., Lakrua ва бошқ.) сейсмик сигналларни корреляциясини баҳолаш ва ташқи омиллар, яъни ёғингарчилик каби тадқиқотларга бағишланган.

Ўзбекистонда зилзилалар натижасида юзага келган кўчкиларга бағишланган тадқиқотлар Р.А.Ниёзовнинг асарларида, хусусан, 2009 ва 2015 йилларда ёзилган "Ўзбекистон кўчкилари", "Помир-Ҳиндукуш зилзилалари натижасида юзага келган кўчкилар" номли монографияларида, ҳамда Б.С.Нуртаев билан ҳаммуаллифликда чоп этилган бир қатор илмий мақолаларида батафсил баён этилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Геология ва геофизика институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ФА–А13–Т123 "Ангрен кўмир кони ҳудудида геологик хавфларни сейсмик мониторинги" (2015-2017 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кўчки хавфини прогноз қилиш самарадорлигини ошириш учун Ангрен кўнғир кўмир карьеридида сейсмик мониторинг методикасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари қуйидагилардан иборат:

Ангрен кўнғир кўмир карьеридида периметри бўйлаб кўчкилар ҳолатини ўзгаришини кузатиш учун сейсмик тармоқ яратиш;

“Лакколит-24М” сейсмик станцияси маълумотлари асосида кўчки ҳудудидаги тоғ жинсларининг таранглашган ва кучсизланган қисмларини аниқлаш;

“КАРС” сейсмик станцияларидан олинган сейсмограммаларни идентификациялаш асосида карьердаги портлатишлар, зилзилалар ва

кўчкиларнинг тўлқин шакиллари кайд қилинган характерли хусусиятларини ўрганиш;

олинган сейсмик мониторинг маълумотларига кўра зилзилалар, карьердаги портлатишлар ва кўчки жараёнлари ўртасидаги боғлиқликларни аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Ангрен кўнғир кўмир карьерининг кўчкилари олинган.

Тадқиқотнинг предмети кўчкиларнинг тўлқин шакиллари, Ангрен карьеридagi портлатишлар, узоқ ва яқин атрофдаги зилзилаларнинг қайд қилинган сейсмограммалари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Кўчки хавфини сейсмик мониторинг усуллари орқали прогноз қилишда зилзиладан ҳосил бўладиган алмашинувчи тўлқинлар усули (АТУ), сейсморазведканинг қайтган тўлқин усули (ҚТУ), сейсмик маълумотларни қайта ишлаш ва таҳлил қилиш усуллари, олинган маълумотларга ГАТ (ArcGIS) технологияларида ишлов бериш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

кўчки содир бўлишини прогнозлаш ишончилиги ва сифатини оширишда Ангрен кўнғир кўмир конининг очиқ карьерида сейсмик мониторинг услубияти ишлаб чиқилган;

тузилган сейсмограммалар каталоги карьердаги портлашларни, узоқ ва яқин зилзилаларни, кўчки ҳаракатларини идентификациялаш учун ишлаб чиқилган;

синган тўлқин маълумотларининг таҳлили асосида кўчки тўсатдан ҳаракатланиши хавфи бўлган суяқ қатламлар ҳамда кўчки ҳаракатланиши мумкин бўлган потенциал хавфли участкалар аниқланган;

бўйлама (P) ва кўндаланг (S) сейсмик тўлқинларнинг бошланғич қисмини аниқроқ ажратиш учун математик моделлаштириш ёрдамида компьютер дастури ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

сейсмограммаларни вақт бўйича идентификациялаш асосида зилзилалар ва карьердаги саноат портлатишлар кўчкилар ҳаракатининг фаоллашишига кумулятив таъсир этиши аниқланган;

сейсмик мониторинг натижасида Ангрен кўнғир кўмир карьерида кўчки ҳаракатининг сейсмограммаси аниқланган;

Лакколит-24М сейсмик станцияси ёрдами олиб борилган дала ишлари натижасида Ангрен карьеридаги Наугарзан ва Қўқон кўчкиларининг юқори тезлик кесмалари тузилган;

RAMMS дастурий мажмуаси орқали Ангрен кўнғир кўмир карьерининг Қўқон кўчкиси ҳаракат динамикасининг рақамли модели тузилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Олинган натижаларнинг ишончилиги Ангрен карьерида ҳудудий сейсмик дала ишлари натижасида 634 та сейсмограммалар, геологик ва бурғулаш ишлари натижалари, шунингдек, замонавий дастурий пакетлардан фойдаланган ҳолда геологик ва геофизик маълумотларни талқин қилиш, ҳамда амалий ва назарий натижалар

билан таққослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кўчки ҳаракатини баҳолаш учун сейсмик мониторинг усулларини қўллаш орқали кўчки ҳосил қилувчи табиий ва техноген омилларни аниқлаш, кўчкиларнинг кучсизланган геологик тузилмаларини ажратиш ва моделлаштириш имконини берганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамият карьерда содир бўлган зилзилалар ва саноат портлатишларнинг кўчкилар ҳаракатининг фаоллашишига кумулятив таъсири аниқланган бўлиб, келгусида кўчки хавфларини прогнозлаш самарадорлигини ошириш учун муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ангрен қўнғир кўмир карьерининг кўчки хавфини сейсмик мониторинги бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Ангрен қўнғир кўмир кони карьерида кўчки хавфларининг сейсмик мониторинги услубияти Хавфли геологик жараёнларни кузатиш давлат хизмати фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар қўмитасининг 2021 йил 30 июндаги 06-26-сон маълумотномаси). Натижада, кўчки содир бўлишини прогнозлаш ишончлилигини ошириш имконини берган;

тузилган сейсмограммалар каталоги Хавфли геологик жараёнларни кузатиш давлат хизматининг ишлаб чиқариш фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар қўмитасининг 2021 йил 30 июндаги 06-26-сон маълумотномаси). Натижада, карьердаги портлашни, узоқ ва яқин зилзилаларни, кўчки ҳаракатини аниқлашга имкон берган;

сейсмик мониторинг усули билан моделлаштирилган Наугарзан кўчкисининг тузилиши Хавфли геологик жараёнларни кузатиш Давлат хизмати фаолиятига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар қўмитасининг 2021 йил 30 июндаги 06-26-сон маълумотномаси). Натижада, кўчки тўсатдан ҳаракатланиши хавфи бўлган суяқ қатламларни аниқлаш имконини берган;

математик моделлаштириш ёрдамида Р ва S сейсмик тўлқинларни ажратувчи компьютер дастури Хавфли геологик жараёнларни кузатиш Давлат хизмати фаолиятига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар қўмитасининг 2021 йил 30 июндаги 06-26-сонли маълумотномаси). Натижада, сейсмограммаларда Р ва S тўлқинларнинг бошланғич қисмини аниқроқ ажратиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот 5 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 18 та мақола ва тезислар чоп этилган. Шулардан 14 та тезис, 3 та илмий мақола, 1 та гувоҳнома. Ўзбекистон Республикаси Олий

аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 3 та, шу жумладан, 2 таси республикада ва 1 таси хорижий илмий журналларда.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 114 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқ келиши кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиниши, нашр этилган ишлар бўйича маълумотлар ва диссертациянинг тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг **"Ҳорижда ва Ўзбекистонда кўчкиларни сейсмик усуллар билан тадқиқ қилиш ҳолатини кўриб чиқиш ва таҳлил қилиш"** деб номланган биринчи бобида республикамиз ва хориждаги хавфли геологик жараёнларни тадқиқ қилишнинг ҳозирги ҳолатига бағишланган.

Ўзбекистонда зилзилалар натижасида юзага келган кўчкиларга бағишланган тадқиқотлар Р.А.Ниёзовнинг асарларида, хусусан, 2009 ва 2015 йилларда ёзилган "Ўзбекистон кўчкилари", "Помир-Ҳиндукуш зилзилалари натижасида юзага келган кўчкилар" номли монографияларида, ҳамда Б.С.Нуртаев билан ҳаммуаллифликда чоп этилган бир қатор илмий мақолаларида батафсил баён этилган. 2007 йилда К.Sassa, Н.Fukuoka ва бошқалар таҳриридаги ICL Халқаро кўчкилар консорциуми ҳомийлигида Springer нашриёт уйи "Кўчки фанининг тараққиёти" монографиясини нашр этди. Бу иш 2002 йилдан буён Япония фан ва технология таълим вазирлиги, маданият ҳамда спорт ишларини мувофиқлаштириш махсус жамғармаси амалга ошириляётган "Зилзилалар ва ёмғирларнинг тез ва кенгайган кўчкилар оқимининг шаклланишига минтақавий ўзаро таъсири" лойиҳаси натижасидир. Ушбу дастур доирасида К.Sassa ва Н.Fukuoka зилзилалар оқибатида кўчкиларни шакллантириш учун геотехник шарт-шароитларни кўриб чиқдилар.

Дунёнинг кўплаб олимлари ўз асарларида кўчки хавфи инсонлар ва табиий ресурслар учун жиддий геологик таҳдид эканлигини таъкидлашади. Аммо, уларни прогнозлаш муаммолари тўлиқ хал этилмаган, чунки кўчкилар зилзила ва ёғингарчилик каби кўплаб ташқи омилларга ҳамда кўчкининг ички геологик тузилиши ва морфологиясига боғлиқ. Кўчки жараёнларини яхшироқ ўрганиш ва прогнозлаш учун сўнгги йилларда сейсмик мониторинг усуллари ишлаб чиқилмоқда. Бу тамойил сейсмик "датчик"лар ёрдамида нишаблик ҳаракатларини кўзғатувчи сейсмик манбаларни аниқлашдан иборат. Нишаблик ҳаракатида бу сигналлар бир қанча механизмлар -

сикилиш ва чўзилиш, ёриқларнинг ҳосил бўлиши, носозликлар, тоғ жинслари ёки суюқлашган қатламларнинг юзага келишига сабаб бўлиши мумкин. Геологик хавфларнинг сейсмик мониторинги турли геологик шароитларда ва турли мақсадларда олиб борилади ва охириги ўн йилликда тадқиқотлар сони кўпайди.

Диссертациянинг **"Ангрен кўмир конининг геологик-тектоник тузилиши"** деб номланган иккинчи бобида Ангрен кўмир карьериди тоғ жинслари ва кўчки ҳодисаларининг геологик ўрганилиши, геологик ва тектоник тузилиши, физик-механик хусусиятлари келтирилган.

Палеозой, юра, бўр, учламчи ва тўртламчи давр ётқиқликлари Ангрен кўнғир кўмир конининг геологик тузилишида иштирок этади. Ангрен конининг кўмирлари юра даври тоғ жинсларида мужассамлашган.

Юқори палеозой. Н.П.Васильковский (1952 й.) ва А.С.Аделунг (1958 й.) маълумотларига кўра, вулканоген сериясининг ҳосил бўлиш вақти ўрта карбон-куйи триас. Перм ёшидаги риолит-порфирнинг йирик лакколити коннинг шимоли-шарқий чегараси бўйлаб жойлашган бўлиб, коннинг қолган қисмида ривожланган оқча свитасининг энг қадимги порфирит-туфларини ёриб чиққан. Вулканоген қатламлар бир-бирига мос келмайдиган қатламларда жойлашган бўлиб, улар кўпроқ риолитлар ва кварц порфир-туфлари билан ифодаланади.

