



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

SEYSMOLOGIYA VA SEYSMOMETRIYA

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

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**

“SEYSMOLOGIYA VA SEYSMOMETRIYA”

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.
tayyorlandi.

Tuzuvchi: A.X.To‘xtasinov – O‘zMU, “Geofizika” kafedrasini mudiri, g.-m.f.f.d (PhD)

D.D.Xusanbayev – O‘zMU, “Geofizika” kafedrasini dotsent v.b., g.-m.f.f.d (PhD)

Taqrizchi: O‘zMU, Geologiya va muxandislik geologiyasi fakulteti, g.-m.f.f.d.
prof.-D.X.Atabayev, “Ilg‘or texnologiyalar markazi Geofizika va nanominerologiya 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.....	16
III. NAZARIY MATERIALLAR.....	19
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	71
V. KO‘CHMA MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	77
VI. KEYSLAR.....	80
VII. MUSTAQIL TA‘LIM MAVZULARI.....	82
VIII. GLOSSARIY	83
IX. ADABIYOTLAR RO‘YXATI	85

I. ISHCHI DASTUR

KIRISH

Ushbu dastur 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, seysmologiya va seysmometriya asoslarini o'zlashtirish, seysmik rayonlashtirishning asosiy maqsadlaridan foydalanish bo'yicha tegishli bilim, ko'nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo'naltirilgan. Qayta tayyorlash va malaka oshirish kursining o'quv dasturi quyidagi modullar mazmunini o'z ichiga qamrab oladi:

Modulning maqsadi va vazifalari

“Seysmologiya va seysmometriya asoslari” moduli maqsadi pedagog kadrlarning o'quv-tarbiyaviy jarayonlarini yuqori ilmiy-metodik darajada ta'minlashlari uchun zarur bo'ladigan kasbiy bilim, ko'nikma va malakalarini muntazam yangilash, kasbiy kompetentligi va pedagogik mahoratining uzluksiz rivojlanishini ta'minlashdan iborat.

Modulning vazifalari:

“Seysmologiya va seysmometriya” 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;

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

Kurs yakunida tinglovchilarning bilim, ko'nikma va malakalari hamda 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:

Tinglovchi:

- “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'sish tamoyillariga asoslangan yuqori iqtisodiy o'sish dasturlari va ularning amaliyotga tadbqiq 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;
- seysmologiya va seysmometriya asoslari, maqsadi va vazifalarini;
- seysmologiya va seysmometriyaning tarixiy rivojlanishi, seysmologiya bo‘yicha ijod qilgan buyuk olimlar va tarixiy shaxslarni;
- zilzilalarni qayd etish va lokalizatsiyalash uchun yasalgan tarixiy uskunalarni;
- tarixda sodir bo‘lgan kuchli va vayronkor zilzilalarni;
- paleoseysmologiya, plitalar tektonikasi, subduksiya, obduksiya, benoff zonalarini;
- zilzilalarni turlari: tektonik, vulqon, texnogen, o‘pirilish va meteorit kelib tushushini;
- zilzilalarning taqsimlanish geografiyasini;
- seysmoaktiv kamarlar, zonalar va yer yoriqlarini;
- tsunamining tezligi va jadalligini;
- seysmik rayonlashtirish turlarini;
- umumiy seysmik rayonlashtirish USR (OS)ni;
- mukammal seysmik rayonlashtirish MSR (DSR)ni;
- mikroseysmik rayonlashtirish (SMR)ni;
- turli seysmik rayonlashtirish xaritalarining maqsadlari, vazifalarini;
- epitsentr va epitsentral masofa, forshok va aftershoklarni;

- elastik, Hajmli, Sirt to‘lqinlar, zilziladan hosil bo‘lgan to‘lqinlarni;
 - zilzilalar geografiyasini;
 - OSR, DSR va SMR xaritalarini tuzishning uslubiyatini;
 - seysmologik sharoit, tektonik strukturalar, yer yoriqlari va ularning rolini;
- Seysmik rayonlashtirish uslublarini;
- umumiy seysmik rayonlashtirish asoslarini;
 - SNiP, GOST hamda ISO talablari va ularning yillar bo‘yicha o‘zgarishini **bilishi** lozim.

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;
- masofaviy 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 intellektidan 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)ini nazorat qilish;
 - baholashning miqdor va sifat tahlilini amalga oshirish;
 - aholining zilziladan himoyalash va inshootlarni seysmik rejalashtirishda seysmologiyaning ahamiyatini yoritib berish;
 - umumiy seysmik rayonlashtirish xaritalaridan foydalanish;
 - umumiy va tafsiliy seysmik rayonlashtirish xaritalarini tuzishda seysmogen zonalar xaritalarini qo‘llash;
 - o‘lchov olib borish sharoitidagi farqlarni ajratish;
 - tarqalish va to‘planish usullari yordamida zilzilalarni epitsentirini aniqlash
- 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 kompetentsiyalarni 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 istiqbollarini 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;
- baholash turlari, tamoyillari va mezonlarini;
- yerning hozirgi reliefi shakllanishida zilzilalarning o'rnini ochib berish;
- kichik deformatsiyalar nazariyasini o'zlashtirish;
- seysmik dalillar bo'yicha yer qobig'ining tuzulishini o'rganish;
- maydonlarning seysmik holatini rejimli kuzatishlarini tashkillashtirishda seysmogen zonalar xaritalarini qo'llash;
- seysmik rayonlashtirishda yakuniy xaritalarni tuzish;
- qurilish hajmiga ko'ra standartlashni tanlash **malakalariga** ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- 2030-yilgacha O'zbekiston Respublikasining yashil iqtisodiyotga o'tish va ekologik barqarorlikga erishish strategiyasi mohiyati bilan tanishish;
- "Yashil" va inklyuziv iqtisodiy o'sish tamoyillariga asoslangan yuqori iqtisodiy o'sish dasturlarini amaliyotga tadbiq 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 istiqbollari yoritib berish;
- pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning nazariy asoslarini amaliyotga tatbiq 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;
- baholash turlari, tamoyillari va mezonlarini;
- quruqlikda va suvlikda zilzilalarni birlamchi va ikkilamchi namoyon bo'lishini o'rganish;
- kuchlanganlik holatining tahlilini amalga oshirish;

- yer ostida seysmik to‘lqinlarni qaytishi va sinishini o‘rganish;
- seysmik faolligi xaritasi tuzish jarayonida approssimatsiyalovchi funksiyaning xarakterini tanlash;
- Kmax, tebranish, maydalanganlik xaritalarini tuzish;
- deterministik yondashuv, ehtimoliy yondashuv, ehtimoliy-deterministik yondashuvlardan foydalanish va ularning bir biridan farqlash **kompetensiyalariga** ega bo‘lishi lozim.

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

Modulni o‘qitish ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

- modulni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

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

“Seysmologiya va seysmometriya asoslari” moduli mazmuni o‘quv rejadagi “Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi va jamiyatning ma’naviy asoslari”, “Oliy ta’limning normativ huquqiy asoslari hamda tizimda korrupsiya va manfaatlar to‘qnashuvining oldini olish”, “Pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalar”, “Ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish”, “Pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish”, “Ta’lim sifatini ta’minlashda baholash metodikalari”, “Seysmik rayonlashtirishning asosiy maqsadlari” mutaxassislik o‘quv modullari bilan uzviy bog‘langan holda pedagoglarning ta’lim jarayonida kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta’limdagi o‘rni

“Seysmologiya va seysmometriya asoslari” modulini o‘zlashtirish orqali tinglovchilar ta’lim jarayonini tashkil etishdagi texnologik yondoshuv asoslarini, bu boradagi ilg‘or tajriba va yangiliklarni o‘rganadilar, ularni taxlil etish, amalda qo‘llash va baholashga doir kasbiy yutuqlarga ega bo‘ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Mavzu nomi	Jami	Auditoriya uquv yuklamasi		
			Nazariy	Amaliy	Ko'chma mashg'ulot
1.	Seysmologiya va seysmometriya asosolari. Fanning maqsadi va vazifalari.	2	2		
2.	Seysmologiya va seysmometriyaning tarixiy rivojlanishi.	2	2		
3.	Zilzilalarning taqsimlanish geografiyasi.	2	2		
4.	Elastik nazariyasi, Zilziladan hosil bo'lgan to'liqlar.	8	2		6
5.	Seysmogrammalarni qayta ishlash to'liqlarni ajratish, sust zilzilalar yozmalari bo'yicha keladigan bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar vaqtini aniqlash.	4		4	
6.	Zilzila epitsentri qurish.	8		2	6
7.	Zilzila takrorlanish grafigini hisoblash.	2		2	
	Jami 28 soat	28	8	8	12

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu. Seysmologiya va seysmometriya asosolari. Fanning maqsadi va vazifalari. (2 soat)

Seysmologiya fanining vazifasi. Aholining zilziladan himoyalash va inshootlarni seysmik rejalashtirishda seysmologiya ahamiyati.

2-mavzu. Seysmologiya va seysmometriyaning tarixiy rivojlanishi. (2 soat)

Tarixda sodir bo'lgan kuchli va vayronkor zilzilalar. Yerning hozirgi reliefi shakllanishida zilzilalarning o'ri. Zilzilalarni qayd etish va lokalizatsiyalash uchun yasalgan tarixiy uskunalar.

3-mavzu. Zilzilalarning taqsimlanish geografiyasi. (2 soat)

Seysmoaktiv kamarlar. Seysmoaktiv zonalar va yer yoriqlari. Zilzilalarni turlari: tektonik, vulqon, texnogen, o'pirilish va meteorit kelib tushushi.

4- mavzu. Elastik nazariyasi, Zilziladan hosil bo'lgan to'lqinlar. (2 soat)

Seysmologiyada elastiklik nazariyasini dastlabki qo'llanilishi. Kichik deformatsiyalar nazariyasi. Kuchlanganlik holatining tahlili. Kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'liqlik.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Seysmogrammalarni qayta ishlash to'lqinlarni ajratish, sust zilzilalar yozmalari bo'yicha keladigan bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar vaqtini aniqlash. (4 soat)

2-amaliy mashg'ulot: Zilzila epitsentrini qurish. (2 soat)

3-amaliy mashg'ulot: Zilzila takrorlanish grafigini hisoblash. (2 soat)

KO'CHMA MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

“Elastik nazariyasi, Zilziladan hosil bo'lgan to'lqinlar” (6 soat) va “Zilzila epitsentrini qurish” (6 soat) mavzular bo'yicha ko'chma mashg'ulotlar zamonaviy jihozlar hamda innovatsion texnologiyalarni qo'llab faoliyat yuritayotgan ishlab chiqarish korxona va tashkilotlari, oliy ta'lim muassasalari, iqtisodiyot tarmoqlari, ilmiy-tadqiqot va loyiha-konstruktorlik muassasalarida olib boriladi.

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 tinglovchilar 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 suhbatl” metodi

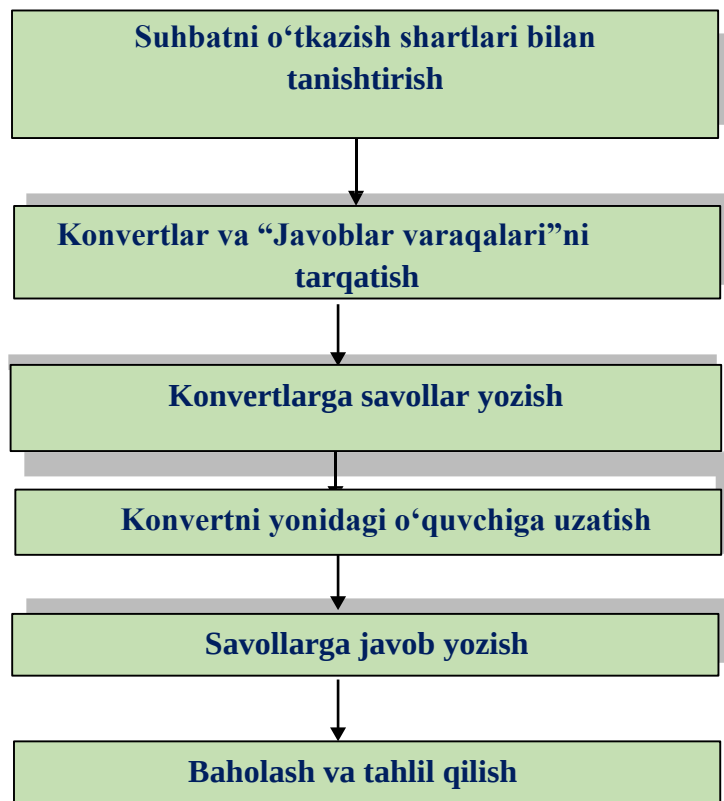
Aylana stol atrofida berilgan muammo yoki savollar yuzasidan ta’lim oluvchilar tomonidan o‘z fikr-mulohazalarini bildirish orqali olib boriladigan o‘qitish metodidir.

“Davra suhbatl” 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 ishon tirish, 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. Seysmologiya va seysmometriya asoslari. Fanning maqsadi va vazifalari. (2 soat)

Reja:

- 1.1. Seysmologiya asoslari maqsad vazifalari.
- 1.2. Zilzilaning ko'rsatadigan talofatlari.

Seysmologiya – bu Yerning ichki tuzilishi, zilzilalarning kelib chiqish sabablari, tarqalishi va ularning oqibatlarini o'rganuvchi fan sohasi hisoblanadi. Seysmometriya esa zilzilalar vaqtida hosil bo'ladigan seysmik to'lqinlarni qayd etish, o'lchash va tahlil qilish bilan shug'ullanadi. Mazkur fanlarning asosiy vazifasi – insoniyat hayoti va xo'jalik faoliyatida seysmik xavfsizlikni ta'minlashdir.

1. Seysmologiya asoslari

Zilzilalar Yer qobig'ida to'planib qolgan elastik kuchlarning birdaniga ajralib chiqishi natijasida sodir bo'ladi. Zilzilalarni kelib chiqishiga ko'ra bir necha turlarga ajratish mumkin: tektonik, vulqon, texnogen, o'pirilish va meteorit kelib tushishi. Ularning har biri turli seysmik kuch va oqibatlariga ega.

2. Seysmometriya asoslari

Seysmometriya zilzilalarni qayd etuvchi asboblari – seysmograflar yordamida amalga oshiriladi. Seysmograf zilziladan hosil bo'lgan to'lqinlarning amplitudasi, chastotasi va davomiyligini qayd etadi. Bugungi kunda raqamli seysmik stansiyalar keng qo'llanilmoqda.

4. Fanning maqsadi va vazifalari

Seysmologiya va seysmometriya fanlarining asosiy maqsadi – zilzilalarni chuqur o'rganish, prognozlash, seysmik xavfsizlik choralari ishlab chiqish va ularni amaliyotda qo'llashdir. Shuningdek, bu fanlar yordamida Yer qobig'i va mantiyaning ichki tuzilishi haqida muhim ma'lumotlar olinadi.

Seysmologiyaning asosiy vazifalari

- Zilzilalarni qayd etish va kuzatish.
- Zilzila manba zonalarini aniqlash.
- Zilzilalarning kuchi va magnitudasini hisoblash.
- Seysmik xavf va seysmik rayonlashtirish xaritalarini tuzish.
- Zilzilabardosh inshootlar qurish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

5. Seysmologiyaning amaliy ahamiyati

Seysmologiya fani qurilishda zilzilabardosh inshootlarni loyihalashda, konchilik ishlarida xavfsizlikni ta'minlashda va global monitoringda muhim ahamiyat kasb etadi. Dunyo bo'ylab seysmik faol zonalar aniqlangan va ularning xaritalari ishlab chiqilgan.

6. O'zbekiston va Markaziy Osiyoda seysmologik tadqiqotlar

Markaziy Osiyo hududi yuqori seysmik faollikka ega. O'zbekiston hududida Toshkent, Andijon, Farg'ona vodiysi kabi hududlar eng faol seysmik zonalar qatoriga kiradi. Respublikada Seysmologiya instituti faoliyat yuritib, muntazam monitoring olib boradi.

2. Seysmik to'liqlar

Zilzila vaqtida hosil bo'ladigan to'liqlar bir nechta turga bo'linadi: P-to'liqlar (birlamchi), S-to'liqlar (ikkilamchi) va yuzaki to'liqlar. Har bir to'liqning tarqalish tezligi va amplitudasi turlicha bo'ladi.

Seysmologiya va seysmometriya fanlari zilzilalarni o'rganishda, ularni oldindan prognozlashda va insoniyatni seysmik xavfsizlik bilan ta'minlashda alohida ahamiyatga ega. Bugungi kunda ilm-fan taraqqiyoti tufayli raqamli seysmologiya, sun'iy intellekt asosidagi prognozlash va global monitoring tizimlari keng qo'llanmoqda.

1.2. Zilzilaning ko'rsatadigan talofatlari

Insoniyat o'zining butun tarixiy taraqqiyoti mobaynida ko'p yer qimirlashlarni boshidan kechirgan, uning zararli oqibatlarini guvohi bo'lgan. Uzoq tarixiy saboq, ya'ni yer qimirlashlari insonlarning ruhiy holatiga bo'lgan ta'siri, imorat va inshootlarning buzilishi, (yer sathida yoriqlarning va bloklarning paydo bo'lishi) yuz bergan hodisaning kuchini baholashga o'rgatadi.

- Bizning hududimizda asosan 2 turdagi yer qimirlashi kuzatilgan:
- uzoq davrli 1,5-2,5 min davom etadigan:
- yuqori chastotali tebranishli 1,5-2,5 sek davom etadigan.

Uzoq davrli yer qimirlashida tebranish sekin - asta kuch yig'adi va u ko'p qavatli binolar uchun xavfli hisoblanadi. Yuqori chastotali yer qimirlanishi energiyasi qisqa davr ichida ajralishi tufayli oqibatlari ayanchli bo'lishi mumkin, sababi agar noto'g'ri harakat qilinsa ko'p qurbonlikka olib kelishi mumkin. Yer qimirlashining asosiy ko'rsatkichlari - silkinish markazining chuqurligi va tebranishni qancha muddatda takrorlanishida.

Zilzila natijasida inshootlarga jiddiy talafot etishining yoki vayron bo'lishining asosiy sababi ko'pgina hollarda, fizik jarayon rezonans hodisasi bilan bog'liqdir. Bunda majburiy tebranishlar (zilzila vaqtidagi) chastotasi bilan xususiy tebranishlar (inshootning tebranishi) chastotasining mos kelishi natijasida tebranishlar amplitudasining keskin ortib ketish hodisasiga rezonans deyiladi. Demak zilzila to'liqini kelayotgan tomonga inshoot

harakat qilsa tebranish chastotalari teskari holda mos keladi va bir -birining ta'sir kuchini so'ndiradi. Aksincha bo'lsa masalan inshoot harakatlanayotgan tomonga zilzila to'liqini harakat qilsa uning harakatini tezlashtiradi va amplituda ortishiga olib keladi va inshoot tez vayron bo'ladi.

Inshootlar ko'radigan talafotlari quyidagicha tavsiflanadi

1-darajali talafot. Bunda engil shikastlanishlar yuz beradi. Imorat devorlarida ingichka darzlar hosil bo'ladi, devor suvog'i bo'laklari to'kiladi.

2-darajali talafot. Og'ir bo'lmagan shikastlanishlar sodir bo'ladi, devorlarda katta bo'lmagan yoriqlar paydo bo'ladi, mo'rkonlar buziladi.