Куйи юра-триас Т- J_1^{an} . Нураш қобиғи бир томондан палеозой формациялари, иккинчи томондан юра даври орасида ётган палеозой ҳосилаларининг барча формацияларининг каолинлашган жинсларига айтилади. Унинг қатламларининг кўп қисми юра ётқиқликлари билан қопланган жойларда ривожланган. Кейинги геологик даврлардаги жинслар бир-бирига туташганда, қобиқнинг бўр бўлимидан олдин ва кейинги ювилишлар туфайли эпигенетик равишда қисқаради. Ангрен конида нураш қобиғининг табиий намоёнлари Загасан-сойнинг юқори оқимида ва Чўчкабулоқда ҳамда Апартакдаги сузоқ қумларининг тектоник чегаралари бўйича ҳам аниқланган. Нураш қобиғининг кенг қисми кўмир конининг тағ қисмида аниқланган.

Бўр ётқиқликлари - K_2 Ангренда улар трансгрессив тарзда юзага келади ва улар остидаги ва ётувчи чўкиндилардан узилиш юзалари билан ажралиб туради. Улар тизимнинг юқори қисмидаги фаунани ўз ичига олган участканинг пастки қисмида ранг-баранг ғишт-қизил ва яшил рангли оҳакли қумтошлар, алевролитлар ва майда тошли конгломератлар кетма-кетлиги билан ифодаланади.

Ангрен депрессияси тектоник жиҳатдан мураккаб шаклланган бўлиб, у мезозой ва кайнозой формациялари мажмуасидан ҳосил бўлган кенг чуқурликдаги грабен-синклиналдир. Шимолда ва жанубда депрессия тектоник бузилишлар билан чегараланган бўлиб, унга Чотқол ва Курама горстлари сурилган.

Узоқ йиллар давомида "Ўзбеккўмир" АЖ ўз бўлинмалари томонидан, шунингдек, жалб этилган ташкилотлар (ВНИМИ, ГИДРОПРОЕКТ, ГИДРОИНГЕО, хавфли геологик жараёнларни кузатиш бўйича Ўзбекистон

Республикаси Давлат хизмати) ёрдамида ушбу кўчки ҳодисалари механизмини ўрганишмоқда, уларни барқарорлаштириш чора-тадбирларини ишлаб чиқишмоқда ва қўллашмоқда.

Фойдали қазилма конларидаги техноген ва табиий-техноген жараёнлар натижасида юзага келадиган кўчкиларни шартли равишда 6 гуруҳга бўлиш мумкин:

1) очик усулда қазиб олиш натижасида юзага келган ён томонлардаги кўчкилар; 2) карьерларнинг ён томонларидаги кўчкилар; 3) ёрдамчи иншоотларни қуриш билан боғлиқ кўчкилар; 4) ер ости конларини қазиб олиш натижасида юзага келган кўчкилар; 5) қазиб олиб бўлинган конлардаги тоғ жинсларини силжишлари; 6) қазиб олиш натижасида юзага келган, карст жараёнлар.

Ангрен кони шароитида кўчкиларнинг ҳосил бўлишига қопламанинг кесимида кучсизлашган зоналарнинг мавжудлиги, тоғ жинсларининг ёриқлари, тозалаш ва тозалаш ишлар вақтида технологиянинг нотўғри ишлатилиши ёрдам беради. Ер ости қазиб олиш майдонларини ошгани сайин кўмир қатламларини ҳаракати ер кўчиши жараёнига айланади. Бундай кучсизлашган зоналар (тоғ жинсларининг қалинлигида жойлашган сирпанувчи юзаларнинг ривожланишини белгилувчи бўшоқ кўрсаткичга эга чекланган майдонлар) бирламчи, иккиламчи ва техноген зоналарга ажратиш билан таснифланиши мумкин.

Бирламчи кучсизлашган зоналар турли фашиал шароитларда тоғ жинсларининг ҳосил бўлиш даврида пайдо бўлади. Бизнинг шароитда бу генетик турга тегишли бўлган гилли қатламларнинг линзалари ва заиф қатламлар, ҳар-хил ёшдаги ва турдаги тоғ жинсларининг бирикмалари; гилли минераллар миқдори юқори бўлган қумларда, айниқса монтмориллонитларда ўчрайди. Улар катта майдонларни эгаллайди ва унча катта бўлмаган нишабга эга. Ангрен конида улар билан боғлиқ патоген асосли нотекикликлар 10-15 млн.м³ ҳажмга эга ва ундан ҳам кўп.

Иккиламчи кучсизланган зоналар. Тоғ жинслари геологик тараққиёти давомида турли тектоник ва денудацион жараёнларга дуч келади, таркибини ўзгаришига олиб келади, ҳолати ва хоссаларининг кучсизланиш зоналари ривожланиши ҳосил бўлади. Бу гуруҳга тектоник ва кўчкилар деформацияси зоналари; ер ёриқлари зоналари; тектоник бузилиш гилли зоналари; нураш қобиқлар киради. Улар одатда чизикли, маҳаллий ва локал (нураш) тақсимотига эга бўлиб ва боғлиқ бўлган ландшафт бузилишлари 20-100 минг м³ ҳажмларга етади.

Техноген кучсизлашган зоналар улар фойдали қазилма конларини ишлаб чиқиш даврида шаклланади. Буларга ер ости сувлари очилганда юзага келадиган жойлар; ён томонлари тик нишабликка эга бўлган жойлар; портлаш зонаси худудлари, қулаб тушган, деформацияланган ва синик жинслар зоналари киради.

Диссертациянинг "**Тадқиқотнинг методологияси**" деб номланган учинчи бобида дала тадқиқотларини олиб бориш, олинган маълумотларни қайта ишлаш ва маълумотлар базасини яратиш методикалари баён этилган.

Ангрен кўмир кони периметри бўйлаб МОВЗ нуқталарининг сейсмик тармоғи яратилди, жами бўлиб 4 та МОВЗ нуқталари тақсимланиб ҳудудга ўрнатилди ва алмашинув тўлқинларни зондлаш усули билан улардан 15 та ўлчов олинди.

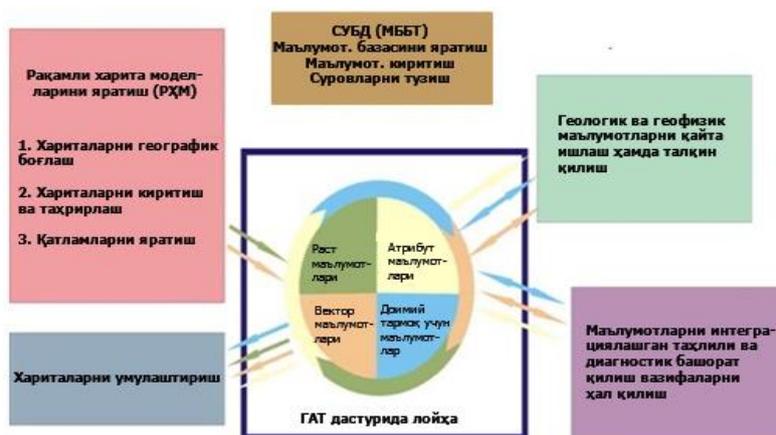
Ишнинг тайёргарлик босқичида ўрганилаётган жойнинг инженерлик геологик ва гидрогеологик шароити бўйича мавжуд ҳужжатларни танлаш ва таҳлил қилиш амалга оширилди, геологик кесмаларни ташкил этувчи тоғ жинсларнинг физик-механик хусусиятлари ўрганилди. Геологик ва гидрогеологик хизматлар материаллари асосида тектоник ва акваториялар мавжудлиги билан потенциал заифлашган ҳудудларда топографик маълумотга эга бўлган сейсмик профиллар ўтказилди.

КАРС сейсмик станциялари билан сейсмик мониторинг бўйича ихтисослаштирилган сейсморазведка ишлари олиб борилди. Сейсмик тармоқдаги нуқталар орасидаги масофа рельеф ҳолатига қараб ўртача 2-4 км ни ташкил этган.

Уч каналли КАРС сейсмик станцияси тоғ жинсларидан сейсмик тўлқинларни тарқалишини қайд этиш учун мўлжалланган. Сейсмик станцияси ёрдамида МОВЗ усулида сейсмик шаффофлик, ҳамда синган ва қайтган тўлқинларни бўйлама профиллаш усуллари амалга оширилади.

Биринчи босқичда маълумотларни қайта ишлаш бутун маълумотлар базасини яратиш жараёнининг муҳим ажралмас қисми ҳисобланади.

Иккинчи босқичда қуйидаги блоклар ўзаро таъсирлашади (1-расм): 1) минтақа бўйича яратилган векторли маълумотлар базаларини бошқариш тизими МББТ (СУБД); 2) электрон картография; 3) геологик ва тектоник хариталарни умумлаштириш; 4) интеграллашган маълумотларни таҳлил қилиш ва прогнозли ва диагностик вазифаларни ҳал қилиш.



1-расм. ГАТ дастуридаги лойиҳа бўйича ишларни бажариш учун кенг камровли методология диаграммаси

Диссертациянинг **"Иш натижалари"** деб номланган тўртинчи бобда сейсмик мониторинг усули билан ҳудудий тадқиқотлар натижалари баён этилган. КАРС сейсмик станцияси ёрдамида сейсмик мониторинг усулининг ихтисослаштирилган сейсморазведка ишлари олиб борилди. Сейсмик тармоқдаги нуқталар орасидаги масофа рельеф ҳолатига қўра ўртача 2-4 км

ни ташкил этган.

4.1 - бўлимда сейсмограммаларнинг солиштирма тавсифлари амалга оширилади (2-расм):

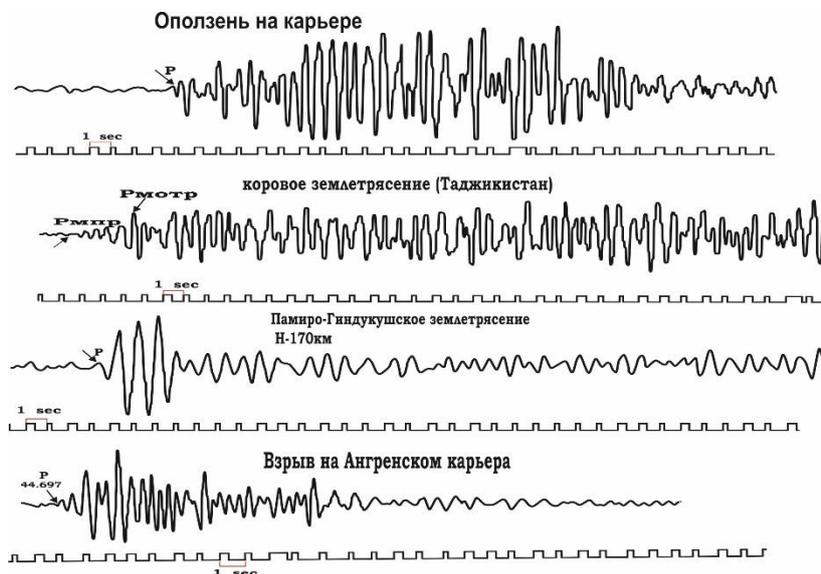
кўчкилар бошидан заиф бошланиш характерлари билан ифодаланади, амплитуданинг секин ўсиши, максимал амплитуданинг иккинчи пакетига 7 сониядан кейин эришилган, сейсмограммани давомийлиги 30 сонияни ташкил этади, ёзув шакли заиф бошланиши, максимал амплитуданинг давомийлиги 14 сонияни ташкил этади ва учалла компонентлар Z, X, Y бўйича тебранишни тез сусайиши кузатилади;

карьердаги портлатишлар (S-P=0,9-2 сония) бўйлама тўлқиннинг юқори амплитудада бошланишига эга, сўнгра горизонтал компонентларда бўйлама тўлқин амплитудасидан 4-5 марта амплитудадан ошиб ўтувчи кўндаланг тўлқиннинг бошланиши ва секинлик билан сусайиб бориши кузатилади;

узокдаги зилзилалар (Помир-Ҳиндукуш) чуқур фокусли зилзила бўлиб, аниқ икки-уч фазали бошланишга эга, кейин тахминан 50 сониядан сўнг горизонтал компонентларда бўйлама тўлқин билан таққосланадиган амплитудали кўпфазали кўндаланг тўлқин қайд қилинади;

яқиндаги зилзилалар (Тожикистон) зилзила ўчоғи ер қобиғида, Мохоровичич (M) чегарасидан кучсиз синувчи тўлқин билан характерланади, қайтган иккинчи тўлқин Ротр амплитудасида 2,5 сониядан кейин Мохо чегарасидан биринчи бошланиш тўлқиндан 7 марта ошиб кетади.