3-darajali talafot. Inshootlarda og'ir shikastlanishlar yuz beradi, devorlarda katta va chuqur yoriqlar paydo bo'ladi, mo'rkonlar to'liq buziladi.

4-darajali talafot. Imorat va inshootlarning ichki devorlarining to'liq buzilishi yuz beradi.

5-darajali talafot. Imorat va inshootlarning to'liq buzilishi sodir bo'ladi.

Imorat va inshootlarning konstruksiyasi va qurilish materiallariga qarab tavsiflanishi:

A - guruh - hom g'isht, pahsa devorli imoratlar;

B - guruh – pishiq g'ishtdan qurilgan inshootlar;

V guruh - temir-beton sinchli va yog'ochdan qurilgan inshootlar.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda Davlat standarti tomonidan imoratlar guruhining har bir ballda ko'radigan talafoti darajalari rasmiylashtirib qo'yilgan.

Jumladan:

6 ball - yer qimirlash jarayonida A - guruhga mansub inshootlar 2-darajali talafot, B guruh inshootlari 1-darajali talafot ko'radi.

ball - A - guruhdagi inshootlar 5-darajali, shuningdek B - guruhdagi inshootlar ham 3-darajali talafot ko'radi.

ball - A guruhdagi inshootlar 5-darajali, B guruhdagi inshootlar ham 3-4 darajali, V - guruh inshootlari 2-darajali talafot ko‘radi.

ball - B - guruhdagi inshootlar 4- darajali, shuningdek V - guruhdagi inshootlar ham 4-darajali talafot ko‘radi.

ball - B guruhdagi inshootlar 5-darajali, V guruhdagi inshootlar 4-darajali talafot ko‘radi.

ball - guruhdagi inshootlar to‘liq qulaydi. Tog‘ jinslarining tik va gorizontal yo‘nalishdagi harakati kuzatiladi.

ball - amalda yer yuzasida hech qanday inshoot qolmaydi, relyef buzilib notekisliklar yuzaga keladi.

Yuqorida keltirilgan talafot darajalarini tahlil qilib shunday xulosaga kelish mumkinki, u yoki bu ballarda zilzila sodir bo‘ladigan seysmik faol hududlarda - ko‘riladigan talafot darajasini hisobga olgan qolda, faqat ma’lum guruhdagi inshoot va imoratlar qurilishi lozim deganidir.



1.1 –rasm. Vane shahri 2011 yil 24 oktabrdagi zilziladan bir kun keyin

(Caner Ozkan olgan surat)

Respublikamizning yirik markaz shaharlaridagi ko'p qavatli inshootlarning 1 qavatiga turli xildagi maishiy xizmat ko'rsatish uylari va boshqa shunga o'xshash tuzilmalarni tashkil qilish maqsadida uylarning birinchi qavatida devorlariga o'zgartirishlar kiritilgan holatlarni juda ko'p kuzatganmiz. Lekin bitta narsani unutib qo'yyapmizki, buning oqibatida ularning seysmik bardoshligi kamayishiga olib kelishi mumkin. Masalan 2011 yil 23 oktyabr, Turkiyaning Vane shahrida sodir bo'lgan zilzila natijasida vayron bo'lgan 4 qavatli uyning faqat 1 qavatida xuddi shunday holat sababli bino qulagan va uning qolgan 2, 3, 4 - qavatlarining hattoki yaxlitligi buzilmagan (10.1 - rasm).

Zilzila keltiradigan talafot inshootning turiga, konstrukciyasiga bog'lik bo'lishi bilan bir qatorda, qurilish maydonlarining muhandislik - geologik sharoitiga, tog' jinslari turlarining mustahkamligi darajasiga, xossa va xususiyatlariga, grunt hossalari, tarkibi, g'ovakligi, o'tkazuvchanligi, yer osti suvlarining chuqurligiga qarab, seysmik to'liqlarning tarqalish tezligi va zilzila kuchi ham turlicha bo'ladi. Zilzila sodir bo'lishi mumkin bo'lgan seysmik rayonlarda yer osti suvlari sathining ko'tarilishiga qat'iy e'tibor berish lozim, Masalan grunt suvlar sathi ko'tarilishi va buning oqibatida bino va inshootlar grundi (zamini) ezilishi mumkinligi haqida bir qancha olimlarning maqolalarida ma'lumotlar keltirilgan. Masalan: Seysmik ballilik qiymatining farqi muhandislik-geologik sharoitining komponentlariga bog'liqligi (Mavlonov G.A., va boshq 1964 y.), seysmik ballilik qiymati grunt sharoitlariga bog'liqligi (S.V.Medvedev 1952 y.) va boshqalar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Ushbu holat Respublikamizning ayrim shaharlarida ham kuzatilganligi qayd qilingan. Masalan yer osti suvlari ta'sirida ezilgan yoki namlangan soz tuproq va qumtoshlar zilzila kuchini 1-ballgacha oshirishi, ohaktosh granit kabi tog' jinslari esa zilzila kuchini 1-2 ballgacha kamaytirishi mumkin.

Inshootlarni zilzilaga nisbatan mustahkamligini oshirishga qaratilgan choratadbirlar Kuchli zilzilalar sodir bo'ladigan hududlarda bino va inshootlarni antiseysmik choralar, konstruksiyalar qo'llagan holda, zilzilaga bardoshli qilib qurish qurulish ishlarining muhim vazifalaridan biridir.

Eski va mustahkam inshootlarni emirilmasligini oldini olib, ularni mustahkamlash, ta'mirlash zarur. Inshootlarning elementlari bir-biri bilan mustahkam bog'lanib, yahlit bir butun bo'lishlari kerak.

Inshootlarni havfsizligini ta'minlash maqsadida yangi qurilayotgan va eski imoratlar uchun amaliyotda qabul qilingan me'yorlarga rioya qilish va uni amalga oshirish choralari ko'rish kerak. Hozirgi kunda zilzila monitoringini, uni sodir bo'lishini bashorat qilish Fanlar akademiyasi Seysmologiya ilmiy-tekshirish instituti olimlari va Davlat seysmologiya xizmati xodimlari tomonidan amalga oshirilmoqda.

Qurilish maydonining zilzilaga bardoshlilikini aniqlash maqsadida aholi yashaydigan yirik joylarda hamda katta ahamiyatga ega bo'lgan sanoat, gidrotexnik va meliorativ qurilish ob'ektlarida mahsus geologik, gidrogeologik va muhandislik geologik tadqiqotlarni olib boradi. Shu hududlar bo'yicha seysmik mikrorayonlashtirish xaritasi tuziladi. Bunday haritalar maydonlarning zilzilaga nisbatan mustahkamligini va qurilish ishlari olib borish uchun qulay bo'lgan maydonlarni ajratishda foydalaniladi. Bu esa quriladigan inshootlarning mustahkamligini ta'minlashning asosiy garovidir.

Binolarni qurishda ularning zaminini tashkil qilgan tog' jinslarining tarkibi, tuzilishi va muhandislik geologik hossalarga katta e'tibor qaratish lozim. har xil yo'llar bilan ularning mustahkamligi oshiriladi. Tajribalardan ma'lum bo'ldiki, turli xil tarkibga ega bo'lgan poydevor va gruntlar zilzila paytida har-xil tebranadi. Shunga ko'ra binolar turli darajada zararlanadi. Inshootlarning zilzilaga bardosh berishi ularning konstrukciyasi, antiseysmik chora tadbirlar qo'llanilishi va qurilish materiallari sifatiga ham bog'liq.

Imoratlar zilzilaga chidamli bo'lishi uchun antiseysmik belbog'lar qo'llaniladi. Hozirgi kunda bu belbog'lar temir betondan ishlanib, baland imoratlarning qavatlar va devorlari orasiga o'rnatiladi. Imoratlarning zilzilaga bardosh berishi konstrukciya va antiseysmik choralargagina emas, balki qurilish materiallari va qurilish ishlarining sifatiga ham bog'likdir. Toshkent zilzilasida asosan xom g'ishtdan qurilgan imoratlar ko'p zararlangan. Tajribalarga ko'ra bunday imoratlar, antiseysmik choralarsiz faqat 7 ballgacha dosh berishi mumkin.

Binolarning zilzilaga chidashi qurilish materiallarining sifatiga va ularning ishlanish usuliga ham bog'lik, g'isht orasiga ishlatiladigan aralashma sifatli bo'lmasa, g'ishtni namlamasdan terilsa, devor choklari bir-biriga yaxshi yopishmaydi, chunki quruq g'isht aralashma tarkibidagi suvni tezda shimib oladi, natijada u qotish va g'ishtga

yopishish hususiyatini ancha yo‘qotadi. Shuning uchun O‘rta Osiyo sharoitida g‘isht devor qurganda g‘ishtni suvga butunlay bo‘ktirib ishlatish kerak.

Bundan tashqari quriladigan imoratlar toifalariga qarab, ularning mustahkamligini oshirish uchun loyihalanadigan inshootlarni 1 ballga oshiriladi, ya'ni bino qurilishi mo‘ljallangan hududda 6 ball bilan yer qimirlasa, uni hisoblab 7 ballga bardoshli qilib quriladi.

qurilish ishlarida zilzilaga oldindan tayyorgarlik ko‘rish

Obe'ektlarning zilzilaga bardoshligini oshirish

- ihcham va sinchli kichik hajmdagi mustahkam binolar qurish
- mustahkam poydevor va pishiq ustunlarni qurish
- zilzilaga kam bardoshli inshootlarni po‘lat va temir-beton to‘sinlar bilan qo‘shimcha ravishda mustahkamlash talab etiladi.

Muhandislik tarmoqlarining zilzilaga bardoshligini oshirishda:

- kabel va yer osti quvurlarini to‘g‘ri o‘tkazish
- yer osti hududlaridagi boshqarishni va avtomat tarzda o‘chirish-yoqish qurilmalarini ishonchli ravishda o‘rganish
- quvur simlari birlashgan nuqtalarning havfsizligini va boshqalarni bilish zarur.

2-mavzu. Seysmologiya va seysmometriyaning tarixiy rivojlanishi. (2 soat)

Reja:

- 2.1. Seysmologiya fanining rivojlanish tarixi.
- 2.2. O'zbekistonda seysmologiya fanining rivojlanish tarixi.

2.1. Seysmologiya fanining rivojlanish tarixi.

Zilzila, uning tabiati hamda u bilan bog'liq jarayonlar qadimdan olimlarni qiziqtirib kelgan. Grek materialist - faylasuf olimi Demokritning (eramizdan avvalgi 460-370 yillar) fikricha, zilzilalarni keltirib chiqaruvchi eng asosiy omil - bu qor, yomg'ir, dengiz va ko'llardagi suvlarning yer ostiga shimilishining ta'siri hisoblangan.

Aristotel (eramizdan avvalgi 384-322 yillar) zilzila sababini izlashlarda e'tiborini yer qa'riga qaratadi. U atmosferaning girdoblari ko'pgina bo'shliq va tirqishlarga ega bo'lgan yerga singiydi deb hisoblagan. Girdoblar o't-alanga bilan kuchayadi va zilzilalar hamda vulqon otilishlarini keltirib chiqargan holda, o'ziga chiqish uchun joy qidiradi deb fikrlagan. O'sha paytlarda Aristotel zilzilalarda tuproq harakatlarini kuzatishga urinib ko'rgan. U zilzilalar paytida yuqoridan pastga, bir-tomondan ikkinchi tomonga va shunga o'xshagan - tuproq harakatlarini 6 turini ajratgan holda birinchi marta zilzilani tasnifini berdi.

Zilzila keltirib chiqaradigan birinchi bosh impulsning yo'nalishini aniqlash uchun birinchi qurilmani Xitoy olimi Chjan Hen 132 yilda yaratgan. Diametri 180 sm. bo'lgan katta idishga u sakkizta yo'nalishlarda tebranuvchi mayatnikni joylashtiradi. Idish atrofiga har birini jag'ida sharcha bo'lgan sakkizta ajdar mahkamlanadi. Zilziladan kelgan silkinish zarbasi mayatnikni tebranishga majbur etadi, sharcha ajdar og'zidan tushib ketadi va pastda o'tirgan qurbaqani ochiq og'ziga kelib tushadi. Xuddi shu paytda zilzila bo'lib o'tganini xabar qilib, asbob tovush chiqaradi (1.1 -rasm).

Qaysi bir qurbaqani og'ziga sharcha kelib tushganiga qarab tuproq harakati yo'nalishini aniqlash mumkin bo'lgan. Asbob shunchalik sezuvchanlikka ega bo'lganki, hatto insonlar sezmagan zilzilalarni ham aniqlagan. Shuning uchun, garchi uning asbobi namoyish eksponati sifatida qaralsada, Chjan Xen rasmiy ravishda zilzilalarni birinchi kuzatuvchisi va tadqiqotchisi deya e'tirof qilinadi.

O'rta asrning mashhur qomuschi allomalarimizdan Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino va keyinroq Zahiriddin Muhammad Boburlar o'z asarlarida zilzilalarning sababi va oqibatlari haqida bir qator fikrlar bildirishgan. Ular zilzilalar hamma joyda emas, ayrim joylarda namoyon bo'lishi haqida hamda ularning vaqti yil fasllariga, quyosh va Oy fazalariga bog'liqligi haqida yozishgan. Ayniqsa, "Boburnoma"da zilzila kuchini yer ustida qanday tarqalishi haqida fikrlar keltirilgan. Bu asarlar zilzila tabiati haqidagi ilk to'g'ri qadamlar edi deya olamiz.

1703 yil Fransiyada Otfey seysmoskop ixtiro qildi. Otfey seysmoskopi sakkiz karra shulasimon ochilgan simob bilan to'ldirilgan idish joylashgan asbob ko'rinishida bo'lgan. Seysmik tebranish ochiq simobdan bittasini chayqatib yuborgan va ularning soni bo'yicha tebranish kuchini baholash mumkin bo'lgan. Italiyalik Atanasio Kovalli 1787 yili shunga o'xshash qurilmani qurgan (1.2 rasm).

Ilmiy umumlashtirish uchun foydali bo'lgan zilzilalarni kuzatish ishlari taxminan XVIII asrning o'rtalaridan to'plana boshlandi. 1760 yilda Djon Michell Angliyada zilzilaning yerni to'ldirilgan harakatlari bilan bog'liqliklari topilgan - zilzilalar haqidagi xotirotlarini nashr ettirdi. D. Michell shunday xulosaga qilgan; yerni silkinishi yer qatlamlari orqali elastik (qayishqoq) to'ldirilganlarni o'tishlari natijasida bo'lib o'tadi. Agar ularni orqaga to'sad bo'lgan joyiga qadar bo'lgan qaytuvchi yo'llari bo'yicha kuzatib borilsa unda qo'zg'alish nuqtasini aniqlasa bo'ladi.

Michell seysmik to'ldirilganlarni tarqalish yo'nalishlari bo'yicha xaritaga kiritganda, shu narsani aniqladiki, ularning barchasi go'yo yulduzdan nur bir xil tarqalganday, bitta nuqtadan - zilzila o'chog'idan tarqalib, yer usti tomon harakat qilishi edi.

Michellni o'zi bunday hodisalarni guvohi bo'lgan: 1906 yildagi Lissabon zilzilasidan besh yil avval Londonda ikki marotaba zilzila sodir bo'ladi. Umuman olganda, ular juda kuchli emasdi, ammo deraza oynalari singan, mebellar qirsillagan va qo'rqib ketgan aholi uylaridan qochib chiqishgan.

Michell shu narsaga e'tiborini qaratdiki, har bir zilzila eng kamida ikkita: bitta - engil, katta zarar keltirmaydigan, go'yoki ogohlantiruchi, va ikkinchi - ancha kuchli bo'lgan buzuvchi silkinishlardan iborat. Keyinchalik Michell, alohida silkinishlar

Uintrop tasdiqlaganidek turli joylarda bir vaqtini o'zida bo'lmaydi, balki to'liqsimon tarqalishini aniqladi. Uning xayoliga shunday fikr keladi: yuzadagi ikki turli nuqtadagi tebranishlarning boshlanish vaqtini bilgan holda, zilzila to'liqlari tarqaladigan tezliklarni hisoblab chiqish mumkin. Ko'rganlarni guvohliklari asosida to'liqlarni tarqalish tezliklarini hisoblab chiqib, to'liq tarqalish tezligi bir xil lekin tezligi doimiy emas, u to'liq o'tuvchi tog' jinsining xususiyatiga bog'liq degan xulosaga keladi. Biroq o'sha davr uchun Michellni hisoblari hayratlanarli edi. Olim yanada ilgari qadam bosdi: xaritaga turli joylardagi seysmik to'liqlarning tarqalishlari bo'lgan yo'nalishlar tushirilgan edi. Bundan esa to'liqlarning parallel emasligi, ularni bitta nuqtapitsentrdan tarqalishlarini topdi. Yer yuzasida zilzila kelib chiqadigan aynan xuddi o'choq, yoki Yer chuqurligini giposentr ustida joylashgan bo'lib, epitsentrda u juda xavfli edi. Italiyada 100000 odam halok bo'lgan bir necha mingtasi jabr ko'rgan; undan 14 yil keyin bo'lib o'tgan Kito (Ekvador) zilzilasi 40000 kishini hayotiga zomin bo'ldi. Ikkala holatda ham halokatlarni sabablarini anglashga va tushuntirishga harakat qilgan ilmiy hay'atlar tuzildi. Qolaversa, seysmologlarni faoliyati hech qanday natija bermadi.

Seysmologiya fani tarixida zilzila halokatlarning yer bilan bog'liq sabablarini o'rganish uchun ko'plab olimlar izlanishlar olib borishgan. Ulardan biri Amerikalik astronom va matematika fanlari professori Djon Uintropdir. Uning shaxsan o'zi zilzilani boshidan kechirgan: Mash'um Lissabon fojeasidan 17 kun o'tgach, uning qadrdon Boston shahrida bir qancha zilzila sodir bo'ldi. Bu zilzilada Djon Uintrop qiziq bir voqeani kuzatgan. Kamin polkasida turgan soatlar yer sathi zarblaridan qulab tushadilar, biroq vertikal yotish tomoni bo'yicha bir necha santimetrغا surilgan bo'lib chiqdi. "Ular faqat vertikal ravishda pastga tushib ketishlari mumkin bo'lgan hollarda- deb mulohaza qiladi Uintrop - bu shuni angalatadiki pol yengilgina qo'zg'aladi". Bir necha kundan keyin u qisqa takrorlangan yer silkinishini guvohi bo'ldi va shu narsaga e'tiborini qaratdiki: o'zi yurib borayotgan yo'lka plitlari bir necha soniyaga ozgina ko'tariladi va qaytadan pastga tushadi, bunda ularni hammasi kutilgandek, birdaniga ko'tarilmaydi, aksincha ma'lum bir ketma-ketlikda bo'lib o'tadi. Bu qirg'oqqa qarab yuguruvchi to'liqninga o'xshaydi - deya hikoya qiladi Uintrop, keyinchalik bundan u, zilzila

to'liqsimon bo'lib o'tadi degan xulosa chiqaradi. Aynan ushbu taxminlardan kelib-chiqqan holda zilzilalar haqidagi fan-seysmologiya o'zining muqaddimasini topdi.