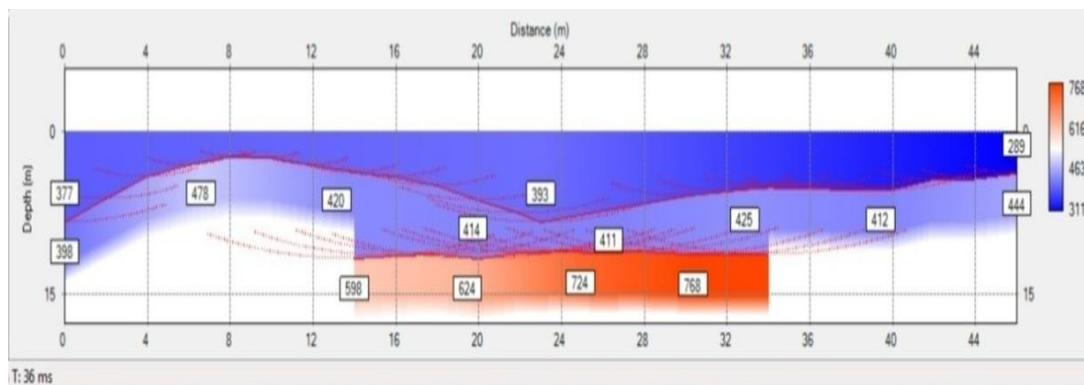
Сейсмик ёзувлар таҳлили шуни кўрсатдики, кўчкилар бошқа сейсмограммалардан ўзига хос характери билан фарқ қилади (2-расм).



2-расм. Сейсмограммаларни қиёсий тавсифи

4.2 - бўлимда Наугарзан ва Қўқон кўчкиларидан олинган сейсмик профиллар натижалари келтирилган (3-расм). GS-20DX сейсмоприемникларидан ташкил топган 24 каналли “Лакколит-24М” сейсмостанциясидан фойдаланилган. Битта профил учун иккита тўлиқ оқим (хар бир оқим 24 каналдан) ўзатгичи ишлатилиб сейсмоприёмниклар

орасидаги масофа 2 метр, тўлиқ оқимлар узунлиги 48 метрни ташкил этган. Эластик тебранишларни кўзғатиш учун 32 кг гирядан фойдаланилган. Ҳар бир нуктада 5-6 марта зарбадан фойдаланилган. Кўзғатиш нуктаси 1-12-24 нукталарда (навбати билан 0, 23, 47 м.). Чиқинди – (-23) метрда биринчи каналдан, 23 метр эса охириги каналдан.

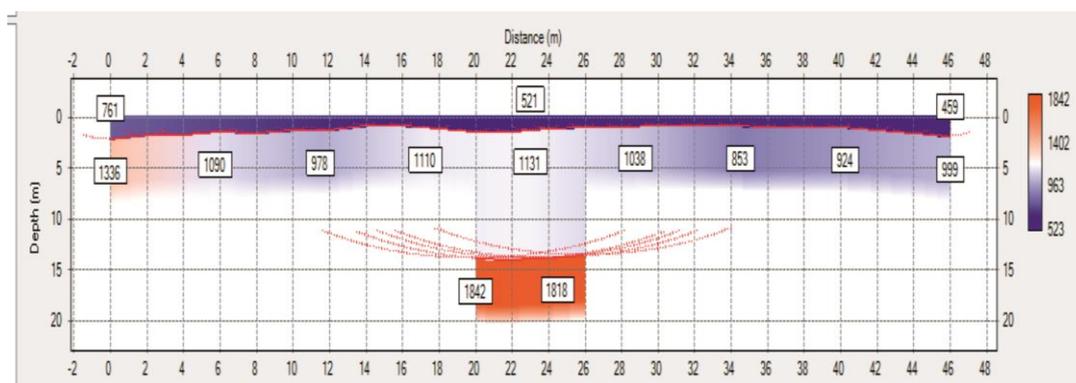


3-расм. Наугарзан кўчкисидаги 1-профил бўйича сейсмик кесим

Олинган сейсмограммалар асосида синган тўлқинларнинг корреляцион усулидан фойдаланиб ҳисоблагич ва туташувчи годографлар тузилди, уларнинг тескари йўналишлари 1-профил бўйича тупроқ қатламларининг чегаралари геометрияси ва тезлик кўрсаткичлари сейсмик кесим кўринишида кўрсатиб берилган. Сейсмик кесимда учта қатлам ажратилган бўлиб биринчиси энг паст тезлик билан тўпроқни тавсифлайди. Биринчи қатлам асосининг нотекс юзасидан кўриниб турибдики, Наугарзан кўчкисидаги кўчки тупроқларини тўлдириш тўғридан-тўғри рельеф устаги олиб борилган, кўчкининг юқори қатлами эса кучли ёғингарчилик пайтида суюқланишга моил бўлган қисми олиб ташланмаган. Бу ботқоқлашганда бўшашган тупроқларда кўчки жараёнларининг ривожланишини тезлаштириши мумкин. Зич тоғ жинсларининг юқори қисми аниқланди: сейсмик маълумотларга кўра, кам ёриқли тоғ жинслари ва зичлашган, бўлакларга бўлинган ҳамда нурашга ўчраган қатламларни аниқлашга эрилишди. Биринчи қатлам тўлдирилган тупроқларга тўғри келади, қатлам қалинлиги ер юзасидан чуқурлиги 2 дан 7,5 метргача профил бўйлаб ўзгариб боради, бўйлама тўлқин (V_p) тезлиги биринчи қатламда 239 м/с.дан 393 м/с.гача, иккинчи қатламда 398 м/с.дан 478 м/с.гача, учинчи қатламда эса 589 м/с.дан 768 м/с.гача бўлиб профил бўйлаб (профилнинг 23-метрида) катта қиймат кўрсаткичларга эга бўлган ҳудудлари қайд этилган, бу эса тоғ жинсларнинг зичлиги ўзгаришини ёки уларнинг сув билан тўйинганлигидан далолат беришини кўрсатади. Иккинчи қатлам остки чегараси нисбатан текис бўлиб 10-11 метр чуқурликда профил бўйлаб бироз ўзгариб боради.

2-профил бўйича сейсмик кесим иккита синган чегара ва учта тезлик қатламлари билан тасвирланган (4-расм). Биринчи қатламнинг ер юзасидан чуқурлиги 1,5 метрдан 2 метргача, иккинчи қатламнинг чуқурлиги ўртача 14 метрни ташкил қилиб профил бўйлаб ўзгариб боради, қатламлар чегаралари

горизонтал шаклга эга. Биринчи сейсмик қатлам V_p нинг тезлиги 459 м/с.дан 761 м/с.гача, бу ҳолатда биринчи қатламни қабул қилиш пунктида 0 метр (лой-тувроқ) юқори зичликка эга бўлган мустаҳкамланган тўлдирилган тувроқ деб тахмин қилиш мумкин. Иккинчи сейсмик қатлам V_p нинг тезлиги 853 м/с.дан 1336 м/с.гача олдинги қатламга қараганда юқори тезликка эга, бу эса сув билан тўйинганлигини (нолдаги қабул қилиш нуқтаси) ёки бу ердаги тувроқ ҳаддан ташқари сиқилганлигини (қабул қилиш нуқтаси 6 метр ва 46 метр) кўрсатади. Учинчи сейсмик қатлам V_p нинг тезлиги эса 1818 м/с.дан 1842 м/с.гача бўлиб юқоридаги иккита қатлам тезлигидан юқори, бу тоғ жинсларининг ҳаддан ташқари мустаҳкамланишини ёки юқори ёриқли ётқизикларнинг мавжудлигини кўрсатади.



4-расм. Қўкон кўкисидagi 2-профил бўйича сейсмик кесим

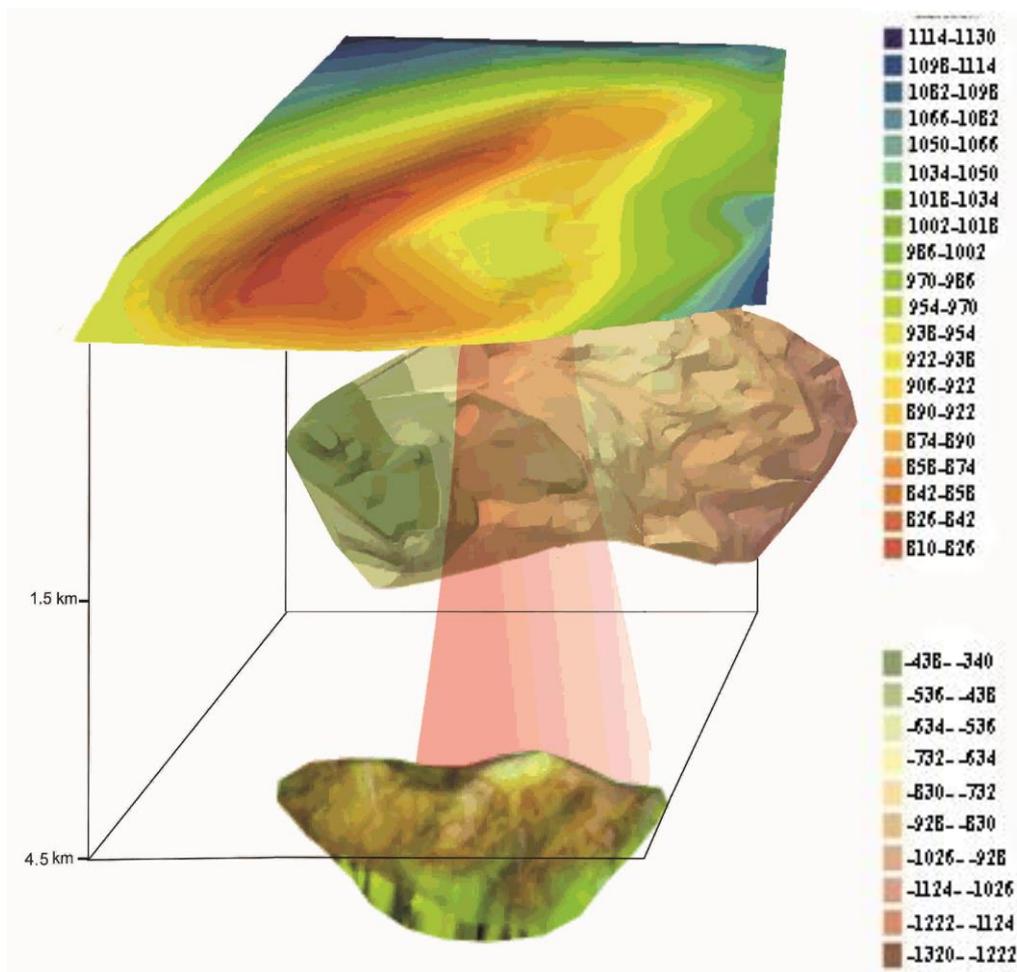
4.3 - бўлимда математик моделлаштириш ёрдамида сейсмик бўйлама (P) ва кўндаланг (S) тўлқинларини сейсмик қабул қилувчиларнинг горизонтал ўқларини назарий айланштириш усули билан уларни ажратиш имконини берувчи “3D P-S Ажратилиш” компьютер дастури ишлаб чиқилган.

4.4 - бўлимда “Ангрен кўнғир кўмир конининг уч ўлчовли тектоник-геофизик бирлаштирилган модели” Ангрен керьерининг бирлаштирилган геофизик модели, жумладан рельефнинг уч ўлчовли юзаси (DEM) ва пойдевори, шунингдек, 4,5 км чуқурликда жойлашган сейсмик тўлқиннинг юқори тезликда ўтказувчи тоғ жинси модели яратилган.

Ўтган асрнинг 1969-1971 йилларида Е.М. Бутовская бошчилигидаги бир гуруҳ сейсмик тадқиқотчилар Шарқий Ўзбекистонда тезлик майдонини ўрганаётганда, эр қобиғининг бир ҳил бўлмаганлиги, юқори қисми геологик кесманинг юқори тезликка эга бўлган худудлари топилган: юқори тезликдаги жисмларнинг латерал ва вертикал контурлари олинган. 1996 йилда С.С.Сейдузова гуруҳи томонидан олинган III-III профил бўйича Ангрен юқори тезликдаги жисмларининг морфологиясини очиш аниқроқ кўринишди кўрсатилган. 2017 йилда "3D P-S ни Ажратилиш" муаллифлик дастурини қўллаш натижасида 4,5-5,0 км чуқурликда жойлашган юқори тезликка эга бўлган тоғ жинсларининг юқори қисмининг чуқурлиги аниқланди (6-расм).

Коннинг геологияси ва тектоникаси, шунингдек, Наугарзан, Марказий, Шимолий ва Жанубий кўчкилар ҳақидаги маълумотлар базаси яратилди.

Ангрен конининг геологик ва геофизик маълумотлар базаси ArcGIS дастурий муҳитида, SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) тадқиқот маълумотлари асосида амалга оширилди, рақамли баландлик модели яратилди, бунда Ангрен майдонида асосий тектоник зоналар ажратилган. Олинган маълумотлар базалари асосида литосфера тузилиши бўлимида ишлаб чиқилган уч ўлчовли яхлит моделларни яратиш методологияси бўйича рельеф ва пойдеворнинг уч ўлчовли сиртлари қурилган. Пойдевор ва рельеф юзасида чиқишлар билан чуқурликда юқори тезликка эга бўлган жисмнинг корреляцияси фазовий кузатилади (5-расм).



5-расм. Ангрен қўнғир кўмир конининг 3D тектоно-геофизик модели

Шундай қилиб, кўчкилар жараёнларининг асосий сабабларидан бири тўғридан-тўғри Ангрен карьерининг ўзи остида 4,5 км чуқурликда “қаттиқ пойдевор” мавжудлиги – бу унинг периферияси бўйлаб шаклланишга ва шунга мос равишда қобиқнинг юқори қатламларида блокларнинг шаклланишига таъсир қилади, намоёнлар ва бўлиниш блоклари, кўчкилар пайдо бўлишига ёрдам беради.

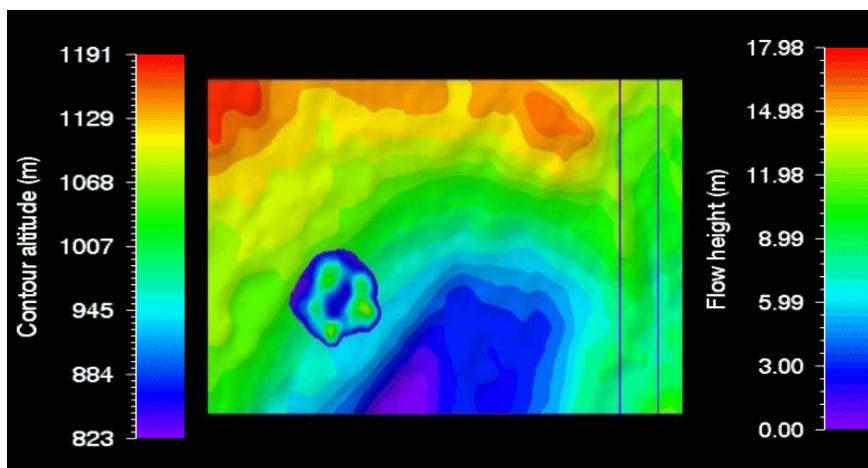
4.5 - бўлимда “RAMMS дастурида “Қўқон” кўчкиси ҳаракатининг динамикасини моделлаштириш” RAMMS (RAPid Mass Movements Simulation) дастурий тўпламидан фойдаланиб, Ангрен қўнғир кўмир очик конининг “Қўқон” кўчкиси массивининг ҳаракат динамикаси

моделлаштирилди. RAMMS Швейцария қор кўчкиси тадқиқот институтининг ривожланиш (WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF) ва оммавий ҳаракатларнинг силжишини ҳисоблаш учун замонавий рақамли симуляция модели (кўчкилар, лой оқими, тош кўчкилар) уч ўлчовли ҳудудда (6-расм). У фойдаланувчиларга симуляция натижаларини осонгина кўриш, намоиш қилиш ва таҳлил қилиш имконини берувчи қулай кўриш воситаси билан бирлаштирилган. RAMMS тизимида қуруқликнинг ички ишқаланиши моделидан фойдаланилади. Бу модел ишқаланиш қаршилигини икки қисмга ажратади: қуруқ Кулон тури ишқаланиш (коэффициент μ), қайси тезлик бўйича нормал кучланиш ва квадрат қаршилик билан ишқаланилади (коэффициент ζ).

Ишқаланиш қаршилиги S (Pa):

$$S = \mu H g \cos(\varphi) + \frac{\rho g U^2}{\xi} \quad (1)$$

бу ерда ρ -сурилма массанинг зичлиги, g – эркин тушиш тезланиши, φ - нишаблик бурчаги, H - сурувчи массанинг кучи, U - сурувчи массанинг тезлиги. Ушбу модел оммавий ҳаракатларни моделлаштиришда кенг қўлланилади ва ҳозирги кунда Швейцарияда узоқ вақт давомида ишлатилган ва калибровка қилинган параметрлар тўплами мавжуд. Минтақамизга мос келадиган μ ва ζ очиш параметрларидан фойдаландик: коэффициент $\mu=0.18$, ҳамда коэффициент $\zeta=5 \text{ м/с}^2$.



6-расм. Қўқон кўчкисининг карьер контуридаги ҳаракат динамикаси

Асосий афзалликлари RAMMS: - ҳаво фотосуратлари, топографик хариталар, симуляция натижалари ва қўшимча маълумотлар тўплamlари учун кенгайтирилган 3D визуализация интерфейси: Қиялик бурчаги, эгрилик, контур параметрларини ҳисоблаш каби ГИС воситалари; сирғалувчи массаларнинг чиқариш майдонини таҳрирлаш; кўчиш масофасини, оқим баландлигини, тезлигини ва масса босимини ҳисоблаш ва жонлантириш; натижаларни Google Earth, ArcGIS ва бошқа воситаларга экспорт қилиш имконини беради.

ХУЛОСА

Диссертация мавзуси бўйича қуйидаги асосий натижалар олинди:

1. Илк бор Ўзбекистонда Ангрэн қўнғир кўмир конининг очиқ карьерда сейсмик мониторинг ишлари амалга оширилган.

Ангрэн қўнғир кўмир конининг очиқ карьерда сейсмик мониторинг ўтказиш техникаси ишлаб чиқилган, натижалар кўчки ҳаракатларини прогноз қилишнинг ишончлилигига ва сифатини оширишга имкон берган.

2. Карьердаги портлашлар, яқин ва узоқ ҳудудларда содир бўлган зилзилаларнинг сейсмограммаларни идентификациялаш орқали илк бор кўчки ҳаракатининг сейсмограммаси олинди. Натижада Ангрэн қўнғир кўмир карьеры сейсмограммалар каталоги яратилди.

3. Кўчкиларнинг суёқ қатламлари ҳамда кўчки ҳаракатининг потенциал хавfli жойлари аниқланди. Очиқ карьерда заифлашган суёқ қатлам зоналарининг мавжудлиги, улардаги ер ёриқлари ва устки қатламни тозалаш ишларини нотўғри ташкил этилганлиги кўчкиларнинг шакилланишига туртки бўлади. Карьер остки қисмидаги кўмир қатламларининг қазиб олинишини кенгайтиши билан силжишлар кўчки жараёнига айланади.

4. Математик моделлаштириш ёрдамида P ва S сейсмик тўлқинларни ажратувчи компьютер дастури ишлаб чиқилган. Натижалар сейсмограммалардаги P ва S тўлқинларининг бошланғич қисмини аниқроқ ажратиш имконини берган.

5. Ангрэн карьерда кўчки жараёнларининг содир бўлишига тўғридан-тўғри таъсир кўрсатувчи карьер остидаги 4,5 км чуқурликда “қаттиқ пойдевор” мавжудлиги, карьер атрофи бўйлаб ҳамда унинг юқори қисмидаги қобиқ қатламларининг фаоллашиши кўчкиларнинг юзага келишида асосий омиллардан эканлиги ўрганилган.

6. RAMMS дастурий мажмуасида Ангрэн қўнғир кўмир карьерининг Қўқон кўчки массивининг ҳаракат динамикаси моделлаштирилди. Рақамли моделлари RAMMS дастурининг 3D визуализацияни олиш имконини берган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ИНСТИТУТЕ СЕЙСМОЛОГИИ**

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

САХОБИДИНОВ РАСУЛЖОН ИСОМИДИНОВИЧ

**СЕЙСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОПОЛЗНЕВЫХ ОПАСНОСТЕЙ
АНГРЕНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО КАРЬЕРА**

04.00.06 – Геофизика. Геофизические методы поисков полезных ископаемых

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам

Ташкент-2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2020.2.PhD/GM85.

Диссертация выполнена в Институте геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.seismos.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Сидорова Ирина Петровна**
доктор геолого-минералогических наук

Официальные оппоненты: **Раджабов Шухрат Сайфуллаевич**
доктор геолого-минералогических наук

Ибрагимов Алишер Хайдарович
кандидат физико-математических наук

Ведущая организация: **ГУ «Институт гидрогеологии и инженерной геологии»**

Защита диссертации состоится «24» августа 2022 г. в 10.00 часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 при Институте сейсмологии, (Адрес: 100128, г.Ташкент, ул.Зулфияхоним, 3 Тел. +99871-241-51-70; +99871-241-74-98; E-mail: seismologiya@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института Сейсмологии (регистрационный номер №1147). (Адрес: 100128, г.Ташкент, ул.Зулфияхоним, 3, Тел.: (99871) -241-51-70.).