Keyingi zilzila tadqiqotlariga muhim hissa qo'shgan olim Irlandiyalik Robert Mallet bo'ldi. U misli ko'rilmagan muhandis edi - u Britan armiyasiga to'plar quygan, vokzallar va ko'priklar, mayoqlar hamda markaziy isitish tizimlarini qurgan. Mallet 1830 yildan boshlab, 20 yil davomida zilzilalar haqidagi yozuvlarni barchasini to'pladi. Ushbu materiallarga tayangan holda, olim, o'zi bilishga erishgan zilzilalarning uzundan-uzoq ro'yxatini tuzdi.

Bu ro'yxatda deyarli 7000 voqea-hodisa ifodalangan bo'lib, hamma zilzila katta geografik xaritaga tushirilganda, Malletning o'zi hayratga tushadi, buning sababi, ko'pincha kichik va yirik zilzilalar bo'lib o'tadigan ma'lum bir zonalar amal qiladi, bu vaqtni o'zida boshqa hududlar ularga jalb qilinmagan. Mallet seysmik to'liqlarning tabiatini o'rganishga kirishadi, chunki u yashaydigan Dublin shahri "zilzilalardan deyarli to'liq ravishda ozod bo'lgan yerda" joylashgan edi. U sun'iy yo'l bilan seysmik to'liqlarni yaratadi: yerga porox zaryadini ko'mib, mil masofada simob bo'lgan ochiq idishni o'rnatadi. Shu yerdan turib, elektrik uchqun yordamida u poroxni yondiradi va shu zahotiyoyq sekundomerni ishga tushiradi. Shu yo'sinda u "simob yuzasida mavjlanishlar yuzaga kelishi uchun qancha vaqt o'tganini", ya'ni seysmik to'liqlarning mil masofani qancha vaqtda bosib o'tishini aniq bilishga erishadi. Mallet o'z tajribalarini qumli, toshli va boshqa gruntlarda bir necha bora o'tkazgach, o'zining taxminlarining to'g'ri ekanligiga amin bo'ladi: turli muhitlarda to'liqlar turlicha tezliklarda qumli gruntlarda - ancha sekin (900 km/s.), granitlarda - ancha tezroq (1800 km/s.) tarqaladi.

1857 yilda Neapolni janubidagi zilzilalarda bir necha qishloqlar vayron bo'ldi. Mallet shu zahotiyoyq Italiyaga ekspeditsiya uyushtiradi va jabr ko'rgan tumanlarni tadqiq etadi, devorlardagi darzliklarni o'lchaydi, qayerda ustunlar buzilganini va qaysi yo'nalishda ularni qulaganini belgilab boradi.

Mallet zilzilani boshidan kechirgan insonlardan ko'p ma'lumotlar olishga harakat qiladi, vayronalar bo'ylab kezib yuradi, yer silkinishi izlarini qayd etadi. Unga quruvchi kasbiga xos yuqori malakasi juda ko'l keladi, bunday shavqatsiz buzilishlarni keltirib

chiqarishga qanchalik katta kuch talab etilishini hisoblab chiqadi va ba'zi bir vayron qiluvchi to'liqlar yuzaga yer qo'ridan ko'tarilib chiqqanligini aniqlaydi.

Robert Mallet Italiya hududini 4 ta zona ajratgan holda talafotlangan hududlarning xaritasini tuzadi. Mallet tomonidan ajratilgan zonalar dastlabki, silkinishlar jadalliklarining yetarlicha sodda bo'lgan shkalasini taqdim etadi. Mallet observatoriyalar to'rini tashkil etish va ularni yer yuzasi bo'ylab joylashtirishni taklif etadi.

Seysmologiya fan sifatida paydo bo'lishining boshlanishini ba'zi bir olimlar 1862 yilda Robert Malletning "1857 yildagi buyuk Neapolitan zilzilasi: seysmologik kuzatishlarning asosiy prinsiplari" kitobini nashr etilishi bilan bog'laydilar.

Biroq, mohiyati bo'yicha seysmologiya - tuproq tebranishlarini qayd etish uchun bir qator observatoriya asboblari konstruksiya qilingan va o'rnatilgan paytdan boshlab fan sifatida vujudga keldi va taraqqiy eta boshladi. 1892 yilda Djon Miln foydalanishga qulay bo'lgan birinchi seysmografning konstruksiyasini yaratdi. Bu esa uni o'rnatishga hamda ushbu seysmograf yordamida dunyoning ko'pgina qismlarida kuzatishlar o'tkazishga imkon yaratdi. Shu paytdan boshlab instrumental (seysmik asboblarning yordamida olingan) ma'lumotlarni yig'ilishi va ilmiy umumlashtirishlar boshlandi, va seysmologiya mustaqil miqdoriy fan sifatida shakllandi.

Seysmologiyaning nazariy asoslari ancha ilgariroq, 19 -asrning o'rtalarida Koshi, Puasson, Reley, Kirxgof risolalarida namoyon bo'la boshladi. 1828 yildayoq Koshi va Puassonlar elastik muhit uchun harakatlar tenglamasini qurdilar va aynan Puasson bunday muhitda ikki turdagi -bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar turli tezliklarda tarqalishlarini ko'rsatib o'tdi. Grin ikki muhit chegaralarida elastik to'liqni akslanishi va sinishlarini o'rgandi. Reley 1887 yilda elastik yarim makon bo'ylab tarqaluvchi yuzaga xos to'liqlar nazariyasini ishlab chiqdi. Keyinroq, XX- asr boshlariga kelib, Lyava Reley nazariyasida bayon etilmagan, yuzaga xos to'liqlarni yana bir turini hosil bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi. Shunday qilib, zilzilalarning seysmik to'liqlarni qayd etishni boshlanguniga qadar, yerda qanday turdagi to'liqlarni tarqalishi mumkinligi tushunarli edi.

1897 yilda Vixert seysmogrammlarda uchta asosiy turdagi - bo'ylama, ko'ndalang, yuzaki to'liqlarni aynan birxillashtirdi. Shu vaqtdan boshlab zilzilalarning kataloglarini

va to'qinni masofadan epitsentrgacha kelgan vaqtga bog'liqlikdagi grafiklarini tuzish boshlandi. Umuman olganda, seysmologiya fan sifatida 19-asrni oxiri 20- asrni boshlarida shakllana boshladi.

1899 -yilda olmon geofizigi, seysmolog Emil Vixert seysmogrammada qayd qilinuvchi bo'ylama P va ko'ndalang S seysmik to'qinlar chuqurlikda paydo bo'lishini taxmin qildi. Uning fikri yer qa'ridagi manba bilan aloqador edi. Yana bir necha yil o'tgandan keyin, bu qarash umumiy tan olindi. Yer qa'rida seysmik to'qinning qo'zg'atilishi va tarqalishining umumiy tasviri tushunchasi shakllandi.

Bo'ylama va ko'ndalang to'qinlarning masofani bosib o'tish vaqtlarini qabul qilsa bo'ladigan birinchi jadvalni Oldgem tomonidan tuzildi. U shuni payqadiki, masofani oshib borishida, tezlik doimiy bo'lgandagiga nisbatan, yo'lni bosib o'tish vaqti sekin-asta ko'payib boradi. Bundan elastik to'qinlarning tezliklarini chuqurliklarda oshib borishi haqidagi muhim xulosa chiqarildi. Oldgem 1906 yilda ko'ndalang to'qinlarni antisentr yaqinida chiqishlarini topdi. Biroq yerda tezlik uncha katta bo'lmagan masofalarda qayd etiladigan to'qinlar singari bo'lsa ularni yetib kelish vaqti anchagina katta bo'ladi. Bundan yerni ichki qismida, tezlik tashqi qismiga qaraganda muhim darajada kam bo'lgan markaziy sohaning mavjudligi haqida xulosa chiqarishga olib keldi.

1906 yilda Vixert seysmogrammada to'qin oraliq guruhleri go'yoki yer ustidan qaytgandek ekanligini izohlab berdi, Angliyalik Dikson Oldxem (Olgrem) esa S-to'qin tarqalish xususiyati bo'yicha sayyoramizning ichki qismida yadro mavjudligini taxmin qildi. Keyinroq u tashqi «suyuq» va ichki «qattiq» yadroga ajratilgan.

1907 yilda Olmoniyalik geofizik va seysmolog Karl Stepprist, seysmik to'qin amplitudasini o'rganish, yerning ichki tuzilishi haqida fikr yuritish imkonini berishini asoslab berdi.

1909 yilda Xorvatiyalik geofizik va seysmolog olim Andrey Moxorovichich yer po'sti va uning ostida yotuvchi mantiya orasidagi chegarani aniqladi. Moxorovichich, yaqindagi zilzilaning to'qinlarni kuzata turib, seysmogrammalarda bo'ylama va ko'ndalang to'qinlarni ikkita chiqishlarini topdi, bundan shu haqida xulosa chiqardi, ushbu to'qinlar turli yo'llar bo'yicha tarqalishlari lozim, yana u qalinliklarini 50 km. deb

baholash bilan birga, yer po'sti qatlamini borligi haqida xulosa chiqardi. Gutenberg 1914 yilda yadroni chuqurlikdagi chegaralarini 2900 km.ga teng deb baholadi, va bu hozirgi kundagi tasavvurlar bilan muvofiq keladi. Seysmologiyaning taraqqiyotiga XX- asrning 20-40 - yillarida Djeffris, Bullen, Gutenberglar o'zlarini katta hissalarini qo'shdilar. Ularning seysmologiya taraqqiyotiga qo'shgan katta ulushlari sifatida, yetarlicha aniqliklardagi "Yerda asosiy to'lqinlarning tarqalish tezliklari" jadvali xizmat qiladi va bu hozirgi kungacha o'zining ahamiyatini yo'qotmagan.

1913 yilda Amerikalik seysmolog Beno Gutenberg geologik tadqiqotlar sohasida rivojlanish va instrumental (asbobga doir) seysmik ma'lumotlar asosida yerning ichki tuzilishi haqidagi umumiy tasavvurni ifodaladi.

1935 yilda Amerikalik seysmolog Charl'z Rixter zilzilalar kuchini aniqlash g'oyasini ilgari surdi. U to'lqinlarni tebranish amplitudasi qancha keng bo'lsa zilzilalar shuncha kuchli bo'lishini aniqladi. Rixter zilzilalar kuchini 1-9 gacha bo'lgan magnitudada baholashni taklif qildi. Rixter shkalasida zilzila shiddati magnitudada seysmograflar yozuvini tahlil qilish natijasida aniqlanadi va bundan hozirgi kunda ham foydalanib kelinmoqda. 1958 yil AQShda Chharl'z Rixterning "Elementar seysmologiya" kitobi chop qilindi .

1936 yilda Daniyalik geofizik, seysmolog va Londonda qirollik jamiyatining o'qituvchisi Inge Lemann Yekaterinburg seysmik stansiyasi ma'lumotlari va Irkutsk Golitsin seysmograf uskunalari bo'yicha yerning yadrosi ichida, seysmik to'lqinlar uni tashqi qismiga qaraganda katta tezliklari bilan tavsiflanuvchi, markaziy sohaning (ichki yadro) mavjudligiga isbot keltirdi. Bu vaqtlarda seysmologiyaning taraqqiyotiga Djeffris o'zining katta hissasini qo'shdi, u kerak bo'lgan joyda qat'iy ravishda ilmiy usullar va statistik yondoshuvlarni qo'llash to'g'risida asoslar keltirdi. XX - asrning 40 - yillari boshlariga kelib ushbu olimlarning ishlari natijasida, yerga chuqurlashib borgan sari bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarning tezliklarini tarqalishlari aniqlandi.

Faqatgini, 50 yildan keyin Amerikalik va Fransiyalik olimlar yerning qattiq yadrosi temir va nikeldan iborat ekanligini va uning dimetri 2,4 ming kilometrni tashkil qilishini isbotlashdi.

O'tgan yuz yillikning birinchi yarmini (40-yillarni oxiri -50-yillarni boshlari) seysmologiyaning rivojlanishini birinchi bosqichi sifatida ko'rib chiqish mumkin. Ushbu bosqichning asosiy maqsadi yerda seysmik to'lqinlarning o'tish vaqtlari haqidagi ma'lumotlarni to'plash va tizimlashtirishdan iborat bo'ldi. Bu ma'lumotlardan asosan ikki masalada - zilzilalar o'chog'ining koordinatalarini aniqlash uchun va chuqurliklarda elastik to'lqinlarning tezliklari tarqalishlarini aniqlash uchun foydalanildi. Ushbu bosqichda hali seysmik stansiyalarning yetarlicha darajada chegaralangan miqdori faoliyat ko'rsatayotgan edi, seysmogrammalarga ishlov berish va zilzilalar o'chog'ining koordinatasini aniqlash qo'lda olib borilar edi, va bu bosqichda seysmologiyaning erishgan yutuqlari unda bir nechta olimlarni mehnatlari tufayli yuzaga keldi. Natijada bu bosqichni oxirida zilzilalar episentrlarining geografik tarqalishlari to'g'risida va yerni chuqurliklarida elastik xususiyatlarining o'zgarishlari haqida tasavvurlar olingan. 50 - 60-yillarni boshigacha va to 80 - yillargacha bo'lgan davrni seysmologiyaning taraqqiyotidagi ikkinchi bosqichi sifatida ko'rib chiqish mumkin. Bu bosqichda stansiyalar soni katta miqdorda ko'paydi, ular tebranishlarni muhim darajadagi keng chastotali diapozonlarda qayd etishga imkon beruvchi yuqori sezuvchanlikka ega bo'lgan asboblardan jihozlandilar. Bu esa ancha kuchsiz zilzilalarni qayd etishga va yer shari bo'yicha seysmiklikni tarqalishining mufassal o'rganishga, aniqrog'i o'choqlarni shakllanishlari va o'choqlar mexanizimini aniqlashga imkon beradi. Birinchi rejaga zilzila o'chog'idagi jarayonlarni tadqiq etish vazifasi chiqib oladi. Bundan tashqari, yerning tuzilishini (gorizontal bir turda emasligi, o'tuvchi zonalarini yuqqa strukturalarini va shunga o'xshash) ancha mufassal o'rganish imkoniyati paydo bo'ldi. Lekin bu jarayon shunga olib keldiki, ma'lumotlar (seysmogrammalar) hajmi keskin ko'payib ketdi, va endi ularni avvalgi darajada qo'lda ishlov berishni iloji bo'lmay qoldi. Biroq shu vaqtni o'zida hisoblash texnikasini shiddatli taraqqiyoti davri boshlandi, bu esa bir qator vazifalarni elektron hisoblash mashinalari yordamida hal etishga imkoniyat yaratdi. Binobarin, seysmogrammalar avvalgidek, o'xshash turda yozib boriladi, bu esa ularga yalpi ishlov berishni mushkullashtiradi. Bu bosqichda zilzila darakchilarining namoyon bo'lishi aniqlandi va bu esa zilzilani bashoratlash vazifasini keltirib chiqardi.

Nihoyat, 80-yillarning o'rtalari va oxirlarida seysmologiya o'zini taraqqiyotida yangi yuksalishlarga yuz tutdi. Bu, seysmik tebranishlarni keng dinamik diapozonda qayd etishga imkon beruvchi raqamli yozuvlarga ega bo'lgan asboblardan jihozlangan seysmologik stansiyalarning jahondagi to'rlarini paydo bo'lishi bilan bog'liq edi. Ushbu stansiyalarning yozuvlarini zamonaviy saqlash vositalari hamda INTERNET orqali ma'lumotlarni uzatish tufayli, undan butun dunyoning seysmologlari foydalanish imkoniyati mavjud. Hisoblash texnikasining yuksak taraqqiyoti natijasida ma'lumotlarning katta hajmlariga - ham zilzilalar yozuvlarining o'ziga ham ko'p sonli stansiyalar va ko'p sonli zilzilalarni seysmik to'liqlarini tavsiflariga ishlov berish imkoniyati vujudga keladi. Birlamchi ma'lumotlarni to'plash va ishlov berish markazlari yaratildi, chunki ularni natijalaridan samarali foydalanish imkoniyatlari tug'ildi. Ma'lumotlarni birlamchi ishlov berishning Dunyo bo'yicha Bosh markazlari bo'lib AQShdagi NEIC (National Earthquake Information Center - Halqaro zilzila ma'lumotlari markazi), va Buyuk Britaniyani ISC (International Seismological Centre - xalqaro seysmologiya markazi) markazlari xizmat qiladi. NEIC dunyo bo'yicha barcha zilzilalar o'choqlarining koordinatalarini va uni buzuvchi kuchlarini tez va imkoniyatlariga qarab mufassal aniqlash bo'yicha javob beradi. Bundan tashqari, unda kengaytirilgan ma'lumotlar bazasi bo'yicha ma'lumotlar to'plash va foydalanuvchilarga taqdim etish yo'lga qo'yilgan. XSMda (xalqaro seymologik markazda) jahondagi zilzilalar haqidagi yakuniy to'plangan ma'lumotlar, tahlillar va nashr etilgan axborotlar keltiriladi. Bundan tashqari, bir qator regional seysmologik markazlar ham mavjud.

Seysmologik ma'lumotlarni dunyo bo'ylab tarqatishlarda, ancha keng loyihalar va dasturlarni IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) bajaradi. Bu maqsadlari yerni ichki tuzilishlari, zilzilalar o'choqlarini tadqiq etishda va seysmik xavflilikni baholashda ko'makchi bo'lgan AQShning yetakchi universitetlarini birlashtiruvchi asosiy struktura bo'lib hisoblanadi. Dunyo markazlaridan ma'lumot va axborotlar IRISga kelib tushadi va Internet orqali istalgan foydalanuvchi uni olishi mumkin. IRISning asosiy vazifalaridan biri Global Seysmologik to'rti tashkil etish (GSN) bo'lib hisoblanadi. GSN dan ko'zlangan maqsad- yer shari bo'ylab bir tekisda stansiyalarni taqsimlash, bir turdagi uskunalar bilan jihozlashdan iborat.

Hozirgi paytda GSN to'ri 128 ta stansiyadan iborat, yaqin kunlarda yana 8 ta stansiya o'rnatish rejalashtirilmoqda. 1.7 - rasmda GSN seysmik stansiyalarini joylashish sxemasi ko'rsatilgan bo'lib, stansiyalar soni va sezgirligining ortishi sayyoramizdagi seysmik hodisalarni ko'proq qayd qilish imkonini beradi .

2005 yilda AQSH va Kanadalik seysmologlar yer yadrosi uning mantiyasi va po'stiga nisbatan tez aylanadi, o'z o'qi atrofida ortiqcha aylanishi taxminan ming yilda bir martani tashkil qiladi degan xulosaga kelishdi.

2013 yilda Avstraliya milliy universiteti olimlari sayyoramizning yadrosi, yerning boshqa qismlariga nisbatan (tez-tez bir-biriga moslash natijasida) kichik yoki katta tezlik bilan aylanishini aniqlashdi.

2.2. O'zbekistonda seysmologiya fanining rivojlanish tarixi.

O'zbekistonda seysmologik tadqiqotlar ilk bor, sekki tizimidagi birinchi seysmoskop Toshkent shahrida Toshkent fizik observatoriyasida 1881 yilda o'rnatilishi bilan boshlangan. 1892 yildan boshlab seysmik kuzatuv punktlari sezilarli kengayib bordi. 1911 yilga kelib Toshkentda va O'zbekistonning boshqa shaharlarida o'rnatilgan seysmik stansiyalar soni 13 taga yetdi va alohida xizmat maqomini oldi.

Yurtimizda seysmologiya fani 1966 yil 26 apreldagi talafotli Toshkent zilzilasidan so'ng tashkil qilingan O'zbekiston respublikasi Fanlar akademiyasi Seysmologiya instituti olimlarining ilmiy faoliyati va ularning amaliy, ilmiy yutuqlari mahsuli sifatida rivojlandi.

Seysmologiya instituti tashkil etilgunga qadar O'zbekistondagi seysmologik tadqiqotlar 1960 yilga qadar Moskvada "Yer fizikasi" institutida, 1960-1963 yillarda O'zbekiston Fanlar akademiyasining Matematika institutida, 1963-1966 yillarda Geologiya va geofizika institutlarida o'tkazilar edi. Ixtisoslashgan institutni tashkil qilinishi seysmologik tadqiqotlarni bir joyga to'plash va tadqiqotlar mavzulari va moddiy-texnik bazasini kengaytirish imkonini berdi. Geofizik tadqiqotlarni kengaytirish maqsadida institut tarkibiga "Yadro fizikasi" intitutidan Kompleks magnit-ionosfera observatoriyasi kiritildi. Institut tashkil qilingandan so'ng seysmik tadqiqotlar seysmiklikni tabiatini o'rganishga va dolzarb seysmologik vazifalarni yechishga yo'naltirilgan kompleks xarakterga ega bo'ldi. Institutning ilmiy faoliyatini ustuvor

yoʻnalishlari sifatida seysmik xavfni kompleks baholash va rayonlashtirish, zilzilalarni prognoz qilishning metodologiyalarini yaratish belgilandi. Oʻzbekistonda seysmologiyaning rivojlanishi boʻyicha ishlab chiqilgan dasturga geologik- tektonik, geofizik, gidrogeologik, geodezik, geodinamik tadqiqotlar kompleksi, togʻ jinslaridagi buzilish jarayonlarini matematik va fizik modellash, tabiiy maydonlar variatsiyalarida axborot beruvchi darakchilarni aniqlash kiritildi.

Bu dasturni bajarish davomida seysmologik tadqiqotlarni keyinchalik rivojlanishini fundamental asosini belgilab beruvchi qator ilmiy natijalar olindi. Kompleks tadqiqotlarning birinchi yirik ilmiy umumlashmasi boʻlib 1966 yildagi Toshkent zilzilasi tabiati va oqibatlarini oʻrganishga bagʻishlangan 1971 yilda chop qilingan “Toshkent zilzilasi” nomli monografiya boʻldi. Monografiyaning sakkizta bobi seysmologiya sohasidagi tadqiqotlarning barcha yoʻnalishlarini qamrab oldi. Xuddi shunday monografiya koʻrinishidagi ilmiy hisobotlar 1976 va 1984 yillardagi Gazli, 1977 yildagi Tovoqsoy, 1980 yildagi Nazarbek va boshqa zilzilalar uchun ham chop etildi. Bu tadqiqotlarda Oʻzbek olimlari bilan bir qatorda sobiq ittifoqning turdosh institutlarining qator yetakchi olimlari ham faol qatnashdilar.

Institut xodimlari ilmiy faoliyati davomida Umumiy seysmik rayonlashtirish (USR)-1978 xaritasini akademik M.A. Sadovskiy muharrirligida yaratishga oʻzlarining sezilarli hissalarini qoʻshdilar. Oʻzbekistonning umumiy seysmik rayonlashtirish xaritasi Oʻzbekiston Fanlar akademiyasining Seysmologiya, Geologiya va geofizika institutining yetakchi olimlari tomonidan tuzildi. Shaharlarning seysmik mikrorayonlashtirish (SMR) metodologiyasi ishlab chiqildi, qator shaharlar SMR xaritalari (F.O. Mavlonov, S.M. Qosimov va boshq.), seysmogen zonalar xaritalari (R.N. Ibragimov) tuzildi, yangi seysmogeodinamik yoʻnalishi rivojlantirildi (V.I. Ulomov). Respublikaning umumiy seysmik rayonlashtirish va Oʻzbekistonning 24 shaharlarining seysmik mikrorayonlashtirish uchun institutning bir guruh olimlari A.R.Beruniy nomidagi Davlat mukofoti laureati boʻldilar.

Oʻzbekiston Fanlar akademiyasi Seysmologiya institutining yutuqlari seysmologiya rivojlanishida muhim bosqich boʻldi. Bu yutuqlarga munosib hissa qoʻshgan institutning birinchi direktori akademik F.O.Mavlonov, uning ilmiy ishlar

bo'yicha muovirlari V.I.Ulomov, S.M.Qosimov, akademiklar A.N.Sultanhodjaev, K.N.Abdullabekov; yetakchi olimlar R.N.Ibragimov, X.A.Abdullaev, D.X.Yakubov, V.N.Yakovlev, A.R.Yarmuxamedov, T.U.Artikov, S.X.Maqsudov, G'.Yu.Azizov, L.M.Plotnikova, I.B. Yakovleva, R.P.Fadina va qator boshqa tadqiqotchilarni alohida ta'kidlab o'tish joiz.

Oxirgi o'n yillar davomida institut olimlari tomonidan zilzila manbalari modellari va muhitni seysmik ta'sirga reaksiyasiga asoslangan umumiy seysmik rayonlashtirishning yangi metodologiyasi va xaritasi ishlab chiqildi; zilzilalar tayyorlanishi jarayonlarining geofizik modeli yaratildi; tabiatda avval noma'lum bo'lgan "Tayyorlanayotgan zilzila sohasida ko'tarilish deformatsiyalarining jadallashuvi" hodisasi aniqlandi; seysmik maydonlar informativ xarakteristikalarini majmuasini statistik tasniflashga asoslangan zilzilalarni o'rta muddatli prognoz qilish usuli ishlab chiqildi.

Favqulodda vaziyatlarni prognoz qilish va oldini olish bo'yicha Davlat dasturi doirasida institutda 18 ilmiy loyiha bajarilib, ular seysmologik tadqiqotlar darajasini yetarlicha yuqori ko'tardilar. Seysmik xavfni monitoringi tizimini rekonstruksiya qilish va rivojlantirish buyicha Davlat dasturini amalga oshirish natijasida zamonaviy raqamli seysmik stansiyalar, axborot va telekommunikatsion texnologiyalarga asoslangan 60 ta seysmologik stansiyalardan iborat avtomatlashgan tarmoq yaratildi. Uning ma'lumotlarni qayta ishlash markazi ma'lumotlarni yig'ish, avtomatik va interaktiv qayta ishlash va saqlashning apparat-dasturiy ta'minoti bilan jihozlangan. Hozirgi kunda O'zbekistonning barcha hududida $M=1,5-2,0$ magnitudali zilzilalarni qayd qilish imkoniyati mavjud. Seysmik monitoring tarmog'ining dasturiy ta'minoti sezilarli zilzilalar parametrlarini bir necha minut davomida tezkor aniqlash imkonini beradi va buning oqibatida qutqaruv bo'linmalari ishi samaradorligi sezilarli oshiriladi.

Zilzila darakchilari monitoringi vositalarini avtomatlashtirish maqsadida birlashgan markaz majmuasining geofizik va gidrofizik ma'lumotlarni qayd qilish, dastlabki qayta ishlash, saqlash, zilzila darakchilari monitoringi markaziga yetkazib berishning apparat-dasturiy majmuasi ishlab chiqildi. Geoelektr, elektromagnit maydonlar, yerosti suvlarining gidrofizik parametrlarining qayd qilishni raqamli datchiklari, radonni o'lchashning raqamli qurilmasi, elektromagnit nurlanishlarning

kelish burchaklarini pelengatori, o'lovchiliklarining kalibrovkalash stendi yaratildi. Ma'lumotlar bazalarini boshqarish va ko'p o'lchamli qatorlarni qayta ishlashning dasturiy paketlari yaratildi.

Tayanch tushunchalar va iboralar

Seysmologiya, zilzila, elastiklik, to'lovchi, seysmogramma, birlashgan seysmologiya tadqiqot instituti (IRIS), Global seysmologik to'lovchi (GSN), seysmik stansiya, seymogen zona, seysmogeodinamik, zilzila o'lovchi, ionosfera, geoelektr, elektromagnit maydonlar, gidrofizik parameter.

Nazorat savollari

1. «Seysmologiya» atamasining lug'aviy ma'nosi nima?
2. Birinchi seysmograf kim tomonidan va qachon yaratilgan?
3. Seysmologiya fanining rivojlanish tarixiga qaysi olimlar hissa qo'shishgan?
4. Global seysmologik to'lovchi tushunchasini izohlang?
5. O'zbekistonda seysmologiya fanining tarixi va sohaning rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar to'lovchisida ma'lumot bering.

3-mavzu. Zilzila tasniflari.

Reja:

- 3.1. Zilzilalarning taqsimlanish geografiyasi.
- 3.2. Zilzilalarni turlari.

3.1. Zilzilalarning taqsimlanish geografiyasi.

Zilzilalarning tarqalishi - Zilzilalar Yer yuzida tasodifiy tarqaladigan hodisa emas, balki ular ma'lum geografik hududlarda, ya'ni seysmoaktiv kamar va zonalarda ko'proq qayd etiladi. Zilzilalarning tarqalishi bevosita Yer qobig'idagi tektonik plitalarning harakati, ulardagi yoriqlar, tog' hosil bo'lish jarayonlari va vulqon faoliyati bilan bog'liq. Shu sababli, zilzilalarning taqsimlanishini o'rganish seysmologiya fanining eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Yer yuzida sodir bo'ladigan zilzilalarning 90 foizdan ortig'i tektonik plitalar chegaralarida ro'y beradi. Chunki aynan shu hududlarda plitalar doimiy harakatda bo'lib, bir-biriga qarshi siljiydi, cho'kadi yoki kengayadi. Ushbu jarayonlarda katta miqdordagi elastik energiya to'planadi va u bir lahzada zilzila ko'rinishida ajralib chiqadi.

Seysmoaktiv zonalar ko‘pincha tog‘ hosil bo‘lish jarayonlari faol bo‘lgan mintaqalarga to‘g‘ri keladi. Masalan, Himolay tog‘lari hududida Hindiston plitasi bilan Evroosiyo plitasi to‘qnashib, qobiqning ko‘tarilishi va deformatsiyasi sodir bo‘lmoqda. Shu tufayli bu hudud seysmik jihatdan juda xavfli hisoblanadi.

Asosiy seysmik zonalar

1. Tinch okeani 'Olov halqasi'

Tinch okeani atrofida joylashgan ulkan hudud dunyodagi eng faol seysmik zona hisoblanadi. Bu yerda zilzilalar juda tez-tez sodir bo‘lib, ular dunyodagi barcha zilzilalarning 80 foizini tashkil etadi. Hudud Yaponiya, Indoneziya, Filippin, Chili, Meksika, Alyaska va boshqa davlatlarni qamrab oladi. Bu hududda vulqonlarning ham soni juda ko‘p bo‘lib, ularning faoliyati zilzilalar bilan chambarchas bog‘liq.

2. O‘rta Yer dengizi – Himolay – Indoneziya zonasi

Yevropaning janubidan boshlanib, O‘rta Yer dengizi, Turkiya, Kavkaz, Eron, Afg‘oniston, Pokiston, Hindiston va Xitoyi qamrab oladigan bu zona ham seysmik faolligi yuqori hududlardan biridir. Bu mintaqada tektonik plitalar o‘zaro to‘qnashib, ulkan tog‘ massivlarini hosil qilmoqda. Himolay tog‘larining shakllanishi ham ushbu jarayonning yorqin misolidir. Bu hududda kuchli zilzilalar tez-tez sodir bo‘lib, katta talafotlarga sabab bo‘ladi.

3. Atlantika okeani o‘rta tizmasi

Atlantika okeanining o‘rta qismida joylashgan bu zona okean tubida cho‘zilib ketgan ulkan tog‘ tizmasidan iborat. Bu yerda okean qobig‘i kengayib, yangi magmatik jinslar hosil bo‘lmoqda. Natijada suvosti zilzilalari sodir bo‘ladi. Ularning aksariyati kuchsiz bo‘lsa-da, ba’zida ular tsunami kabi xavfli hodisalarga ham sabab bo‘lishi mumkin.

Statistik ma’lumotlar

Dunyo miqyosida qayd etilgan zilzilalar taqsimoti quyidagicha:

- 80% Tinch okeani 'Olov halqasi'da;
- 15% O‘rta Yer dengizi – Himolay zonasida;

- 5% boshqa hududlarda (masalan, Markaziy Osiyo, Afrikaning sharqiy qismi va boshqalar).

Masalan, O'zbekistonda ham seysmik faollik yuqori bo'lgan hududlar mavjud. Toshkent, Farg'ona vodiysi va Surxondaryo hududlari seysmik xavfi katta zonalarga kiradi. 1966-yil Toshkent zilzilasi buning yaqqol misoli bo'lib, u 8 ball kuchga ega bo'lgan va shahar infratuzilmasiga katta zarar yetkazgan.

Geologik asoslar

Zilzilalarning tarqalishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar quyidagilardan iborat:

- 1) Tektonik plitalarning harakati;
- 2) Yer qobig'ida yoriqlar va uzilmalar mavjudligi;
- 3) Tog' hosil bo'lish jarayonlari;
- 4) Magmaning yuqoriga ko'tarilishi va vulqon faoliyati;
- 5) Chuqur tektonik jarayonlar.

Zilzilalarning geografik taqsimlanishi Yer qobig'ining tektonik faoliyati bilan uzviy bog'liq. Ularning asosiy qismi seysmoaktiv kamar va zonalarda to'planib tarqaladi. Insoniyat uchun bu bilimlar juda muhim bo'lib, seysmik xavfi yuqori hududlarda qurilish ishlarini rejalashtirish, zilzilalarga bardoshli inshootlar barpo etish hamda aholini zilzilalardan himoya qilish choralari ishlab chiqilishi kerak.

Har yili Yerda seysmograflar yuz mingdan ortiq zilzilalarni qayd qiladilar. Insonga shulardan o'n mingga Yaqini seziladi, o'nga yaqini esa halokatli natijalarga olib keladi. Bu zilzilalar bir tomondan kuchli talafotlarga olib kelsa, Ya'ni ko'plab kishilarning qurbon bo'lishi, iqtisodiy jihatdan vayronagarchilik va hokazo, ikkinchi tomondan geofiziklar uchun Yerning ichki tuzilishini o'rganishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi kunga kelib, seysmologiya fanida zilzilalar paydo bo'lishi va sodir bo'lishiga qarab 5- tasnifga ajratiladi. Zilzilalarning tasnifi quyidagi 3.1 - jadvalda keltirilgan.

Zilzila turi	Umumiy soni % hisobida	Magnitudasi
Tektonik	95% ga Yaqin	9 gacha
Vulqonli	5% gacha	8 gacha
Denudatsion yoki ko'chki zilzilalari	1% dan kamroq	5 gacha
Texnogen	0,1% dan kamroq	5 gacha
Meteoritlar tushishi natijasida	0,00001% atrofida	9 gacha

Zilzilalar Yer sharining tektonik jihatdan eng faol bo'lgan tog' tizmalari joylashgan hududlarda ko'proq bo'ladi. Bu joylar geologik iborada Yer yuzining belbog'li (mintaqali) buzilish joylari deb yuritiladi.

Yer sharining kuchli Zilzilalar sodir bo'ladigan mintakalarini seysmik jihatdan faolligiga qarab uchta asosiy hududga bo'lish mumkin; birinchisi, geografik kenglik yo'nalishida Alp, Karpat, Kavkaz, Kopetdog, Tyanshan, Pomir, Himolay, ikkinchisi O'rta Yer dengizi Osiyo seysmik belbog'i bunga Yevrosiyo plitasining Janubiy Hindiston va boshqa plitalar bilan tutashgan joylari shuning uchun Markaziy Osiyo seysmik jihatdan faol bo'lgan Kopetdog, Tyanshan, Pomir, Himolay tog'lari tufayli seysmik faol mintaqaga kiradi. Uchinchisi meridional yo'nalishda - Tinch okeanining ikki qirg'og'i bo'yicha va qisman quruqlik mintaqasida joylashgan. Bunday seysmik faollashgan joylarga Jan. Amerikadan Antarktidagacha, Yevropa va Osiyo qit'asining shimoliy qismi, Markaziy va G'arbiy Afrika, Avstraliya va boshqa hududlar kiradi.

Tektonik zilzila o'chog'i deganda, qisqa 1-3 minut oralig'ida Yerning biror hajmida Yer moddasining emirilishi (yorilishi) tushuniladi. Amalda shu yoriq bo'ylab Yer moddasi bir-biriga nisbatan harakatga keladi. Ushbu harakat ro'y bergan joy ***gipotsentr*** deb ataladi.

Aynan mana shu joyda, ya'ni gipotsentrda - zilzila o'chog'idan ancha uzoqlarda vayronagarchiliklarga sabab bo'luvchi seysmik to'lqinlar generatsiyasi (hosil bo'lishi) boshlanadi. Gipotsentrning Yer yuziga proeksiyasi ***zilzila epitsentri*** deb ataladi (4.1 – rasm).

O'choqning o'lchamlari va elastik kuchlanishlarning miqdori seysmik to'lqinning energiyasi va zilzila magnitudasini belgilaydi. Masalan, magnitudasi 7,0 bo'lgan zilzila

o'chog'ining uzunligi 50 km dan oshadi. Eng chuqur zilzila o'chog'i Indoneziya hududida joylashgan uning chuqurligi 720 km. chuqurlikkacha yetadi.

O'choqning kattaligini ko'rsatuvchi parametrlardan biri **seysmik moment** – tog' jinslari siljish modulining yoriq maydoni va siljish amplitudasiga ko'paytmasiga teng.

Zilzilaning Yer yuzida bir xil kuch bilan namoyon bo'lgan nuqtalarini tutashtiruvchi chiziqqa **izoseyst chizig'i**, zilzila kuchining hududda tarqalishini ko'rsatuvchi izoseystlar to'plamiga izoseystalar xaritasi deyiladi.

Bu xarita juda katta amaliy ahamiyatiga ega, uning shakli va ko'rinishiga qarab zilzila tarqalgan joyning kengligini undan zarar ko'rgan ob'ektlarni aniqlash mumkin. Bundan tashqari, izoseyst zilzila sodir bo'lgan joyning chuqurligi to'g'risida dastlabki xulosa chiqarish imkonini beradi. Haqiqatda, zilzila qanchalik chuqurda bo'lsa, izoseystlar qamrab olgan maydon shunchalik keng, izoseystlar oralig'i ham keng bo'ladi. Zilzila o'chog'i qanchalik chuqur bo'lsa, Yer yuzasidagi punktlar oralig'idagi izoseystlar ham keng bo'ladi (4.1 – rasm). Bu holatni tadqiq qilish natijasida olimlar zilzila o'chog'i va izoseystlar joylashuvi oralig'ida ma'lum bog'liqlik borligini aniqlashgan va bu bog'liqlik quyidagi formula orqali ifodalanadi;

$$\frac{1}{3}(I_0 - I) = \lg \sqrt{1 + \left(\frac{R_i}{h}\right)^2} + 0,06 \sqrt{1 + \left(\frac{R_i}{h}\right)^2}$$

Bunda: I_0 – zilzilaning epitsentridagi kuch, ballarda; I – izoseystlar bo'yicha zilzila kuchi; R_i – izoseystlarning o'rtacha radiusi va h – zilzila o'chog'i chuqurligi.