Автореферат диссертации разослан «8» августа 2022 г.

(реестр протокола рассылки №10 от «8» августа 2022 г.



К.Н. Абдуллабеков

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.ф.-м.н., академик

З.Ф. Шукуров

Ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней, доктор философии (PhD) по г.-м.н.

С.Х. Максудов

Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.ф.-м.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность исследований. В мировой практике важную роль в предотвращении экономических и социальных потерь играет прогнозирование оползней, которые считаются опасными геологическими процессами. Сегодня в развитых странах мира особое внимание уделяется комплексному изучению состояния горных пород в карьерах и рудниках методами сейсмического мониторинга и геологоразведочных работ. В условиях перехода к рыночной экономике, предъявляющей жесткие требования к снижению себестоимости продукции, одной из актуальных задач является разработка превентивных мероприятий по обеспечению безопасности жизни людей и производственных объектов в оползнеопасных районах.

Сегодня в мире ведутся научно-практические изыскания в области моделирования природных и техногенных процессов, исследования геологических опасностей. В связи с этим моделирование геологических опасностей в карьерах и шахтах при добыче полезных ископаемых методом сейсмического мониторинга, собраны обширные материалы по сейсмическому мониторингу, которые позволяют заранее прогнозировать оползневую опасность, эффективно прогнозировать геологические опасности, тем самым обеспечивая безопасности жизни населения и особое внимание уделяется обеспечению безопасности производственных объектов.

В настоящее время более 95% угля в нашей Республике добывается из Ангренского бурого угольного открытого карьера. В таких условиях за счет оценки строения и состояния угледобывающих массивов методом сейсмического мониторинга, то есть за счет значительного повышения достоверности и качества прогноза, достигнуты определенные успехи в рациональном использовании минерально-сырьевой базы нашей страны. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан поставлены задачи «...ускорения социального развития повышения уровня жизни и доходов населения, необходимо обеспечение комплексного и эффективного использования природных и минеральных ресурсов каждого региона...»¹. В связи с этим, важным является проведение научных исследований в области раннего оповещения об оползневых процессах.

Данная диссертационная работа в определенной степени выполняет задачи, предусмотренные указом Президента Республики Узбекистан от 07.02.2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», а также Постановлением Кабинета Министров от 13.11.2017 г. №909 «О совершенствовании деятельности Государственной службы по слежению за опасными геологическими процессами» и другими нормативно-правовыми актами, принятыми в сфере.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан 20 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики – VIII «Науки о Земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. Многие ученые мира отмечают в своих работах, что оползневая опасность представляет собой серьезную геологическую угрозу для человека и природных ресурсов. Однако проблемы их прогнозирования до конца не решены, так как оползни зависят от многих внешних факторов, таких как землетрясения и осадки, а также от внутреннего геологического строения и морфологии оползня. В последние годы были разработаны методы сейсмического мониторинга, позволяющие лучше изучать и прогнозировать оползневые процессы.

Количество исследований в мире методом сейсмического мониторинга увеличилось за последнее десятилетие: в высокогорье (Amitrano, Levuи др.); гляциальных и карьерных (Wust-Bloch & Joswig, Yangи др.); камнепады или обвалы (Dammeier, Hibert C., и др.); снежные и ледяные лавины (Kishimura & Izumi, Schneider, Lakrua и др.); селевые потоки (Arattano & Deganutti, Burtin и др.); вулканические оползни (De Angelis S. и др.). Отдельные исследования посвящены оценке корреляции сейсмических сигналов и внешних событий, таких как осадки (Helmstetter & Garambois Hibert C., Lakrua и др.).

В Узбекистане исследования оползней, вызванных землетрясениями известны в трудах Ниязова Р.А., в частности, в монографиях 2009 и 2015 годов «Оползни Узбекистана», «Оползни, вызванные Памиро-Гиндукушскими землетрясениями», а также в ряде научных статей в соавторстве с Б.С. Нуртаевым.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательскими работами учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института геологии и геофизики в рамках прикладного проекта FA-A13-T123 «Сейсмический мониторинг геологических опасностей Ангреноского угольного месторождения» (2015-2017 гг.).

Целью исследований является разработка методики сейсмического мониторинга на Ангреноском буроугольном карьере для повышения эффективности прогноза оползневой опасности.

Задачи исследования заключаются в следующем:

создание сейсмической сети для контроля за изменением состояния оползней по периметру Ангреноского буроугольного карьера;

выявление напряженных и ослабленных участков горных пород на оползнях по данным сейсмической станции «Лакколит-24М»;

исследование характерных особенностей записей волновых форм оползней, взрывов в карьере, удаленных и близких землетрясений на основе идентификации сейсмограмм, полученных на сейсмических станциях «КАРС»;

выявление связи землетрясений, взрывов на карьере и оползневых процессов по полученным данным сейсмического мониторинга.

Объектом исследования являются оползни Ангренского бурогоугольного карьера.

Предметом исследований являются сейсмограммы записи волновых форм оползней, взрывов в Ангренском карьере, удаленных и близких землетрясений.

Методика исследований. Задачи решены путем использования комплекса методов, включающего научный анализ материалов сейсмического мониторинга: площадные сейсмологические исследования (МОВЗ); сейморазведочные работы методом преломленных волн (МПВ); обработка полученных данных в программном пакете ArcGIS.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

разработан метод сейсмического мониторинга в открытом карьере Ангренского бурогоугольного месторождения для повышения достоверности и качества прогноза оползней;

созданный каталог сейсмограмм разработан для идентификации сейсмограмм взрывов в карьере, удаленных и близких землетрясений, подвижек оползней;

на основе анализа данных преломленных волн были выделены разжиженные слои с опасностью внезапного оползневого движения;

разработана компьютерная программа с использованием математического моделирования для более точного выделения начальной части продольной (P) и поперечной (S) сейсмических волн.

Практические результаты исследования:

на основе идентификации сейсмограмм по времени установлен кумулятивный эффект землетрясений и промышленных взрывов в карьере на активизацию оползней;

впервые в результате сейсмического мониторинга выявлена сейсмограмма оползня в Ангренском бурогоугольном карьере;

в результате полевых работ, проведенных с помощью сеймостанции «Лакколит-24М», построены скоростные разрезы Наугарзанского и Кокандского оползней в Ангренском карьере;

с помощью программного комплекса RAMMS построена цифровая модель динамики движения оползня Коканд в Ангренском бурогоугольном карьере.

Достоверность полученных результатов. Достоверность полученных результатов фактически подтверждается 634 полученными сейсмограммами при проведении сейсмического мониторинга, включающего площадные сейсмологические исследования и профильные методом преломленных волн, результаты геологических и буровых работ, а также интерпретацией геолого-геофизических баз данных с использованием современного программного обеспечения.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что

использование методов сейсмического мониторинга для оценки движения оползней позволило выявить природные и техногенные факторы, вызывающие оползни, выделить и смоделировать ослабленные геологические структуры оползней.

Практическая значимость определяется установлением совокупного влияния землетрясений и проводимых на карьере промышленных взрывов на активизацию движения оползней, что в определенной степени послужит повышению эффективности прогнозирования оползневой опасности в будущем.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по сейсмическому мониторингу оползневой опасности в Ангренском бурогольном карьере:

методика проведения сейсмического мониторинга на открытом карьере Ангренского бурогольного месторождения внедрена в деятельность Государственной службы по слежению за опасными геологическими процессами (Справка Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам № 06-26 от 30 июля 2021 года). Результаты помогли повысить надежность прогнозирования подвижек оползня;

созданный каталог сейсмограмм внедрен в производственную деятельность Государственной службы по слежению за опасными геологическими процессами (Справка Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам № 06-26 от 30 июля 2021 года). В результате удалось идентифицировать взрывы в карьере, удаленные и близкие землетрясения, сход оползня;

структура Наугарзанского оползня, смоделированная методом сейсмического мониторинга внедрены в деятельность Государственной службы по слежению за опасными геологическими процессами (Справка Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам № 06-26 от 30 июля 2021 года). Результаты позволили выявить разжиженные слои, где есть риск внезапного оползневого движения;

разработана компьютерная программа, позволяющая с помощью математического моделирования разделять сейсмические волны Р и S, была внедрена в деятельность Государственной службы по наблюдению за опасными геологическими процессами (Справка Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам № 06-26 от 30 июля 2021 года). Полученные результаты позволили более точно выделить начальную часть продольных Р и поперечных S волн на сейсмограммах.

Апробация результатов исследования. Данное исследование обсуждалось на 5 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликованы 18 научных работ. Из них 14 тезисов, 3 научных статей и 1 Свидетельство Агентства по интеллектуальной собственности Республики

Узбекистан. В научных изданиях 3, в том числе 2 - в республиканских и 1 – зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объем составляет 114 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность, цели и задачи проведенных исследований, указаны объект и предмет исследований, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты, раскрыты их научная и практическая значимость, приведены результаты внедрения, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации **«Обзор и анализ состояний исследований оползней сейсмическими методами за рубежом и в Узбекистане»** посвящена рассмотрению современного состояния исследований опасных геологических процессов в Республике и за рубежом.

В Узбекистане исследования оползней, вызванных землетрясениями известны в трудах Ниязова Р.А., в частности, в монографиях 2009 и 2015 годов «Оползни Узбекистана», «Оползни, вызванные Памиро-Гиндукушскими землетрясениями», а также в ряде научных статей в соавторстве с Б.С. Нуртаевым. В 2007 г. издательство Springer под эгидой Международного Консорциума по оползням ICL под редакцией К.Sassa, Н.Fukuoka и др. выпустило монографию «Прогресс в науке об оползнях». Этот труд явился результатом, проводимой в Японии с 2002 г. специальным Фондом координации науки и технологии Министерства образования, культуры, спорта проекта «Региональное взаимное воздействие землетрясений и ливней на образование быстрых и протяженных оползневых потоков». В рамках данной программы К.Sassa и Н.Fukuoka рассмотрели геотехнические предпосылки формирования оползней, вызванных землетрясениями.

Многие ученые мира отмечают в своих работах, что оползневая опасность представляет собой серьезную геологическую угрозу для человека и природных ресурсов. Однако проблемы их прогнозирования до конца не решены, так как оползни зависят от многих внешних факторов, таких как землетрясения и осадки, а также от внутреннего геологического строения и морфологии оползня. В последние годы были разработаны методы сейсмического мониторинга, позволяющие лучше изучать и прогнозировать оползневые процессы. Принцип состоит в определении сейсмических источников, индуцирующих движения склонов с использованием сейсмических датчиков. В случае движения склонов эти сигналы могут быть вызваны несколькими механизмами - сжатием и растяжением, образованием трещин, разломов,

возникновением камнепадов или селевых потоков. Сейсмический мониторинг геологических опасностей проводится при разнообразных геологических условиях и для самых разных целей, и количество исследований увеличилось в последнее десятилетие.

Во второй главе диссертации **«Геолого-тектоническое строение Ангреновского угольного месторождения»** представлены геологическая изученность, геолого-тектоническое строение, физико-механические свойства пород и оползневые события в Ангреновском угольном карьере.

В геологическом строении Ангреновского бурого угольного месторождения принимают участие породы палеозойского, юрского, мелового и четвертичного возрастов. Угли Ангреновского месторождения приурочены к породам юрского возраста.