Zilzila epitsentrida silkilinishlarning jadalligini quyidagi formula bilan topish mumkin:

$$I_0 = 1,5 + 3 \lg \left(\frac{R^2}{h^2} + 1 \right)$$

Bunda: I_0 – zilzilaning epitsentridagi kuchi(eng kuchlisi); R – zilzila tarqalgan maydonning o'rtacha radiusi; h – zilzila o'chog'i chuqurligi.

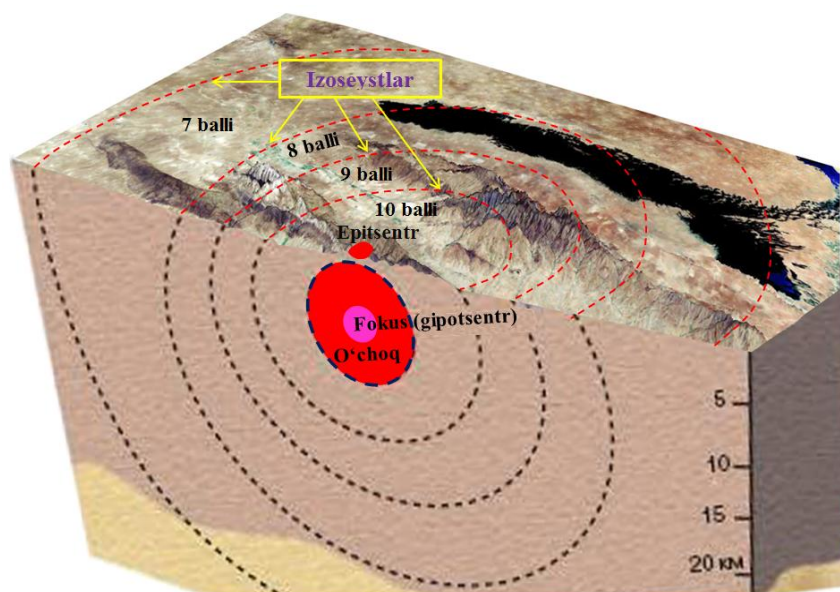
Qatlamlarning siljishiga qarab seysmik o'choqning turi surilish (sdvig), tashlama (sbros), surilma (nadvig) yoki bularning majmuidan (kombinatsiyasidan) iborat murakkab ko'rinishda bo'lishi mumkin.

Seysmik o'choqlarning chuqurligi bo'yicha zilzilalar quyidagicha bo'linadi:

kichik fokusli – Yer qobig'i ichidagi, taxminan 70 km. chuqurlikkacha bo'lgan zilzilalar, ular barcha zilzilalarning 51% ni tashkil etadi;

oraliqdagi – yuqori mantiyada, chuqurligi 70 – 300 km.gacha, ular barcha zilzilalarning 36% ni tashkil qiladi;

chuqur fokusli – chuqurligi 300 – 700 km.gacha, bu zilzilalar barcha zilzilalarning 13% ni tashkil etadi. CHuqur fokusli zilzilalar subduksiya zonalari (litosfera plitasining mantiyaga surilib kirishi) bilan bog‘liq.

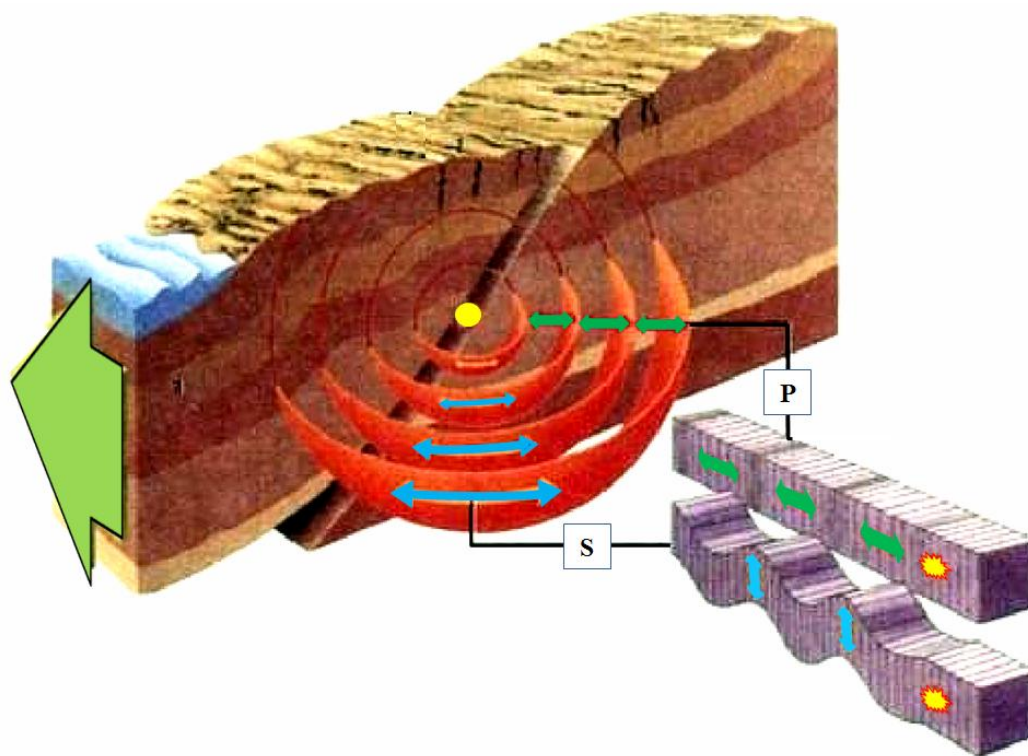


3.1 – rasm. Seysmik o‘choq parametrlari

3.2. Zilzilalarni turlari.

Tektonik zilzilalar - Tektonik zilzilalar barcha zilzilalarning asosiy qismini tashkil qiladi. Ular tog‘ hosil bo‘lishi, litosfera plitalarining Yer yoriqlari bo‘ylab harakatlari bilan bog‘liq. Yerning yuza qismini (taxminan 100-150 km. chuqurlikkacha) Yerning ulkan bo‘laklari (bloklari) - *litosfera plitalari* (bu haqda 3-bobda ma’lumotlar keltirilgan) tashkil qiladi. Yer litosfera plitalari astenosferadagi konvektiv oqimlar natijasida doimiy gorizontaal harakatda bo‘ladi. Litosfera plitalari bir-biriga nisbatan Yaqinlashib, to‘qnashishi natijasida (kolliziya) tog‘ hosil bo‘lish jarayonlari ro‘y beradi. Masalan, Hind–Avstraliya litosfera plitasining Yevrosiyo litosfera plitasi bilan to‘qnashishi natijasida Hindiqush - Himolay tog‘lari hosil bo‘lgan va bu jarayon hanuz davom etmoqda. Bu jarayonlar esa ushbu tog‘liklarning nihoyatda seysmik faolligini belgilaydi. Bu Yerda chuqurligi 300 km.gacha bo‘lgan zilzila o‘choqlari mavjud. Boshqa hollarda litosfera plitalari bir–biridan uzoqlashishi (spreding), yoki bir–biriga nisbatan ishqalanib, surilishi (transform) hollari ham (masalan KaliforniYadagi San-Andreas yorig‘i) katta zilzilalarni keltirib chiqaradi.

Tektonik zilzilalar asosan Yer po'stida ro'y beruvchi turli tektonik jarayonlar natijasida ro'y beradi. Masalan: Qrimda 1923 yildan 1928 yilgacha 25 marta kuchli zilzila bo'lgan. Bu zilzilalar tektonik harakatlar sababli Qrim tog'larining ko'tarilishi va Qora dengizning cho'kishi natijasida ro'y bergan. Zilzila natijasida asosiy zarar etkazuvchi 2 ta P - bo'ylama va S – ko'ndalang to'lqinlar hosil bo'ladi (3.2 - rasm).



3.2 – rasm. Zilzila natijasida hosil bo'luvchi to'lqinlar harakat yo'nalishi.

Gorizontalar harakatlar natijasida ro'y beruvchi vertikal surilishlar tog' jinslarini juda qisqa vaqt ichida ko'tarilishi yoki tushishiga olib keladi. Bunda siljishlar bir necha santimetrni tashkil qiladi, lekin milliardlab tonna tog' jinslarini mana shu santimetrlarga surgan energiya miqdori juda katta bo'ladi.

Vulqon zilzilalari

Vulqonlar Yerdagi kuchli va kuchi sust bo'lgan zilzilalarga olib keluvchi tuzilmalar hisoblanadi. Vulqonli tog'lar ichidagi nihoyatda qizigan gaz va lavalar Yerning ustki qismidagi qatlamlarga yuqori bosim berib turadi. Shu vulqon ichidagi lavalarning harakatlari natijasida kichik kuchga ega bo'lgan zilzilalar seriyalari bo'lib turadi. Bular seysmologiya fanida – “vulqonli tremor” (“vulqonli titrashlar”) nomini olgan. Vulqonning tayyorlanishi va otilishi jarayonlari bir necha yildan yuz yillargacha bo'lishi mumkin.

Yer sharida taxminan 600 ta faol bo'lgan vulqonlar hisoblab chiqilgan, ya'ni bular shunday vulqonlarki ular ozmi-ko'pmi davom etuvchi muddatlardagi tanaffuslardan

keyin yana qayta tug'ilishi, faollashishi mumkin. Ularni ko'pchiligi Yer po'stining tektonik plitalarining tutashuvlarida joylashgan. Bunday tutashuvlarni biridagi, ya'ni Shimoliy Amerika va Tinch okeani plitalarni tutashuvidagi Indoneziya bo'ylab Amerika qit'asini g'arbiy qirg'oqlarida yuzdan ortiq vulqonlarning juda katta otash nafasli tog'lari kuzatiladi. Bu hududlar, Tinch okeanini sharqiy qirg'oqlari - Kamchatka, Kuril orollari, Yaponiya bilan bir qatorda sayyoramizning eng faol vulqonli zonalari hisoblanadi. Vulqonlar qanday hosil bo'ladi va nega ularni otilib chiqishlari aynan seysmafaol plitalarni tutashishlarida bo'lishini tushunish uchun dastlab Yerni ichki tuzilishi bo'yicha 3 - bobda ma'lumotlarga ega bo'ldik.

1974 yillarda okeanlarni tekshirishlar natijasida vulqonlarni quruqlik va okean ostida ma'lum bir yo'nalishda joylashganligi aniqlandi. Ular asosan ikki yo'nalishda bo'lib, birinchisi Tinch okean halqasi deb ataladi, bu Yerda ma'lum bo'lgan barcha harakatdagi vulqonlarning 60% joylashgan. Tinch okeanning g'arbidan Kamchatka Yarim orolidan boshlangan bu vulqon halqasi Kuril orollari orqali janubiy - g'arbga davom etadi. Yaponiya, Fillipin, Yangi Gvineyadan o'tib Yangi Zellandiyagacha cho'zilib boradi. Tinch okeanning sharqidan Amerika materigining janubidagi Olovli Yer orolidan shimol tomonga - And, Kordilera tog'larining yonidan o'tadi va shimolda Aleut orollari va Alyaska orqali Yana Kamchatka yarim oroliga tutashadi. Bu vulqon halqasi Tinch okean geosinklinal mintaqasi deb yuritiladi.

Bundan tashqari Tinch okeanning markaziy qismida ham bir qancha harakatdagi vulqonlar bor. Masalan, ekvator Yaqinidagi Galapagos orolida ikkita harakatdagi vulqon bor, undan junubda Pasxi va Xuan Fernandes, g'arbda Samoya, Tonga, Kermadek vulqonli orollari bor.

Ikkinchi yirik vulqon halqasi yosh tog'lar o'lkasida joylashgan, ya'ni g'arbda O'rta Yer dengizdagi Apennin yarim oroli orqali Kavkaz va Kichik Osiyoga borib o'tib boradi va O'rta Italiyadagi Vezuviy, Etna vulqonlari, Lipari orollaridagi va Egey dengizidagi vulqonlar (Santorin) va Kavkaz tog'laridagi so'ngan Elbrus, Kazbek, Ararat, Yerondagi Demavenit vulqonlar kiradi.

O'rta Yer dengiz halqasi sharqqa tomon davom etib, Tibet tog'i, Xindiqush tog' tizmalari orqali Malayya arxipelagiga borib tutashadi. Malayya arxipelagi va undan

janubdagi harakatlanuvchi vulqonlarga Sumatrada 11 ta, Yavada 15 ta, Kichik Zont orollarida 3 ta vulqon kiradi, ular Tinch okean halqasiga borib qo‘shiladi.

Eramizning 79 yili 24-25 avgustida Neapalitan ko‘rfazi qirg‘oqlarida Neapaldan (Italiya) 16 km sharqda joylashgan, so‘ngan deb hisoblangan Vezuviy vulqoni otilgan. Vulqon otilishi natijasida Pompey, Gerkulanuma, Oplontiya, Stabiya shaharlarining koshonalari va tog‘ oldi qishloqlari yo‘q bo‘lgan. Pompey, shahri vulqon krateridan 9,5 km Vevuziy shahri 4,5 km uzoqlikda bo‘lgan, Vezuviy tomonda vulqon lavasidan yong‘in kelib chiqqan, vulqon kulidan nafas olish qiyin bo‘lgan. Vulqon mahsulotlarining mayda bo‘laklari va kulidan 5-7 m. qalinlikdagi qatlam hosil bo‘lgan. Vulqon otilishi bilan birga 25 avgust kuni zilzila va sunami boshlangan. Pompey xarobalari XVI-asr oxiriga kelib tasodifan topilgan.

1669 yil 11 martda Sitsiliyada Etna vulqoni, ya’ni iyulgacha (boshqa ma’lumotlar bo‘yicha 1669 yil noyabrgacha) davom etgan. Vulqon otilishi natijasida kam kuchdagi ko‘p sonli zilzilalar sodir bo‘lgan. Nikolosi shahri va uning atrofidagi qishloqlar vulqon otilishining birinchi kunida yakson bo‘lgan, vulqon hosilasining eng katta konusi Nikolosi shahri yaqinida hosil bo‘lgan bo‘lib, bu konus Monti Rossi (qizil tog‘) atamasi bilan mashhur. Etna vulqoni otilishi hajmini 830 mln. kub metr deb baholangan. 20 mingdan ortiq inson qurbon bo‘lgan.

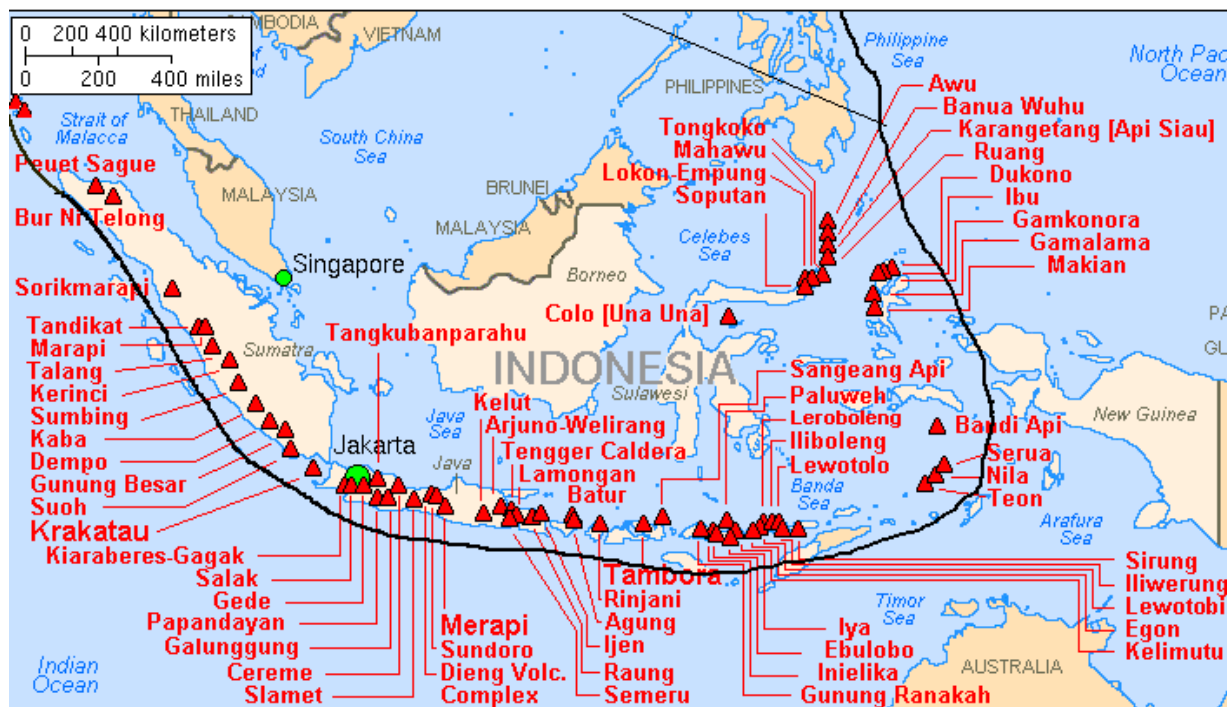
1883 yilda Indoneziyadagi Krakatau vulqoni otilishi natijasida Krakatau tog‘ining yarmi portlab yo‘q bo‘lgan. Hosil bo‘lgan zilzila va undan keyingi sunami natijasida Sumatra, Yava va Borneo orollaridagi juda ko‘p aholi halok bo‘lgan. Umuman Indoneziya hududi va unga yaqin mintaqada hududlarida juda ko‘p vulqonlar mavjud 4.3 – rasm.

Vulqon harakatlanib turgan o‘lkalarda zilzila kuchi 5-6 balldan (ba’zilarini hisobga olmaganda) oshmaydi. Masalan, Tinch okean atrofidagi Kamchatka Yarim oroli, Kuril, Xokkaydo orollari shular jumlasidandir. Bu Yerlarda zilzila o‘chog‘i 200-600 km. chuqurlikda joylashgan.

Vulqon otilishi natijasida sodir bo‘ladigan kuchli zilzilalar - ko‘p yillar davomida vulqon kraterlarida to‘plangan katta bosim ostidagi lavaning qotib yotgan vulqon qopqog‘ini otib yuborganda ro‘y beradi. Ma’lumki hozirgi davrda Markaziy Osiyoda

harakatdagi vulqonlar yo‘q bo‘lganligi uchun bizning mintaqada vulqon zilzilalari bo‘lmaydi.

Islandiyada, Italiyada, Yaponiyada va dunyoning boshqa joylarida hozirgi kunda ham harakatdagi vulqonlar mavjud.



3.3 – rasm. Indoneziyada Yer usti vulqonlarining joylashuvi va nomlari
(qora chiziq bilan plitalar orasi ko‘rsatilgan)

Denudatsion (ko‘chki) zilzilalar

Denudatsion zilzilalar. Yerning ichki qismlaridagi o‘pirilishlar yoki Yer sathida kuzatiladigan tog‘ ko‘chkilari natijasida ham hosil bo‘ladi. Bu hodisalar tektonik jarayonlar bilan bog‘liq bo‘lmagan holda ko‘pincha Yer osti suvlarining geologik harakati natijasida ro‘y beradi.