Верхний палеозой. По данным Н.П. Васильковского (1952 г.) и А.С.Аделунга (1958 г.) время образования вулканогенной серии - средний карбон - нижний триас. По северо-восточной границе месторождения расположен крупный лакколит риолитов пермского возраста, прорывающий и перекрывающий более древние порфиритовые туфы акчинской свиты, развитые на остальной части месторождения. Вулканогенные толщи залегают на подстилающих формациях несогласно и представлены чаще риолитами и кварцевыми порфирированными туфами.

Триас-нижняя юра T-J₁^{ан}. Корой выветривания называются каолинизированные породы всех комплексов, залегающие между палеозойскими образованиями, с одной стороны, и юрскими с другой. Наиболее полные ее разрезы развиты в местах перекрытия юрскими отложениями. При залегании пород последующих геологических периодов разрезы коры становятся эпигенетически сокращенными за счет предмеловых и последующих размывов. Естественные выходы коры выветривания на Ангреновском месторождении известны в верховьях Загасан-Сая и на Чушка-Булаке, а также по тектоническому контакту с сузакскими песками на Апартаке. Наиболее широко кора выветривания вскрыта на дне углеразреза.

Меловые отложения - K₂ в Ангрене залегают трансгрессивно и от подстилающих и перекрывающих отложений отделены поверхностями перерывов. Представлены толщей пестроцветных кирпично-красных и зеленоватых известковистых песчаников, алевролитов и мелкогалечных конгломератов, в нижней части разреза содержащих фауну верхнего отдела системы.

Ангреновская депрессия является сложным в тектоническом отношении образованием и представляет собой широкую корытообразную грабен-синклиналь, выполненную комплексом мезозойских и кайнозойских формаций. На севере и на юге депрессия ограничивается тектоническими нарушениями, по которым на нее надвинуты Чаткальский и Кураминский горсты.

В течение многих лет АО «Узбекуголь» силами своих подразделений, а также с помощью привлеченных организаций (ВНИМИ, НИОГР,

ГИДРОПРОЕКТ, ГИДРОИНГЕО, Государственная служба Республики Узбекистан по слежению за опасными геологическими процессами) изучает механизм данных оползневых явлений, разрабатывает и применяет меры по их стабилизации.

Оползни, возникшие в результате техногенных и природно-техногенных процессов на месторождениях полезных ископаемых, можно условно разделить на 6 групп:

1) оползни на склонах, вызванные открытой добычей полезных ископаемых; 2) оползни в бортах карьеров; 3) оползни, связанные со строительством вспомогательных сооружений; 4) оползни, вызванные подземной добычей полезных ископаемых; 5) сдвиги горных пород над выработанными пространствами; 6) карстовые процессы, вызванные разработкой полезных ископаемых.

Образованию оползней в условиях Ангреноского месторождения способствуют наличие ослабленных зон в разрезе покрова, разрывные нарушения горных пород, нарушения технологии при ведении вскрышных и очистных работ. По мере увеличения площадей подземной отработки пластов угля сдвиг перешел в оползневой процесс. Такие ослабленные зоны (ограниченные области в толще горных породах с пониженными показателями прочности, определяющими развитие поверхностей скольжения) могут быть классифицированы с выделением первичных, вторичных и техногенных зон.

ПЕРВИЧНЫЕ ОСЛАБЛЕННЫЕ ЗОНЫ формируются в процессе образования горных пород в различных фациальных условиях. К этому генетическому типу в наших условиях относятся слабые прослои и линзы глинистых пород, контакты разновозрастных и разнотипных пород; пески с большим содержанием глинистых минералов, особенно монтмориллонита. Они занимают большие площади и имеют небольшой наклон. На Ангреноском месторождении связанные с ними нарушения патогенной основы имеют объемы 10-15 млн. м и больше.

ВТОРИЧНЫЕ ОСЛАБЛЕННЫЕ ЗОНЫ. Горные породы в течение их геологического развития подвергаются действию различных тектонических и денудационных процессов, приводящих к изменению состава, состояния и свойств и образованию ослабленных зон. К данной группе относятся зоны тектонических и оползневых деформаций; зоны трещиноватости; глины зон тектонических нарушений; коры выветривания. Они обычно имеют линейное, локальное и площадное (кора выветривания) распространение, и связанные с ними нарушения ландшафтов достигают объемов 20-100 тыс.м³.

ТЕХНОГЕННЫЕ ОСЛАБЛЕННЫЕ ЗОНЫ формируются при разработке месторождений полезных ископаемых. К ним относятся места выхода подземных вод на поверхность при их вскрытии; участки, где борта имеют крутой наклон; участки зоны действия взрыва, зоны обрушенных, деформированных и трещиноватых пород.

В третьей главе диссертации «**Методика исследований**» описана методика проведения полевых исследований и обработки результатов и

методика создания баз данных.

По периметру разреза «Ангренский» была создана сейсмическая сеть точек МОВЗ – зондирования методом обменных волн землетрясений МОВЗ – всего было разбито и закреплено на местности 4 точки МОВЗ, на которых было произведено 15 съёмов измерений.

На подготовительном этапе работ проводился отбор и анализ имеющейся документации об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемого участка, уточнялись физико-механические свойства горных пород, слагающих геологические разрезы. По материалам геологической и гидрогеологической служб на участках потенциально ослабленных наличием тектонических и водоносных горизонтов, прокладывались сейсмические профили с их топографической привязкой.

Специализированные, сейсморазведочные работы по сейсмическому мониторингу проводились сейсмической станцией «КАРС». Расстояние между точками на сейсмических сетях составляло в среднем 2-4 км в зависимости от состояния рельефа.

Трёхканальная сейсморазведочная станция КАРС предназначена для регистрации сейсмических волн в горных породах. При помощи сейсмостанции реализуются методы сейсмического просвечивания методом МОВЗ, продольного профилирования отраженных и преломленных волн.

Обработка данных на первом этапе является важной неотъемлемой частью всего процесса создания баз данных.

На втором этапе будут взаимодействовать следующие блоки (рис.1): 1) СУБД системы управления, созданных векторизированных баз данных по регионам; 2) электронной картографии; 3) генерализации геологических и тектонических карт; 4) интегрированный анализ данных и решение прогнозно – диагностических задач.



Рис.1. Схема комплексной методики выполнения работ по ГИС–проекту

В четвертой главе диссертации «**Результаты работ**» представлены результаты площадных исследований методом сейсмического мониторинга. Специализированные, сейсморазведочные работы по сейсмическому

мониторингу проводились сейсмической станцией «КАРС». Расстояние между точками составляло в среднем 2-4 км в зависимости от состояния рельефа.

В подглаве 4.1 - проведена сравнительная характеристика сейсмических записей (рис.2):

оползни характеризуются слабым первым вступлением, медленным нарастанием амплитуды, максимум амплитуды второго пакета достигается примерно через 7 секунд, длительность записи составляет около 30 секунд, форма записи – слабое вступление, затем максимальная амплитуда на протяжении 14 секунд и быстрое затухание колебания по всем трем составляющим компонентам Z, X, Y;

карьерный взрыв ($S-P=0.9-2$ сек) имеет четкое первое вступление продольной волны, затем на горизонтальных компонентах вступление поперечной волны, превышающей по амплитуде в 4-5 раз амплитуду продольной волны и плавное затухание;

дальние (Памиро-Гиндукушские) глубокофокусные землетрясения имеют четкое двух-трехфазное вступление, затем примерно через 50 секунд на горизонтальных компонентах регистрируется многофазная поперечная волна по амплитуде сопоставимая с продольной волной;

близкие (Таджикские) землетрясения коровые, очаг в земной коре, характеризуются слабой преломленной волной от границы Мохоровичича (М), затем вторая отраженная волна от границы М через 2.5 сек по амплитуде $R_{отр}$ превышает первое вступление в 7 раз. Разность времен вступления продольной и поперечной волны составляет 35 секунд.

Анализ сейсмических записей показал, что оползни отличаются от других сейсмограмм своей спецификой (рис.2).

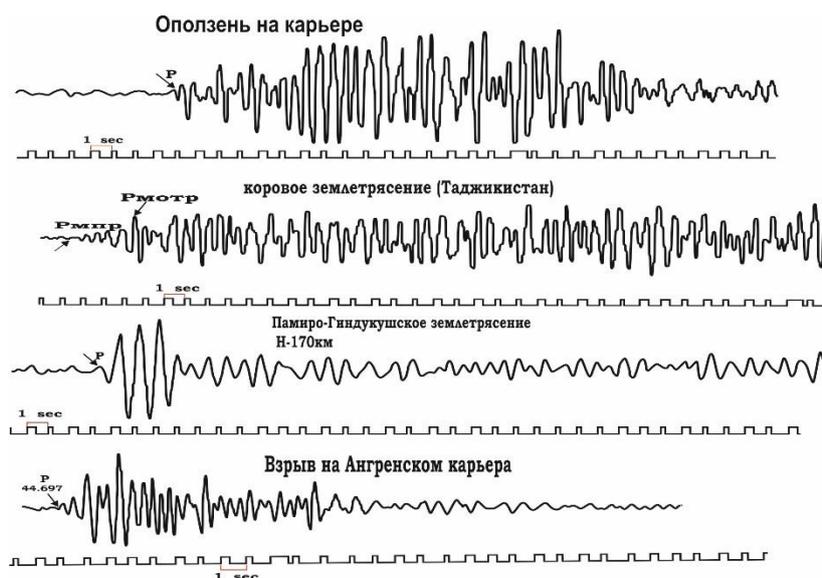


Рис.2. Сравнительная характеристика сейсмических записей

В подглаве 4.2 - «Результаты исследований на оползнях Наугарзан и Коканд» представлены сейсмические профили, полученные на оползнях

Наугарзани Коканд. Использовалась 24-канальная сейсмостанция «Лакколит-24М» и сейсмоприемники GS-20DX. По профилю №1 использовались две полных расстановки (длины) косы (каждая по 24 канала) при шаге между сейсмоприемниками 2м. Длина профиля составила 48м. Возбуждение упругих колебаний осуществлялось с помощью ударов гирей весом 32кг. по 5-6 ударов на каждой точке. Пункты возбуждения на косе - 1, 12, 24, каналы (0, 23, 47 м соответственно). Выносы – (-23) метра от первого канала, 23 метра от последнего канала.

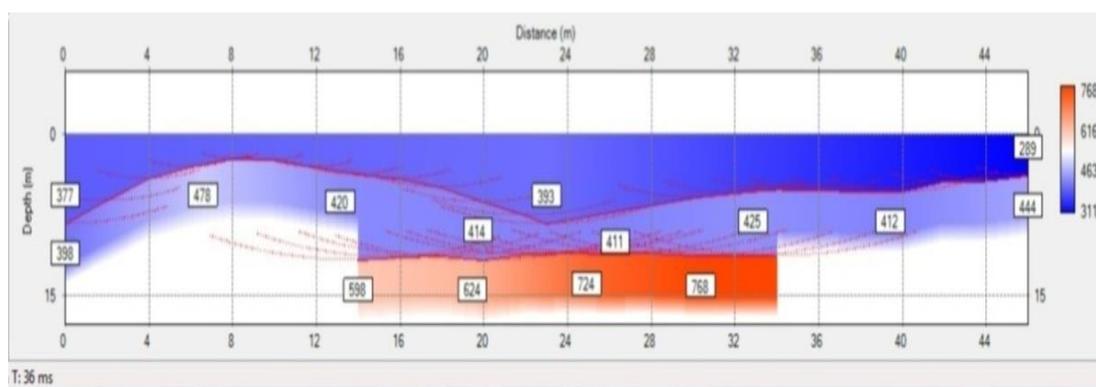


Рис.3. Сейсмический разрез по профилю №1 на оползне Наугарзан

По полученным сейсмограммам корреляционным методом преломленных волн были построены системы встречных и нагоняющих годографов, инверсия которых представлена в виде сейсмического разреза по профилю №1 (рис. 3), на котором показана геометрия границ и скоростные параметры грунтовых толщ. На скоростном разрезе выделяются три слоя - первый с самыми низкими скоростями характеризует насыпной грунт. По неровной поверхности подошвы первого слоя видно, что отсыпка насыпных грунтов на оползне Наугарзан осуществлялась прямо на рельеф, при этом не был убран верхний слой оползня, склонный к разжижению при сильных осадках. Это может ускорить развитие оползневых процессов в рыхлых грунтах при переувлажнении. Зафиксирована кровля более плотных пород: по данным сейсморазведки удалось достаточно уверенно выделить малотрещиноватые породы и менее плотные - раздробленные и выветрелые. Первый слой соответствует насыпным грунтам - глубина залегания от поверхности варьирует от 2 до 7.5 м. и имеет скорости продольных волн (V_p) в пределах от 239 до 393 м/с. Второй слой, со скоростями V_p от 398 м/с до 478 м/с. Третий слой имеет скорости V_p от 598 м/с до 768 м/с, при этом по профилю отмечаются области повышенных значений (на 23 метре профиля), что может свидетельствовать либо об изменении плотности пород, либо об их водонасыщении. Подошва второго слоя относительно ровная и фиксируется на глубине 10-11 м., незначительно варьируя по профилю.

По профилю №2 разрез представлен двумя преломленными границами и тремя скоростными слоями (рис. 4). Мощность первой границы от 1,5 м. до 2

м. Глубина залегания второй границы 14 м., граница имеет горизонтальную форму. Скорости первого сейсмического слоя V_p от 459 м/с до 761 м/с, в данном случае можно предположить, что первый слой - переуплотненный насыпной грунт, имеющий высокую плотность на пункте приема 0 м (суглинок). Скорости второго сейсмического слоя V_p от 853 м/с до 1336 м/с в сравнении с предыдущим слоем являются более высокими и свидетельствуют о возможном водонасыщении (нулевой пункт приема) или излишней уплотненности (пункт приема 6 м. и 46 м.) грунта в данной области. Скорости третьего сейсмического слоя V_p от 1818 м/с до 1842 м/с являются высокими, что характерно для уплотненных или коренных пород.

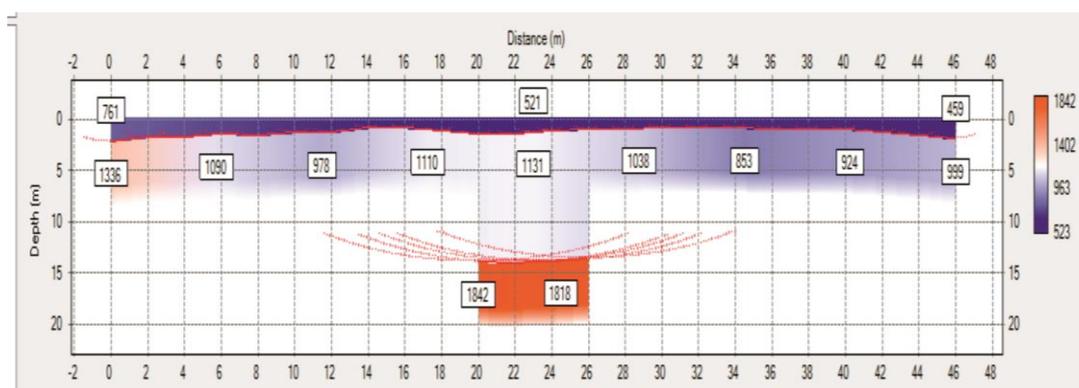


Рис.4. Сейсмический разрез по профилю №2 на оползне Коканд

В подглаве 4.3 - разработана компьютерная программа «Разделение 3D P-S», позволяющая путем математического моделирования разделить сейсмические P, S волны методом теоретического поворота горизонтальных осей сейсмоприемников.

В подглаве 4.4 - «Интегрированная трехмерная тектоно-геофизическая модель Ангреновского бурогоугольного месторождения» создана интегрированная геофизическая модель по Ангреновскому карьеру, включающая трехмерную поверхность рельефа (DEM) и фундамента, а также высокоскоростной выступ, находящийся на глубине 4,5 км.

В семидесятых годах прошлого столетия группой сейсмологов под руководством Е.М. Бутовской при исследовании поля скоростей в Восточном Узбекистане были найдены неоднородности земной коры в виде высокоскоростных включений в верхнюю часть разреза: были получены латеральные и вертикальные контуры высокоскоростных тел. Более точные видна расшифровка морфологии Ангреновского высокоскоростного тела по профилю III-III, полученному группой С.С. Сейдузовой в 1996 году. Нами в 2017 году в результате применения авторской программы «Разделение 3DP-S» была уточнена глубина залегания кровли высокоскоростных пород, которая варьирует от 4,5-5,0 км (рис.5).

Создана база данных по геологии и тектонике месторождения, а также введены данные по оползням - Наугарзан, Центральный, Северный и

Южный. Геолого–геофизическая база данных Ангреновского месторождения реализована в среде ArcGIS, по данным съемки SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) создана цифровая модель рельефа, на которой - в Ангреновском карьере выделяются основные тектонические зоны. По полученным базам данных были построены трехмерные поверхности рельефа и фундамента по разработанной в отделе «Строение литосферы» методике создания трехмерных интегрированных моделей. Пространственно прослеживается корреляция высокоскоростного тела на глубине с выступами на поверхности фундамента и рельефа (рис.5).

Таким образом, основной первопричиной оползневых процессов является существование «твердого цоколя» на глубине 4,5 км. непосредственно под самим Ангреновским карьером - он влияет на образование по его периферии и, соответственно, в верхнекоровых слоях блоков скола и отрыва, способствующих образованию оползней.

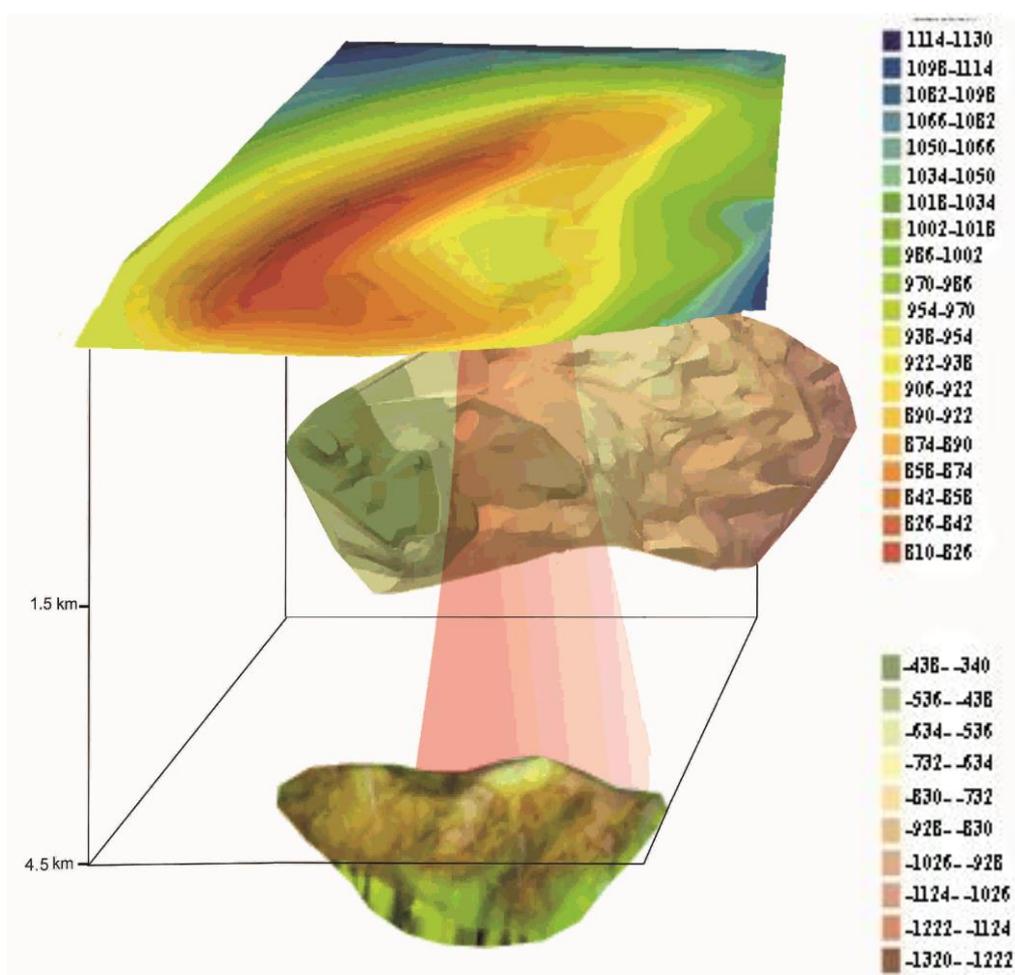


Рис.5. Интегрированная трехмерная тектоно-геофизическая модель Ангреновского бурого угольного месторождения

В подглаве 4.5 - «Моделирование динамики движения оползня «Коканд» в программе RAMMS» с помощью программного пакета RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) смоделирована динамика движения массива

оползня «Коканд» Ангренского буроугольного карьера (рис.6). RAMMS является разработкой Швейцарского института для исследования снежных лавин (WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF) и представляет собой современную численную имитационную модель для расчета перемещения массовых движений (оползни, грязевые потоки, камнепады) в трехмерном варианте. Она сочетается с удобным инструментом визуализации, который позволяет пользователям легко просматривать, отображать и анализировать результаты моделирования.

В системе RAMMS используется модель внутреннего трения оползня. Эта модель делит сопротивление трения на две части: трение сухого кулоновского типа (коэффициент μ), которое масштабируется с нормальным напряжением и квадратичным сопротивлением по скоростям (коэффициент ξ).

Тогда сопротивление трения S (Pa):

$$S = \mu H g \cos(\varphi) + \frac{\rho g U^2}{\xi} \quad (1)$$

где ρ - плотность сползающей массы, g – ускорение свободного падения, φ - угол наклона, H - мощность сползающей массы, U - скорость сползающей массы. Эта модель нашла широкое применение в моделировании массовых движений и используется в Швейцарии в течение длительного времени, и имеет набор откалиброванных параметров. Нами были использованы параметры μ и ξ , соответствующие нашему региону: коэффициент $\mu=0.18$, а коэффициент $\xi=5$ м/с².