1949 yil 10 iyulda Tojikistonning Hayib qishlog‘ini kuchli magnitudasi $M=7,5$ ga teng bo‘lgan zilzila natijasida judda katta hajmdagi tog‘ jinslari massasi bosib kelgan va buning oqibitida 17,5 ming kishi halok bo‘lgan.

1974 yilda Perudagi And tog‘ tizmalarining Vikunaek tog‘ida ikki kilometr balandlikdan 1,5 milliard kub metr tog‘ jinslari Mantaro daryosi vodiysiga ko‘chib tushib, 400 kishilik qishloqni ko‘mib yuborgan. Ko‘chki natijasida hosil bo‘lgan seysmik to‘lqinlar 3000 km. uzoqlikdagi seysmik stansiyalarda qayd qilingan. Seysmik energiya esa magnituda bo‘yicha 5 ga yetgan.

Ba'zan zilzila sodir bo'lmaydigan ko'chkilar ham kuzatiladi, masalan tog' yonbag'irlarida va Yer usti rel'efida ham o'pirilishlar sodir bo'lishi mumkin. Tekis rel'ef ustida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan o'pirilishlar ko'p hollarda Yer osti suvlarining geologik ishi natijasida ohaktosh qatlamlarini Yer osti suvi ta'siridan Yerib katta-katta chuqur g'orlar hosil qilishi mumkin. Karst reliefi keng tarqalgan o'lkalarda yopiq karstlarning ba'zilari juda katta bo'lib, ularning tepa qismi og'irlik kuchi ta'sirida bo'shliqqa o'pirilib tushadi. O'pirilgan joylarda ba'zan ko'l yoki voronkasimon katta chuqurlik hosil bo'ladi. Bunga Pomir tog'idagi Sarez ko'li misol bo'ladi. O'pirilish zarbasi natijasida Yer larzaga keladi. O'pirilish natijasida o'ziga hos karst reliefi vujudga keladi.

Yer osti suvida osh tuzi NaCl eritmasi ko'p bo'lsa, gips minerali 2,5-3,5 baravar ko'p eriydi, agar oltingugurtli magniy kislotasi bo'lsa, gips Yaxshi erimaydi. Gipsli, ohaktoshli hududlarda g'or va chuqurliklar vujudga keladi. Bularning diametrlari 100 m. va bundan sal ortiqroq bo'ladi; ular yuza qatlamning yuvilishidan, erishidan, ba'zan o'pirilishlar ham vujudga keladi. Ohaktoshdagi voronkalar tubida yoriqlar hamda kanallarni uchratish mumkin, bular ponorlar deb ataladi. Yer po'sti qavatlar orasida ohaktoshni erishidan hosil bo'lgan bo'shliqlarni g'or deyiladi.

Yer osti suvlari Yer usti rel'efi va Yer osti qatlamlariga kuchli ta'sir ko'rsatuvchi eng muhim geologik jarayonlarni shakllantiruvchi kuchdir. Quruvchilar bu hodisani e'tiborga olib, hududning muhandislik geologik grunt sharoitlarini ko'ra ish tutadilar. Qurulish ishlarini olib borishda siljiydigan Yerlarda, sersuv gilli qatlamda, torf ustida, botqoqliklarda, gipsli jinslar va shunga o'xshash bo'sh cho'kindi ustida bino quradigan bo'lsalarda, jiddiy texnik geologik ishlar olib boriladi. Masalan botqoqli rel'ef ustiga ko'p qavatli inshoot qurish zarurati tug'ilganda, rel'ef ustidagi botqoqlik qavatni burg'ilab o'tib ostidagi nisbatan qattiq qatlamga inshoot ustunlari o'rnatiladi.

Ko'chkilar tektonik harakatga bog'liq bo'lmagan holda Yer osti va Yer usti suvlarining harakati natijasida sodir bo'lishi mumkin. Unga ko'ra ko'chkilarini keltirib chiqaruvchi sabablar quyidagilardir:

1. Yer osti suvlarining Yer yuzasiga yaqin bo'lishi;
2. Yer qatlamidagi suvli gorizontning daryo yoki jar o'zanidan yuqori bo'lishi;
3. Qatlamning ozgina bo'lsa ham o'zanga qiya bo'lishi;

4. Sun'iy suv bostirish natijasida tuproqni haddan tashqari to'yinib ketishi va muvozanatni o'zgarishi;
5. Tuproqning bo'kib qolishi, tortish kuchini oshirishi;
6. Yer yuzasini faol (harakatchan) bo'lishi.

Ba'zan zilzila sodir bo'lishi natijasida ham ko'chki bo'lishi mumkin, bunda tik qiyali yoki nishabligi baland bo'lgan qoya yoki rel'ef shakllari zilzila vaqtidagi silkinishlar natijasida joyidan ajralib, og'irligi hisobiga pastga qulab tushadi. Tarixda eng yirik ulkan ko'chki 1911 yil 18 fevralda Pomirda (Tojikiston hududida) Sarez zilzilasi natijasida 5000 m. balandlikka ega Muzkol tog'ining yon bag'ridan 2 mlrd kub m. tog' jinsi o'pirilib, Usoy qishlog'ini bosib qo'ygan va Usoy to'g'onini hosil qilgan. Pomirda sodir bo'lgan yana bir zilzila natijasida Murg'ob daryosi to'silib qolib, uzunligi 75 km, chuqurligi 500 m ga teng Sarez ko'li hosil bo'lgan.

Shunga o'xshagan yana bir ko'l Farg'ona viloyati Shoximardon qishlog'i markazidan 7 km uzoqlik janubiy-g'arbida, Qirg'ig'iston respublikasi Batken viloyatida joylashgan Qurbonko'l (ko'k ko'l) ko'li 1766 yildagi zilzila natijasida hosil bo'lgan. Uzunligi 170 m. kengligi 60 m., chuqurligi 5-10 m.ni tashkil qiluvchi Qurbonko'l dengiz sathidan 1724 m. balandlikda, Oloy tog'larining hududida hosil bo'lgan.

Tarixiy ma'lumotlar bo'yicha - Shoximardon janubida, soy bo'yida, tik daraning yon bag'rida qishloq bo'lgan, bu qishloqni 1766 yildagi zilzila vaqtida tog' qoyasi pastga tushib qishloqni butunligicha bosib qo'ygan, shuning uchun bu ko'lni Qurbonko'l deb atashadi. Hozirda qoya uzilib tushgan joyni balandligi 200 m.ni tashkil qiluvchi, tikka yaxlit, sirpanchiq, qirrador qiya rel'ef shaklida ko'rish mumkin (Goipov A.B. qoyani shaxsan kuzatgan). Qishloqning bosilib qolgan joyi, ya'ni daraning ko'lni to'sib turuvchi joyida esa diametri 5 sm.dan 5-6 m.gacha yetuvchi, tosh bo'laklari va yirik xarsang toshlardan tashkil topgan (3.4 – rasm).



3.4 – rasm. Qurbonko‘l (ko‘k ko‘l) ko‘li

Markaziy Amerika, Meksikaning shimolida joylashgan Gvatemalada XXI- asrning birinchi o‘n yilligida iki bor chuqur voronkasimon o‘pirilishlar kuzatilgan. 2010 yil 30 may kuni kunduzi shahar markazidagi chorrahalaridan biri 18 m. kenglikda 91 m.lik chuqurlikka qulab tushishi natijasida vertikal o‘ra hosil bo‘lgan. Bu Gvatemalada 3 yil ichida 2 chi ulkan chuqur hosil bo‘lishi edi (3.5 – rasm)



3.5 – rasm. Gvatemaladagi o‘pirilish

Shunga o'xshash voqea 2007 yil 23 fevralda AQSh ning Texas shtati San-Antonio atrofidagi bir uyni, ulkan o'pirilish 20 m. kenglikda, 150 m. chuqurga yutib yuborgan (4.6 – rasm). Geologlar hodisa sababini haligacha aniqlay olishmagan.

Voronkasimon chuqurning hosil bo'lish nazariyasi bo'yicha ushbu hodisa tabiiy geologik jarayon Yer po'sti qatlamlari orasida ohaktosh qatlamini erishidan hosil bo'lgan, yoki texnogen faktor oqibatida, ya'ni kanalizatsiya tizimining muntazam shu joyga oqib tushishi uni yuvib chuqur hosil qilgan deya taxmin qilingan.



3.6 – rasm. San-Antoniodagi o'pirilish

Texnogen zilzilalar

Texnogen zilzilalar insonning tabiatga ta'sir ko'rsatishi natijasida hosil bo'ladi. Bularning asosiy sababi yadroviy portlatishlar, Yer qatlamlaridan neft va tabiiy gazlarni qazib olish, katta suv omborlariga suv yig'ish kabi Yer qatlamlaridagi muvozanatni buzuvchi faoliyatdir (3.7 – rasm).

Yer qa'rida 4000-5000 m. chuqurlikda yotgan neft va gaz qazib chiqarilmoqda, juda katta miqdordagi mineral suvlari chiqarib olinmoqda. Daryo vodiylariga to'g'onlarning qurilishi natijasida maydoni bir necha yuz km.², xajmi bir necha yuz km.³dan katta bo'lgan suv omborlari vujudga kelmoqda. Masalan, Toktogul suv ombori, umumiy hajmi 2,1 mlrd m³, suv satxi maydoni 3640 ga teng bo'lgan Chorvoq suv omborining qurilishlari.



3.7 – rasm. Texnogen zilzilalar sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatlar

1 – Yadro qurollarining ishlatilishi, 2- ochiq kar’erlarni chuqur qazish va bu joydagi portlatishi ishlari, 3 – Yer osti ishlanmalari (shtolnya, tunel va sh.o‘.) olib borilishi, 4 - Yer ostidan katta miqdordagi neftni qazib olib o‘rnini to‘ldirmaslik, 5, 6 – ulkan suv omborlari gidroelektr stansiya va shunga o‘xshash suv inshootlarining qurilishi.

Yer qa‘rining odamlar ta’sir etish joylarida yig‘ilayotgan energiya miqdorining u yoki bu darajada oshishi yoki kamayishi oqibatida sodir bo‘lgan Yer silkinishlari Hindiston, AQSh, O‘zbekistonda kuzatilganligi fanda ma’lum. Jumladan, Chorvoq suv ombori qurilib bo‘lingandan keyin bu hududda bir necha marta kuchsiz Yer silkinishlari bo‘lib o‘tgan. Tekshirishlarning ko‘rsatishicha, bu Yer silkinishlari o‘zlarining tayyorlanish, sodir bo‘lish mexanizmlari bilan Chorvoq suv omboriga yig‘ilgan suvning miqdori 2,1 mlrd. m.³ dan ortiq suv bilan to‘latilishi jarayonida, ombor tubida yotuvchi

tog' jinslarining siqilishi va taranglashishi oqibatida yuz beradigan mikrosiniqlar, darz ketishlar sabab bo'lgan.

1967 yil 11 dekabrda Hindistonning Koyna suv omboriga suv to'ldirilishi natijasida magnitudasi 6,4 bo'lgan zilzila sodir bo'lgan. Bunday hollar Misrdagi Assuan, AQSh dagi Leyk-Mid suv omborlarida ham kuzatilgan.

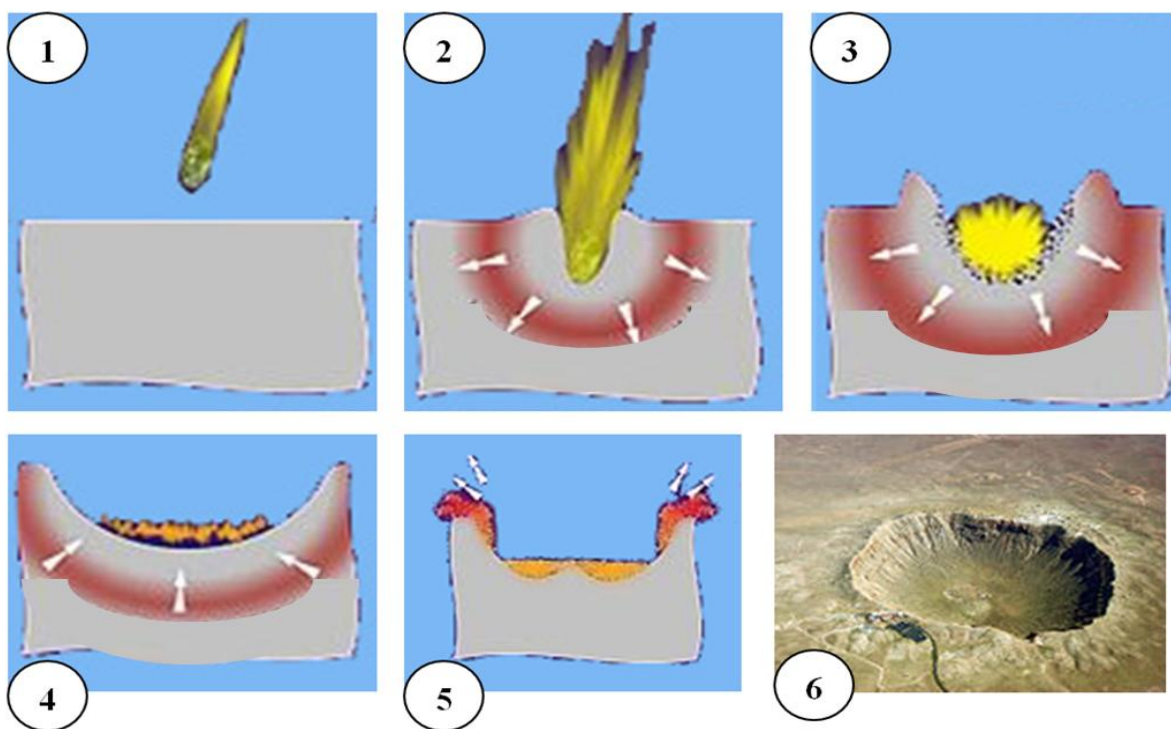
Insoniyatning tabiiy rel'fga ta'siri natijasida ham ko'chki sodir bo'lishi mumkin. Bunga, 1963 yil Italiyaning Monte-Tots tog'ining yon-bag'ri qulab tushganligini misol qilib keltirish mumkin. 1960 yili Venetsiya shimolidagi P'yavi daryosining yuqori oqimida 265 m balandlikka ega bo'lgan Vayont suv ombori qurilgan. Suv ombori qurilishi mo'ljallangan hududda qurilish ishlari boshlanishidan oldin, mufassal geologik tadqiqotlar o'tqazilgan. Geologik tadqiqotlar xulosasiga ko'ra, hududda ko'chki xavfi mavjud emas deb baholangan. 1963 yil iyulda suv ombori suv bilan to'ldirilgach, Monte-Tots tog'ining yon bag'ri asta-sekin siljishni boshlagan.

O'sha yili 1 – oktabr kuni mahalliy aholi vakillari hayvonlarning tog' yonbag'ridan qochayotganini ko'rishgan. Keyinroq 9-oktabr kuni kechki payt tog' yon-bag'ri to'satdan 100 mln. M. kubga Yaqin toshlar bilan qulagan. Suv omboridan ko'tarilgan to'lqin 400 m. balandlikdan qulagan, vodiya 40 mln. m. kub suv yopirilib oqqan. Suv toshqinidan 2 minga Yaqin inson qurbon bo'lgan.

Xulosa qilib aytganda inson o'zining muhandislik faoliyati bilan Yer osti komponentlariga muayyan ta'sir etishi, u yoki bu darajada o'zgartirishi texnogen zilzilalarning vujudga kelishiga sabab bo'ladi va provardida bundan faqatgina insoniyat o'ziga ofat yaratadi.

Meteoritlar qulashi

Meteoritlar koinotdan Yerga kelib tushishi oqibatida ham zilzilalar sodir bo'ladi 3.8 – rasm. Bunday hodisalarning katastrofik oqibatlariga sabab bo'lganligini Yer geologik tarixini rekonstruksiya natijasida ko'rish mumkin. Kishilik tarixidagi bunday hodisani, ya'ni 1908 yil 30 iyunda Sibirning Tungus daryosi vodiysiga tushgan meteorit natijasida hosil bo'lgan Yer silkinishlarini Irkutsk, Toshkent, Tbilisi, Yenadagi seysmograflar qayd qilgan. 2013 yildagi diametri 17 m. bo'lgan meteoritning Uralsk shaxriga tushishi natijasida ham seysmik tebranishlar hosil bo'lgan.



3.8 – rasm. Meteoritning Yerga qulashi va ta’sir jarayoni

- 1 – Yer tortishish kuchi natijasida meteoritning rel’efga harakati;
 2 – urilish vaqti va zarbali to’lqin; 3 – zarba kuchining tarqalishi;
 4 – zarbali to’qinning deformatsiyalanishi yoki aks qaytishi;
 5 – meteoritning issiqlik tarqalib, sovishi
 6 – rel’ef ustida hosil bo’lgan shakl (Arizona krateri misolida)

Sunami

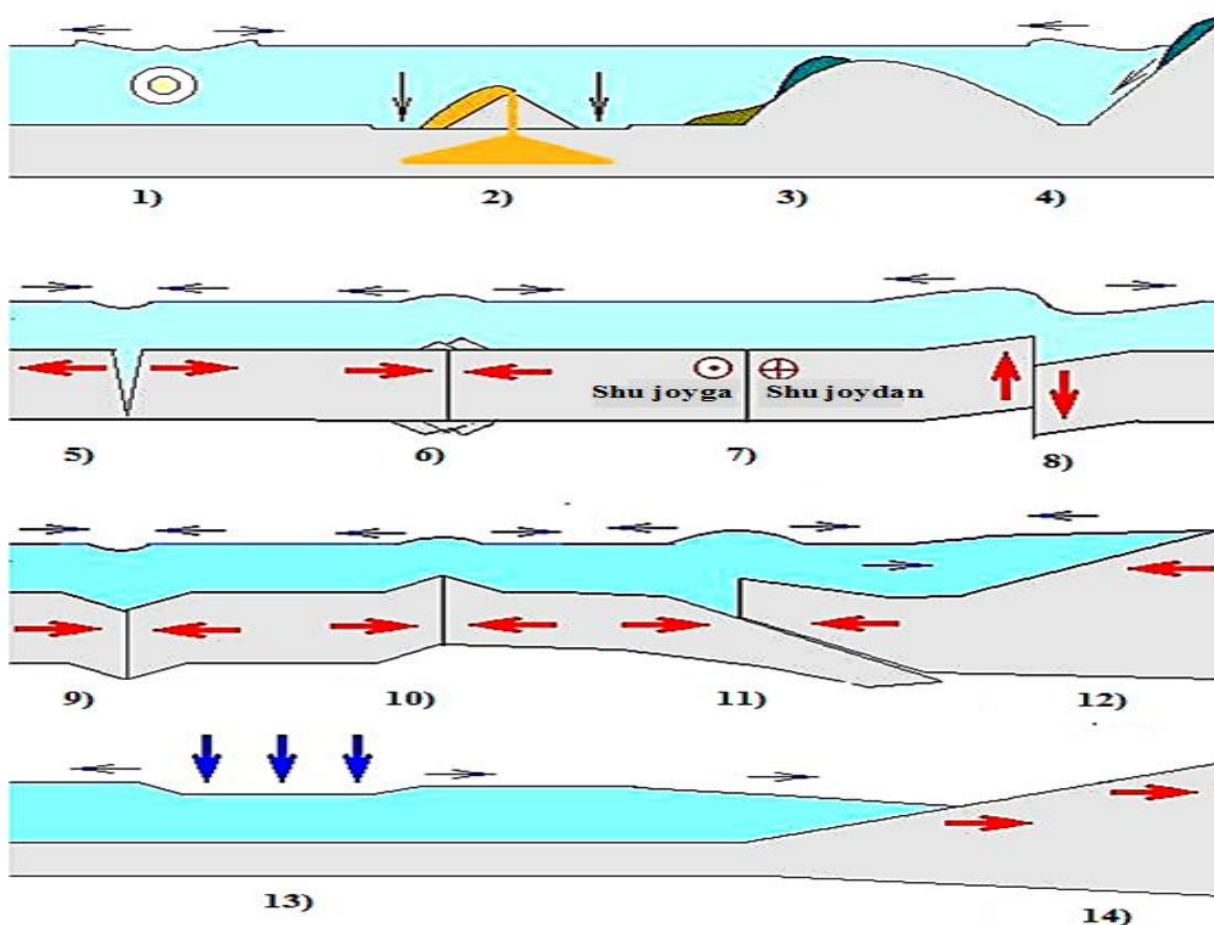
Zilzila o’chog’i okeanda bo’lganda, bir qancha zilzilalar qirg’oqqa tomon harakatlanuvchi, kuchli to’lqin keltirib chiqaradi. Bu – sunami deb ataladi. Ba’zan, u noto’g’ri - suvning ko’tarilish to’lqini deb ataladi. Sunami - Yaponcha atama bo’lib, “bandargohda to’lqin” degan ma’noni anglatadi. Sunami ham zilzila kabi vayronkor tabiiy ofat hisoblanadi.

1756 yildagi Lissabon zilzilasi kuchli sunamini keltirib chiqargan. Sunamidagi suv to’lqini Portugaliya, Ispaniya, Marokko qirg’oqlarini vayron qilgan. Lissabonda to’lqin balandligi 5 m.ga Yaqin bo’lgan. To’lqin butun Atlantika okeanidan ko’tarilib borgan, uning to’lqini Angliya, Gollandiya, Azor orollari, Vest-Indiyada kuzatilgan. Tinch okeanida sunamilar Gavaya orollari, Yaponiya, Kuril, Filippin qirg’og’larida ko’proq qayd qilingan.

Gretsiyada 1873 yilning 26 oktabrida yuz bergan zilzila natijasida dengiz ostiga 426 metr chuqurlikda yotqizilgan telefon tarmog’i uzilib ketgan. Keyingi tadqiqotlar natijasida tarmoqning ikkinchi uchi 609 metr chuqurlikdagi tog’ jinslari bo’laklari ostidan topilgan. Bu shundan dalolat beradiki, zilzila paytida dengiz tubi deyarli 150 metrga cho’kib ketgan, ko’tarilib qolgan qismida esa tog’ jinslari uyumi paydo bo’lgan.

Oradan besh yil vaqt o'tgandan so'ng, ya'ni 1878 yilda zilzila Yana takrorlangan va telefon tarmog'i uzilib, 40 metrga siljigan. Uzilgan joydagi dengiz tubi relefi keskin o'zgargan. Zilzila so'nggi yillarda bir necha bor takrorlangan va har birida yuqoridagi jarayon kuzatilgan.

Keltirilgan misollar zilzila natijasida dengiz tubi tuzilishining qanchalik o'zgarishi haqida etarli tasavvur beradi. Dengiz tubida bo'ladigan bunday o'zgarishlar natijasida sunami hosil bo'lishi mumkin. Sunami sodir bo'lganda hosil bo'ladigan ulkan suv to'liklari qirg'oqqa urilib, u Yerdagi ob'ektlarni vayron qiladi. Sunami sodir bo'lishining asosiy 14 ta holat sxemasi 3.9 - rasmda keltirilgan.



3.9 - rasm. Sunami hosil bo'lishiga sabab bo'luvchi harakatlar sxemasi

1) portlash, 2) – suv ostida vulqon otilishi, 3) – zilzila natijasida sodir bo'luvchi suv osti ko'chkilari, 4) – tog'li qirg'oqlarda ko'chkining suvga qulashi va suvni o'rnini egallab, uni harakatga keltirishi, 5) – okean osti po'stining kengayishi yoki ajralishi (transform Yer yoriqlari) 6) – siqilish (o'rta okean tog'lari hosil bo'lishi), 7) – okean osti po'stining gorizontal siljishi, 8) – okean osti po'stining vertikal siljishi, 9) – bukilish yoki botiqlik hosil bo'lishi, 10) – siqilish natijasida ko'tarilishi, 11) – subduksiya, 12) – qirg'oqning suvga kirib kelishi, 13) – Atmosfera bosimining o'zgarishi, 14) – qirg'oqning suvlikdan ortga chekinishi.

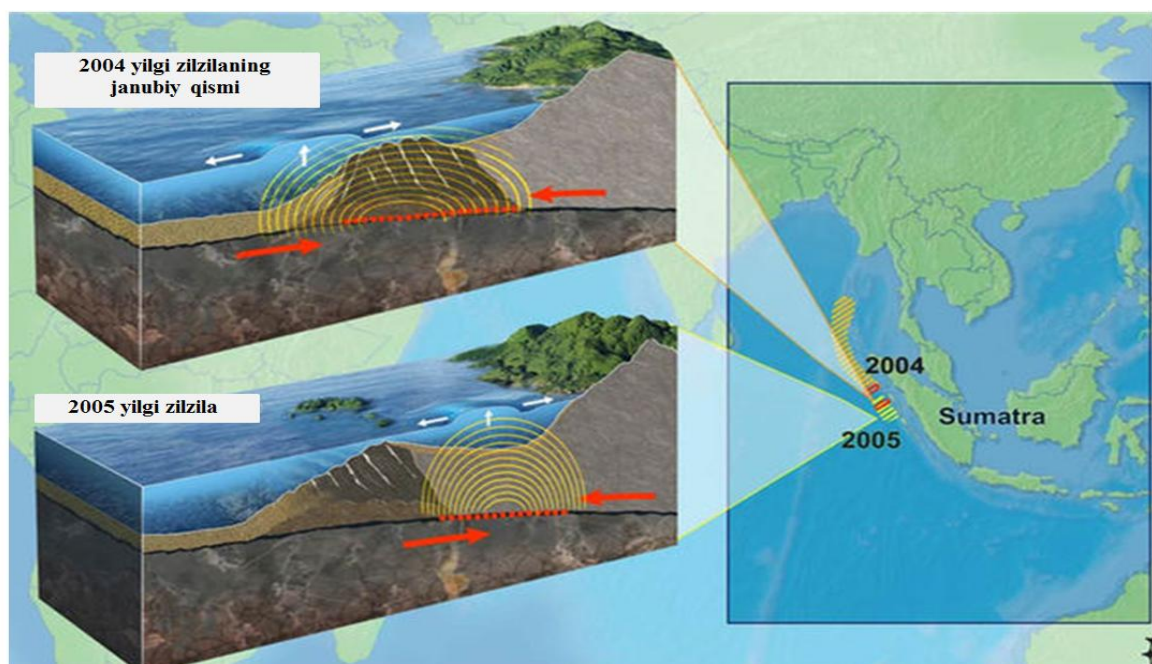
Atlantika okeanida 1884 yili yuz bergan zilzila natijasida 12 km. uzunlikdagi aloqa tarmog‘i uch joyidan uzilgan. Keyingi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, bu uchta uzilgan joy bir chiziqda sodir bo‘lmagan. Undan so‘ng zilzila natijasida dengiz tubi keskin o‘zgarganligi aniqlangan¹.

Hozirgi kunda Sunami hosil bo‘lishining 3 ta asosiy sababi mavjud, ular quyidagilar:

Tektonik - plitalar harakati natijasida;

Tabiiy - atmosferaning o‘zgarishi natijasida;

Texnogen – insoniyat tomonidan suv ostida yadro quroli yoki shunga o‘xshash moddalarni portlatish natijasida suvning harakatiga ta’sir qilish natijasida ham sunamini sodir qilish mumkin.



3.10 - rasm. Sumatra orollarida 2004, 2005 yillarda sodir bo‘lgan sunamilar hosil bo‘lish sxemasi

Tarixda eng vayronkor sunami 1946 yil 1 aprelda Gavaya qirg‘oqlarida sodir bo‘lgan. Sunami, Aleut tarnovida 7,5 magnitudali zilzila sodir bo‘lishi natijasida yuzaga kelgan. Sunami natijasida 150 dan ortiq inson halok bo‘lgan, ko‘plab insonlar jarohat olgan, moddiy zarar miqdori 25 mln. dollarga yetgan.

¹ H. Otaboyev., Zilzila ToshDU “Universitet” nashriyoti, 1998 y.

2004 yil 26 dekabr kuni Grinvich vaqti bilan 07:58:53 da Hind okeanida 8,9 magnituda bilan Sumatra zilzilasi sodir bo'lgan, uning o'chog'i Hind okeanida 25-30 km. chuqurlikda bo'lgan, ketidan Sumatra orollarida sunami sodir bo'lib 225-250 ming inson qurbon bo'lgan. 2005 yil 25 dekabrda ham sunami takrorlanishi natijasida bir necha ming inson qurbon bo'lgan². Sodir bo'lish sxemasi 3.10 – rasmda keltirilgan.

Sayyoralarda sodir bo'luvchi zilzilalar – *Oy va Marsdagi zilzilalar*. Quyosh sistemasidagi sayyoralarning va ularning yo'ldoshlarining seysmikligi haqida ma'lumotlar ko'payib bormoqda. Masalan, Venera (Zuhro) sayyorasida vulqonlar faoliyatining kuchliligi, Venera silkinishlarining mavjudligi aniqlandi. Yupiterning yo'ldoshi Ioda ham katta vulqonlar borligini AQSh.ning "Ganimed" sun'iy yo'ldoshi tasvirga tushirgan. Umuman vulqon faoliyati Quyosh sistemasining chekka gigant sayyorolari va ularning yo'ldoshlarida kuchliroq ekanligi aniqlangan.

Oyda birinchi seysmograflar 1969 yilda AQSHning "Apollon" kosmik kemalari tomonidan o'rnatilgan. Bir-biridan 1000 km.gacha masofada joylashtirilgan 5 ta past chastotali (2,2 – 15s. davrli) seysmograflar yiliga 600 dan 3000 tagacha seysmik tebranishlar yozuvini 1977 yilgacha Yerga jo'natib turgan. Tebranishlarning aksariyati magnitudasi 2 va undan past bo'lgan. Qayd qilingan Oy silkinishlari uch guruhga ajratilgan:

Yerning va Quyoshning tortish kuchlari ta'siridagi ("priliv") zilzilalari, ularning chuqurligi 800 – 1000 km.;

tektonik zilzilalar – chuqurliklari o'rtacha 25 – 200 km.;

meteorit va boshqa kosmik jismlarning tushishidan hosil bo'lgan zilzilalar.

Oy seysmogrammalari bir-biriga o'xshash. Ularning asosiy xususiyatlari shundan iboratki, ular Yerdagidan ko'ra uzoq vaqtli yozuvga va tebranishlarning juda kichik bo'lgan so'nish ko'effitsientiga ega. Ba'zi seysmogrammalarning nisbatan yuqoriroq chastotali yozuvlarida yuzaki to'lqinlar ham ajratilgan. Bu seysmogrammalar Oyning bir necha qatlami borligini ko'rsatadi.

1976 yilda "Viking" kosmik apparati Marsga seysmik asboblarni tushirdi. Lekin, seysmograflar modulning o'zida qoldi. Ularni Marsning gruntiga o'rnatish imkoniyati

² Forces of nature Earthquakes. S.L. Hamilton. USA, North Mankato. 2012. P.22.

bo'lmadi. Marsda juda kuchli shamollar esishi tufayli olingan seysmogrammalarda halaqit beruvchi tebranishlar ko'p bo'ldi. Bu seysmogrammalarni seleksiya qilish natijasida juda katta ehtimollik bilan bitta magnitudasi 3 ga teng bo'lgan Mars zilzilasi ajratildi. Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar ajratilib, epitsentral masofa 110 km. ekanligi aniqlandi. Bu zilzila tektonik zilzila deb taxmin qilinmoqda.

Nazorat savollari.

- 1. Zilzila epitsentri, gipotsentri, o'choq tushunchalarini ta'riflang?*
- 2. Zilzilalar tasnifi bo'yicha nechta turga bo'linadi va ular qaysilar?*
- 3. Tarixda sodir bo'lgan qanday kuchli ko'chki zilzilalarini bilasiz?*
- 4. Texnogen zilzilalar sodir bo'lish sabablari?*
- 5. Vulqon zilzillari sodir bo'luvchi mintaqalar haqida ma'lumot bering?*
- 6. Sunami qanday jarayonlar ta'sirida sodir bo'ladi?*
- 7. Boshqa sayyoralar va Oyda zilzilalar mavjudmi?*

4-mavzu: Elastik nazariyasi. Seysmologiyada elastiklik nazariyasini dastlabki qo'llanilishi.

Reja:

- 4.1. Elastiklik nazariyasining asoslari.
- 4.2. Seysmik to'lqinlar tarqalishining o'ziga xos xususiyatlari.

4.1. Elastiklik nazariyasining asoslari

Yer qobig'ini tashkil etuvchi tog' jinslarini qattiq elastik jism deb ko'rish mumkin. Shuning uchun tog' jinslariga berilgan kuchlar ta'sirida bo'lib o'tadigan jarayonlarni aniqlash uchun elastiklik nazariyasi qonunlaridan foydalanish mumkin. Elastiklik nazariyasining asosiy tenglamalari O.L. Koshi va S.D. Puassonlar tomonidan XIX asrning 20 - yillarida aniqlangan. Ta'sir etuvchi kuchlarning ta'sirida qattiq jismlar deformatsiyalanadi, ya'ni shakli va hajmini o'zgartiradi.

Kuchlanish modullari va ularning o'zaro bog'liqligi Izotrop muhitda elastiklik xususiyatlari yo'nalishga bog'liq bo'lmaydi. Elastiklik modullari soni ikkitagacha kamayadi, bular λ va μ - Lamé koeffisientlari. Bu eng oddiy holda kuchlanishlar komponentalari deformatsiyalar komponentalari oqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma_x = \lambda\theta + 2\mu\gamma_{xx}; \quad \tau_{xy} = \mu\gamma_{xy}; \quad (4.1)$$

$$\sigma_y = \lambda\theta + 2\mu\gamma_{yy}; \quad \tau_{xz} = \mu\gamma_{xz}; \quad (4.2)$$

$$\sigma_z = \lambda\theta + 2\mu\gamma_{zz}; \quad \tau_{yz} = \mu\gamma_{yz}; \quad (4.3)$$

$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$; bu erda θ - hajmiy deformatsiya (dilatatsiya).

Har xil masalalar yechilayotganda λ va μ bilan birgalikda izotrop muhitni quyidagi elastiklik modullarining beshtasi ifodalaydi:

1. Yung moduli (E), (bo'ylama cho'zilish moduli) - jismning cho'zilishi yoki bo'ylama siqilishiga qarshiligini ko'rsatadi.
2. Puasson koeffisienti (σ) - o'zak (sterjen) cho'zilishi yoki siqilishi natijasida hosil bo'ladigan ko'ndalang deformatsiyaning bo'ylama deformatsiyaga nisbati ko'rsatkichi.
3. Har taraflama (hajmiy) siqilish moduli (K) - hajmiy deformatsiya (dilatatsiya) bilan har taraflama bir xilda berilgan bosim orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.
4. Siljish moduli (μ) - siljish ta'sirida jismning shakli o'zgarishini ifodalaydi. Bunda urinma kuchi ta'sirida jismning shakli va to'g'ri burchaklari o'zgaradi, hajmi esa o'zgarmaydi.
5. λ moduli - siqilish - kengayish deformatsiyalari va normal kuchlanishlarni ifodalovchi tenglamalarda dilatatsiya koeffitsienti. Suyuq va gazsimon muhitlarda, ya'ni siljish moduli ($\mu = 0$) bo'lganda, λ moduli qiymati har taraflama siqilish moduli (K) ga teng bo'ladi.

quyida izotrop muhit uchun yuqoridagi modullarning o'zaro bog'liqligining asosiy tenglamalari berilgan:

$$K = \frac{1}{3} \frac{E}{1-2\sigma} = \frac{2\mu(1+\sigma)}{3(1-2\sigma)} = \lambda + \frac{2}{3}\mu; \quad (4.4)$$

$$\mu = \frac{1}{2} \frac{E}{1+\sigma} = \frac{3K(1-2\sigma)}{2(1+\sigma)} = \frac{3}{2} (K - \lambda) = \frac{\lambda(1-2\sigma)}{2\sigma}; \quad (4.5)$$

$$\lambda = \frac{\sigma E}{(1+\sigma)(1-2\sigma)} = \frac{3K\sigma}{1+\sigma} = K - \frac{2}{3}\mu = \frac{2\sigma\mu}{1-2\sigma}; \quad (4.6)$$

Bulardan E va σ qiymatlarini topish mumkin.

X, Y, Z orqali dV elementar hajmga ta'sir etayotgan kuchlarni belgilaylik, j_x, j_y, j_z - inersiya kuchlari qo'zg'agan dV hajmning og'irlik markazi tezlanishining koordinata o'qlari bo'yicha proeksiyasi bo'lsin. Dalamber prinsipiga asosan, ta'sir etuvchi kuchlar tezlanishga proporsionaldir.