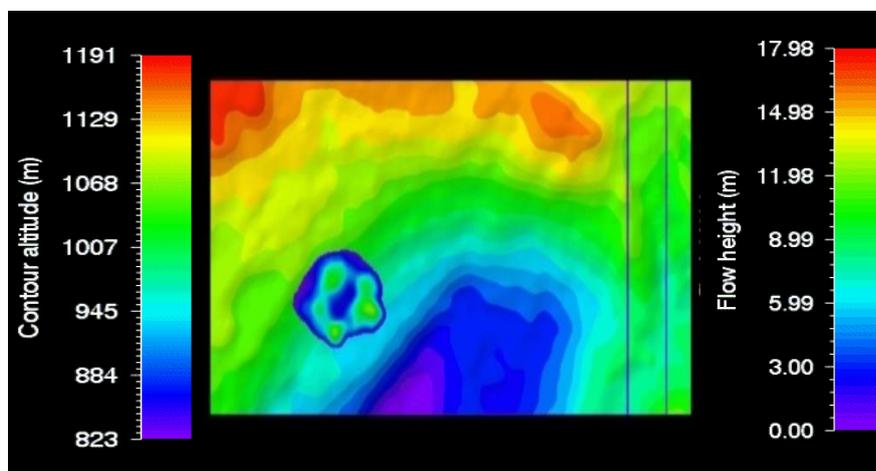


Рис.6. Динамика движения оползня Коканд в контур карьера

Расширенный интерфейс 3D-визуализации программы RAMMS позволяет получать качественные результаты моделирования с дополнительными наборами данных с привязкой. Экспорт результатов в Google Earth, ArcGIS и другие инструменты позволяют построить модели движения оползней на современном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе исследований, проведенных в рамках данной диссертационной работы, сделаны следующие выводы:

1. Впервые в Узбекистане проведен сейсмический мониторинг на открытом карьере Ангреновского бурогоугольного месторождения. Разработана методика проведения сейсмического мониторинга в карьере Ангреновского бурогоугольного месторождения, результаты которого позволили повысить достоверность и качество прогноза подвижек оползня.

2. Впервые получена сейсмограмма движения оползня при идентификации сейсмограмм землетрясений, произошедших в удаленных и близких регионах, взрывов в карьере. В результате был создан каталог сейсмограмм Ангреновского бурогоугольного карьера.

3. Выявлены разжиженные слои оползней, а также потенциально опасные места подвижек оползня. Наличие в открытом карьере ослабленных зон, трещин в грунте и неправильная организация вскрышных работ верхнего слоя приводят к образованию оползней. По мере увеличения подземной отработки пластов угля, сдвигение переходит в оползневый процесс.

4. Разработана компьютерная программа, разделяющая сейсмические Р и S волны с помощью математического моделирования. Полученные результаты позволили более точно выделить вступления продольных и поперечных волн на сейсмограммах.

5. В качестве ключевого фактора изучено наличие «твердого цоколя» на глубине 4,5 км. ниже карьера, непосредственно влияющего на возникновение оползней в Ангреновском карьере, а также активизацию слоев земной коры вокруг карьера и оползней в его верхней части.

6. В программном комплексе RAMMS моделировалась динамика движения Кокандского оползня массива Ангреновского бурогоугольного карьера. Программа RAMMS позволяет получить 3D-визуализацию цифровых моделей.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 AT INSTITUTE OF SEISMOLOGY
INSTITUTE OF GEOLOGY AND GEOPHISICS**

SAKHOBIDINOV RASULJON ISOMIDINOVICH

**SEISMIC MONITORING OF LANDSLIDE HAZARD
ON ANGREN OPEN PIT**

04.00.06 – Geophysics. Geophysical methods of mineral prospecting

**ABSTRACT
of doctor philosophy (PhD) dissertation of geological-mineralogical sciences**

Tashkent-2022

The theme of doctor philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/GM85.

The dissertation has been prepared at the Institute of geology and geophysics.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian, English) languages on the website of the Scientific Council (www.seismos.uz) and on the website of «ZiyoNet» information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific adviser:	Sidorova Irina Petrovna doctor of geological and mineralogical sciences
Official opponents:	Radjabov Shukhrat Sayfullaevich doctor of geological and mineralogical sciences Ibragimov Alisher Xaydarovich candidate of physics and mathematics sciences
Leading organization:	"Institute of hydrogeology and engineering geology" State Institution

The defense will take place «24» August, 2022 at 10.00 the meeting of the Scientific council DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 at Institute of Seismology, (Address: 100128, Tashkent city, Zulfiyakhonim street, 3 Ph.: +99871-241-51-70; +99871-241-74-98; E-mail: seismologiya@mail.ru)

The dissertation can be reviewed at the InformationResourceCenter of the Institute of Seismology (is registered under №1147). (Address: 100128, Tashkent city, Zulfiyakhonim street, 3 Ph.: +99871-241-51-70).

The abstract of the dissertation is distributed on «8» august 2022.

(register of this distributed protocol from №10 dated «8» august 2022).



K.N. Abdullabekov

Chairman of scientific council on awarding of scientific degrees, doctor of physical and mathematical sciences, academician

Z.F. Shukurov

Scientific secretary of scientific council awarding scientific degrees, doctor of Philosophy

S.Kh. Maksudov

Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degrees, doctor of physical and mathematical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research is to develop a seismic monitoring technique for the Angren brown coal open pit to improve the efficiency of landslide hazard prediction.

The object of research are the landslides of the Angren brown coal open pit.

Scientific novelty of the research work is as follows:

developed a method of seismic monitoring in the open pit of the Angren brown coal deposit to improve the reliability and quality of landslide forecasts;

the created catalog of seismograms is designed to identify seismograms of explosions in a quarry, remote and nearby earthquakes, landslide movements;

based on the analysis of refracted wave data, liquefied layers with the danger of sudden landslide movement were identified;

a computer program has been developed using mathematical modeling to more accurately identify the initial part of the longitudinal (P) and transverse (S) seismic waves.

Implementation of the research results:

Based on the scientific results obtained on seismic monitoring of landslide hazard in the Angren brown coal open pit:

the methodology for conducting seismic monitoring at the open pit of the Angren brown coal field has been introduced into the activities of the State Service for Monitoring Hazardous Geological Processes (reference of the State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral Resources № 06-26 dated July 30, 2021). The results helped to improve the reliability of forecasting landslide movements;

the created catalog of seismograms was introduced into the production activities of the State Service for Tracking Hazardous Geological Processes (reference of the State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral Resources No.06-26 dated July 30, 2021). As a result, it was possible to identify explosions in the quarry, distant and nearby earthquakes, landslide descent; the structure of the Naugarzan landslide, modeled by the seismic monitoring method;

the structure of the Naugarzan landslide, modeled by the seismic monitoring method has been introduced into the activities of the State Service for Monitoring Dangerous Geological Processes (reference of the State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral Resources No. 06-26 dated July 30, 2021). As a result, liquefied layers were recorded, due to which there is a risk of a sudden landslide;

the developed computer program, which allows using mathematical modeling to separate seismic waves P and S, was introduced into the activities of the State Service for the Monitoring Dangerous Geological Processes (reference of the State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral Resources No. 06-26 dated July 30, 2021). The results allowed a more accurate separation of the initial part of the P and S waves in the seismograms.

The structure and volume of the thesis. Thesis consists of the introduction, four chapters, the conclusion, the list of the used literature and one graphic annex. The volume of the thesis is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙЎАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Атабаев Д.Х., Сахобидинов Р.И. Глубинное строение земной коры Южной части Узбекистана. Вестник НУУз, 2015. №3/2. С. 166-168. (04.00.00; №7)

2. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И., Исроилов Х.Б., Набиева С.Х., Хидоятлова Н.М. Первые данные по сейсмическому мониторингу оползневой опасности Ангреноского бурогоугольного месторождения. Геология и минеральные ресурсы, 2016. №6. С.56-60. (04.00.00; №2)

3. Sidorova I.P., Saxobidinov R.I. Seismic monitoring of landslide hazard on Angren open pit (Eastern Uzbekistan). "International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences" A Tri-annually Published, Online international Journal 2019: India No3 September-December 2019. p. 1-7. (04.00.00; №7)

II бўлим (II часть; partII)

4. Сидорова И.П., Ражапов Л., Сахобидинов Р.И., Инатов Н.К., Набиева С.Х. Свидетельства Агентства по интеллектуальной собственности РУз на программный продукт «Разделение 3D P-S» №DGU05454 от 18.05.2018.

5. Сидорова И.П., Игамбердиев Э.Э., Якубов С.И., Абдужалилов Т.Р., Каримова Г.Г., Исроилов Х.Б., Инатов Н.К., Умарова М.Э., Хидоятлова Н.М. Сейсмический мониторинг оползневой опасности на Ангреноском угольном карьере / Материалы международной конференции «Актуальные проблемы современной сейсмологии» Узбекистан, Ташкент 2016. С. 576-581.

6. Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Изучение геологического строения вдоль профиля Гузар-Сурхан по геофизическим данным (ЮЗОГ). Сборник тезисов слета молодых специалистов «Геопоклоение XXI века», Газалкент 2015. С. 47-49.

7. Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Применение сейсмического метода при изучении геологических опасностей на Ангреноском угольном карьере. Сборник тезисов слета молодых специалистов «Геопоклоение XXI века», Ташкент 2016. С. 75-77.

8. Сахобидинов Р.И., Сахобидинова О.И. Компьютерные технологии для решения геологических задач. Сборник тезисов V Международной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий-Аль-Хорезми» Бухара, Узбекистан, 9-10 ноября 2016. С. 54-55.

9. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Сейсмический мониторинг оползневой опасности на Ангреноском угольном месторождении (Восточный Узбекистан). Материалы VII международного симпозиума

«Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов». Бишкек 2017. С. 191-193.

10. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Геофизические исследования потенциала Акташской антиклинали на углеводородное сырье. Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». Ташкент 2017. С. 131-133.

11. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И., Абдуазимходжаев А.Н., Ражапов Л. Мониторинг оползневой опасности на Ангренском карьере (Восточный Узбекистан). Тезисы докладов международной Юбилейной научной конференции "Воздействие внешних полей на сейсмический режим и мониторинг их проявлений" Бишкек 2018. С. 97-101.

12. Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Глубинные сейсмогеологические условия Байсунской впадины. Материалы международной конференции «Науки о земле» Ташкент 2018. С. 32-34.

13. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И., Ражапов Л. Методы устранения сложностей при интерпретации сейсмограмм с горизонтальными составляющими от взрывов и землетрясений. Международная научная конференция геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии. Ташкент 2018, С. 243-247.

14. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И., Ражапов Л. Методы устранения сложностей при интерпретации с тремя составляющими от взрывов и землетрясений. Международная научная конференция геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии. Ташкент 2018. С. 248-252.

15. Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Глубинное строение северо-западной части ЮЗОГХ. Сборник тезисов международной конференции молодых ученых «Наука и инновации» Ташкент 2019. С. 173-174.

16. Сидорова И.П., Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Поверхностные и глубинные сейсмогеологические условия Юго-Западных отрогов Гиссарского хребта (на примере Акташской антиклинали). Материалы международной конференции «Проблемы геологии и расширение минерально-сырьевой базы стран Евразии». Казахстан 2019. С. 111-116.

17. Инатов Н.К., Сахобидинов Р.И. Глубинные сейсмогеологические условия Байсунской впадины. Сборник статей VII международной научно-практической конференции «Global science and innovations 2019: Central Asia». Нур-Султан, Казахстан 2019. С. 79-82.

18. Sidorova I., Sakhobidinov R., Inatov N. Seismic monitoring of landslide hazard on Angren open pit / /In: Islamov B.F., Nurtaev B.S. (Eds) Geosciences, State Enterprise "Scientific-Research Institute of Mineral Resources", Tashkent, 2020, pp. 206-211.

Автореферат «Сейсмология муаммолари» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди

Босишга рухсат этилди: 4.08.2022 йил
Бичими: 60x84 ^{1/16}, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,5. Адади 100. Буюртма: № 165
Тел: (99) 3832 99 79; (99) 817 44 54

Гувоҳнома reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.
Манзил: Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6 уй.