Hajm elementi muvozanat holatida izotrop muhit uchun har qanday kuchlar maydoni quyidagicha ifodalanadi:

$$((\lambda+\mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + \rho X = \rho \frac{d^2 u}{dt^2}; \quad (4.7)$$

$$(\lambda+\mu) \frac{\partial \theta}{\partial y} + \mu \nabla^2 v + \rho Y = \rho \frac{d^2 v}{dt^2}; \quad (4.8)$$

$$(\lambda+\mu) \frac{\partial \theta}{\partial z} + \mu \nabla^2 w + \rho Z = \rho \frac{d^2 w}{dt^2}; \quad (4.9)$$

$$\nabla^2 = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} - \text{Laplas operatori.} \quad (4.10)$$

Tashqi kuchlar yo'l bo'lsa, ya'ni faqat tebranish harakatlari natijasida hosil bo'lgan inerciya kuchlari ta'sir qilayotgan bo'lsa, $X = Y = Z = 0$, oddiy almashtirishlardan so'ng ikkita fundamental tenglamaga ega bo'lamiz.

$$\nabla^2 \vec{u} = \frac{1}{v_p^2} \frac{\partial \vec{u}}{\partial t^2}; \quad (4.11)$$

$$\nabla^2 \vec{u} = \frac{1}{v_s^2} \frac{\partial \vec{u}}{\partial t^2}; \quad (4.12)$$

Birinchi tenglama bo'ylama (kompression) to'lqinlarni, ikkinchisi ko'ndalang (siljish) to'lqinlarining tarqalishini ifodalaydi. Elastiklik parametrlari va zichlik orqali bu to'lqinlar tezliklari quyidagicha bo'ladi:

$$v_p = \sqrt{\frac{(\lambda+2\mu)}{\rho}}; \quad (4.13)$$

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}; \quad (4.14)$$

Ularning nisbati faqat Puasson koeffisientiga bog‘liq bo‘ladi:

$$\frac{v_s}{v_p} = \gamma = \sqrt{\frac{(1-2\sigma)}{2(1-\sigma)}}; \quad (4.15)$$

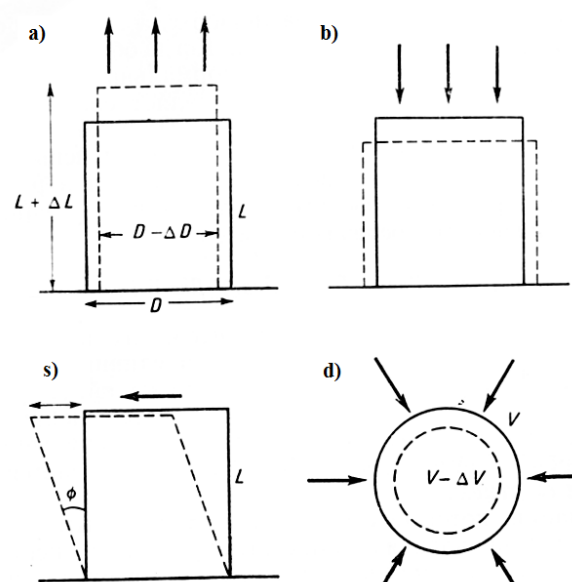
Bundan, Guk qonuni bajarilayotgan tutash muhitlarda, $\frac{v_s}{v_p}$

$\frac{1}{\sqrt{2}} (\sigma \geq 0)$ dan katta bo‘la olmaydi

.

Inersiya kuchlari natijasida hosil bo‘lgan, ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlar hajmiy to‘lqinlar deyiladi.

Tashqi kuchlar ta’sirida qattiq jism o‘z shaklini va hajmini o‘zgartiradi, ya’ni deformatsiyalanadi. Elastik jismda hosil bo‘lgan deformatsiyalarni hajm va shakl (yoki siljish) deformatsiyalari deyiladi. Mutloq elastik jism –bu har qanday kuch ta’siridan so‘ng avvalgi shakli va hajmi to‘liq tiklanadigan jismdir. Agar kuch ta’siridan so‘ng jismning avvalgi shakli va hajmi tiklanmasa bu jismni plastik (qayishqoq emas) deb ataladi.



4.1. - rasm. Elastik deformatsiyalar turi: (a) cho'zilish; (b) siqilish; (s) siljish; (d) hajmiy siqilish.

Hamma tog' jinslari deformatsiyani turli tezlikda uzatish xususiyatiga ega. Bu uzatishlar va uning tezliklari elastik deformatsiyalar (elastik modullar) va ularni hosil qiluvchi kuchlanishlar (F/S) orasidagi bog'lanishga bog'liq. Mutloq elastik jinslar uchun bu bog'lanish to'g'ri proporsionaldir (chiziqlidir) va u Guk qonuni bilan ifodalanadi:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{E}; \quad (4.16.)$$

$$\frac{\Delta d}{d} / \frac{\Delta \ell}{\ell} = \nu \quad (4.17.)$$

Bu erda, E-Yung moduli (bo'ylama cho'zilish moduli)-jismning cho'zilishi yoki bo'ylama siqilishiga qarshiligini ko'rsatadi;

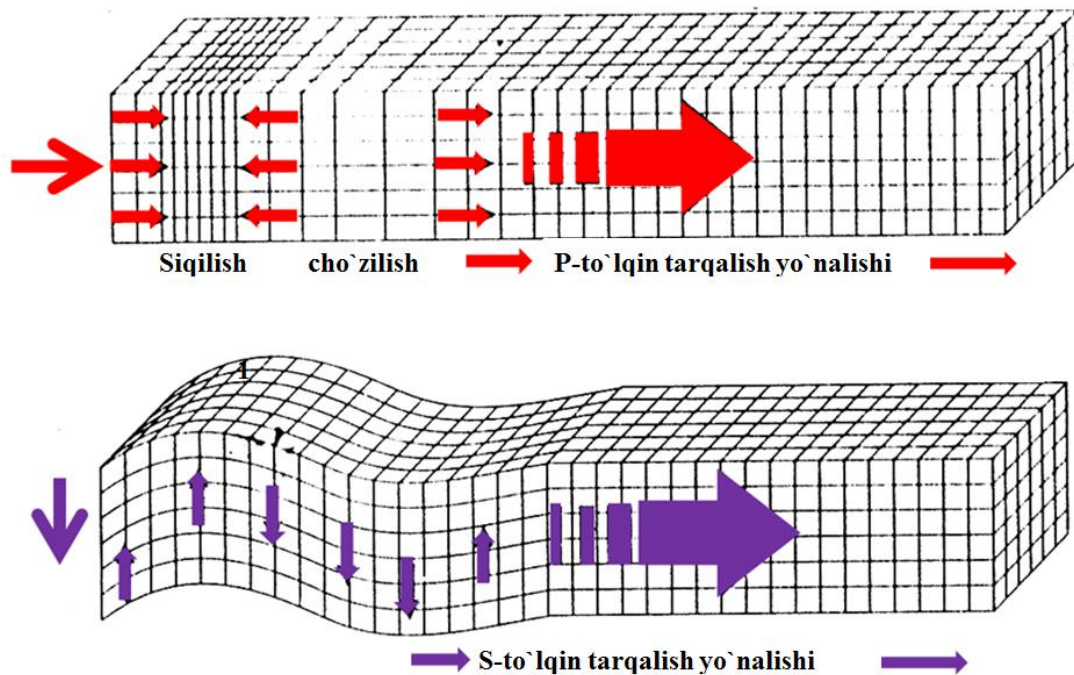
l , d , s - silindrik jismning uzunligi, diametri va ko'ndalang kesimi, Δl , Δd - uzunlik va diametr deformatsiyalari (4.1. a,b - rasm).

F - ta'sir etuvchi kuch; ν - Puasson koeffitsienti moduli (elastik jismning geometrik shaklini o'zgarish o'lchovi).

Tog' jinslarda $\nu = 0.18$ ch 0.5 , suvda $\nu = 0.5$ ga teng.

Qo'zg'atish (zarba) elastik to'lqinlari nuqtasidagi ta'sir etuvchi kuch vaqt oralig'ida tez o'zgaradi, u avval ko'tarilib(max), keyin pasayadi(min). Natijada muhitdagi deformatsiyalar va kuchlanishlar ham Guk qonuniga asosan vaqt bo'yicha o'zgaradi. Bu

esa, elastik muhit zarralarining tebranishiga olib keladi. Tebranishlar bir zarradan ikkinchisiga uzatilib, muhitda elastik to‘lqinni hosil qiladi. Elastik to‘lqinlar hajmli va yuzaki bo‘ladi. Tebranish qoplagan maydon bilan ular hali etib bormagan sonli maydonni ajratib turuvchi yuza - to‘lqin fronti deb ataladi.



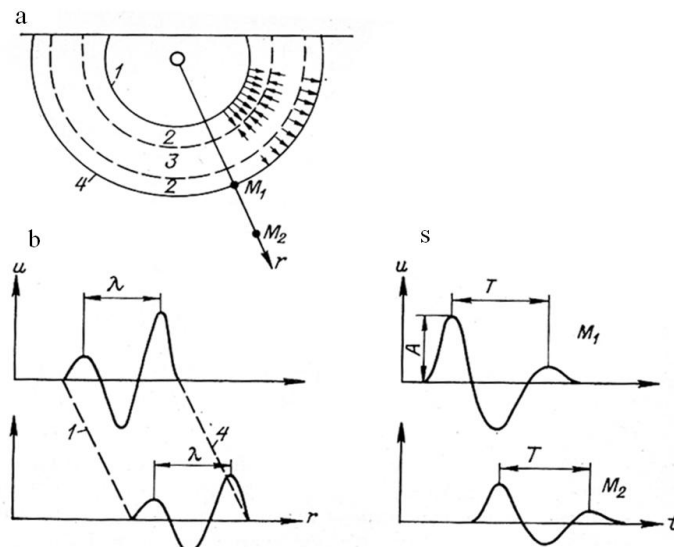
4.2. - rasm. Bo‘ylama - (R) va ko‘ndalang - (S) to‘lqinlardagi zarralarning siljishlari

Elastik muhitda ikki turli deformatsiyalar hosil bo‘lishi mumkin: siqilish (cho‘zilish) va siljish. Shuning uchun seysmologiyada o‘rganiladigan elastik to‘lqinlar ikki turga ajraladi: “siqilish-cho‘zilish” to‘lqinlar va “siljish” to‘lqinlar. “Siqilish-cho‘zilish” to‘lqinlarni bo‘ylama R - to‘lqinlar (4.2. - rasm) deb ataladi. Bo‘ylama to‘lqin tarqalganda muhitning zarralari to‘lqin tarqalish yo‘nalishi bo‘yicha siljiydi (tebranadi) va hajm deformatsiyasi yuz beradi.

Siljish to‘lqinlari ko‘ndalang S to‘lqinlar deb ataladi. S to‘lqin tarqalganda muhitning zarralari to‘lqin tarqalish yo‘nalishiga ko‘ndalang (perpendikulyar) bo‘lgan yuzada siljiydi va shakl deformatsiyasi hosil bo‘ladi (5.2. - rasm). S-to‘lqin faqat qattiq muhitlarda tarqaladi.

Bir jinsli muhitda qo‘zg‘atish piketini kengayishining nuqtali manbasi deb ko‘rish mumkin. Birinchi vaqtda(momentda) zarralar siljishi manbadan yo‘naltirilgan bo‘lib

to'ldin frontida siqilish zonasi hosil bo'ladi. To'ldin muhitda tarqaladi, shuning uchun muhitda vaqt davomida (kechroq) to'ldinning oldingi va orqa tomondagi frontlar bilan ajralgan uchta yarimsferik sohalar hosil bo'ladi (4.3 a. - rasm).



4.3.- rasm. Bir jinsli muhitdagi bo'ylama to'ldinlarning tarqalishi

a - muhitdagi zarralarning siljish sxemasi;

b - to'ldin profili (kesmasi);

s - zarralarning tebranish grafigi (to'ldin grafigi).

1 - frontning orqa tomoni; 2 - siqilish; 3 - cho'zilish (siyraklashish);

4 - to'ldin fronti.

Manba impulsli bo'lgani uchun tebranish bo'lgan sohada zarralar siljish yo'nalishi bir marta bo'lsa ham ishorasini o'zgartiradi. Impulsli qo'zg'atish bo'lganda zarralar har xil chastota bilan tebranadi (0dan $+\infty$ gacha). Shuning uchun seysmik to'ldin amplitudasi, davri, chastotasi va to'ldin uzunligi tushunchalariga ko'rinarli yoki ortiq deb ataluvchi atamalar qo'shiladi. Manbadan chiqqan ixtiyoriy "r" radius bo'ylab zarralarning tinch holatidan siljish "U" grafigi seysmik to'ldin profili deyiladi (5.3b-rasm). Ikkita qo'shni bir xil ishorali siljish ekstremumlari (bukir yoki botiq) oralig'i - to'ldin uzunligi λ deyiladi.

To'ldin fronti o'tgan paytda muhitning ixtiyoriy M nuqtasida vaqt bo'yicha zarralar siljishining o'zgarish grafigi-to'ldin grafigi deyiladi. Eng katta siljishni amplituda A , ikkita qo'shni bir hil ishorali amplitudalar vaqt oralig'i-davr T , davrga teskari qiymatni-chastota f deyiladi (5.3s - rasm). Shuningdek, muhit zarralarining siljishi to'ldin tarqalish masofasi (to'ldin qo'zg'atish manbasidan uzoqlashgan sari) va vaqti ortishi bilan so'nadi. Har bir bitta chastotali monoxromatik to'ldinni uzunligi (λ), davri (T) yoki chastotasi (f),

tezligi (v) bilan quyidagicha bog'langan:

$$\lambda = v \cdot T = v / f \quad . \quad (4.18)$$

Bo'ylama va ko'ndalang to'lqin tezligi elastiklik koeffitsientlari(modullari) orqali quyidagi ifodalar bilan belgilanadi:

$$V_p = \sqrt{\frac{K + 4\mu/3}{\sigma}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\sigma(1-2\nu)(1+\nu)}}; \quad (4.19)$$

$$V_s = \sqrt{\frac{E}{2\sigma(1+\nu)}} = \sqrt{\frac{\mu}{\sigma}} \quad (4.20)$$

Bu erda, σ -jins zichligi. $V_p > V_s$, $V_p \approx 1.7V_s$. Ko'p jinslarda $V_p / V_s = 1.73$ ga teng.

Suyuq va gazsimon muhitlarda faqat bo'ylama to'lqin tarqaladi (chunki ularda $\mu=0$ bo'lgani sababli $V_s=0$ bo'ladi).

Bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar - hajm to'lqinlari deyiladi, chunki ular tarqalayotganda, tebranish jarayoni jinsning ma'lum bir hajmini qamrab oladi.

Agar, muhitning bir nuqtasida qo'zg'atish yoki zarba berish voqeasi ro'y bersa, unda elastik to'lqin (seysmik to'lqin deb ataladi) hosil bo'ladi. To'lqinning tebranish tezligi muhitning elastiklik xususiyatiga bog'liq. To'lqin tarqalishi natijasida muhit bo'laklari tebranadi. To'lqin tarqalishi natijasida tebrangan joy bilan hali tebranish etib bormagan joy orasidagi ajratib turuvchi yuza to'lqin fronti deb ataladi. Impulsli manbadan qo'zg'atilgan tebranishlar ma'lum vaqt o'tgandan so'ng so'nadi. Bunda tinch holatdagi zarralar maydoni asta-sekin kengaya boradi. Uning chegarasi esa, frontning orqa tomoni hisoblanadi (4.3 a. - rasm).

Yuzaki to'lqinlar: Reley (R) va Lyava (L) to'lqinlari deyiladi (4.4. - rasm). Ular Yer yuzasi bo'ylab tarqaladi.

Reley to'lqinlari hosil qilgan tebranishlar uning uzunligiga teng bo'lgan qalinlikdagi qatlamni qamrab oladilar.

Reley (R) to‘lqinning tezligi Puasson koeffisienti va ko‘ndalang to‘lqinning tezligiga bog‘liq va $V_R \approx 0.9V_s$ qiymatidan oshmaydi.

Reley to‘lqinlari muhit zarralarining vertikal tekislikda nur(to‘lqin tarqalish) bo‘ylab elliptik traektoriya bo‘yicha siljishiga sababchi bo‘ladi. Tebranishlar keskinligi Yer yuzasidan chuqurlikka uzoqlashganda tez kamayadi.

(L) Lyava to‘lqinlari muhit zarralarining gorizontal tekislikda elliptik traektoriya bo‘yicha nurga ko‘ndalang siljishiga sabab bo‘ladi. L to‘lqinining tezligi R to‘lqin tezligidan kichik:

$$V_L < V_R$$

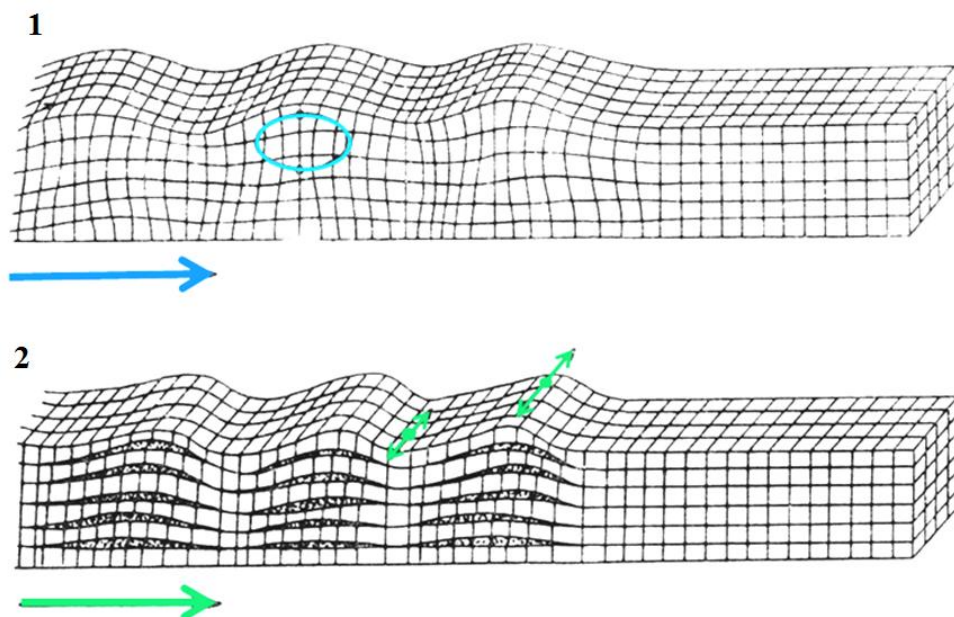
R va L to‘lqinlarning energiyasi katta. Shuning uchun zilziladan hosil bo‘lgan R va L to‘lqinlari Yer yuzasiga kuchayib keladilar va binolarni, Yer yuzasini buzishda katta kuchga ega. Lekin, chuqurlik bo‘yicha tez so‘nadi.

Elastik to‘lqinning kinematik tarqalish qonuni geometrik optikaning qonunlariga asoslangan.

To‘lqin frontiga o‘tkazilgan perpendikulyar chiziq seysmik nur deyiladi. Shu nurlar bo‘yicha seysmik to‘lqin energiyasi harakat qiladi (ko‘chadi). Nuqtali manbadan hosil bo‘lgan to‘lqin fronti aylana (sferik) ko‘rinishida; manbadan uzoqlashgan sari deyarli tekis yuzaga intiladi.

Har bir bitta chastotali monoxromatik to‘lqinning uzunligi (λ), davri (T) yoki tebranish chastotasi ($f=1/T$), fazoviy tezligi (V) bilan bog‘langan:

$$\lambda = T \cdot V = V / f. \quad (4.21)$$



4.4. - rasm. 1) Rele va 2) Lyava to‘lqinlar tarqalish yo‘nalishi

Elastik impulsda monohromatik to‘lqinning superpozitsiyasi (turli to‘lqinlarni ustma-ust kelishi natijasida hosil bo‘lgan yig‘indisi) kuzatiladi. Har birining fazoviy tezligi (V_n), amplitudasi $A \sin(\omega_n t + \varphi_n)$, aylanma chastotasi ($\omega_n = 2\pi f_0$) bilan belgilanadi (bu erda, t -vaqt). Impulsning fazoviy tezligi o‘zgarmas bo‘lganda, uning guruhli tezligi (U) fazoviy tezlik bilan ustma-ust tushadi.

Dispers (to‘lqin yutiladigan) muhitda (fazoviy tezlik chastota bo‘yicha o‘zgarishi) impulsning shakli tarqalish natijasida o‘zgaradi. Bunda $U > V_n$, agar f kattalashsa, V_n oshib boradi, $U < V_n$, agar f - kichraysa, V_n kamayib boradi.

4.3. Seysmik to‘lqinlar tarqalishining o‘ziga xos xususiyatlari

Seysmik to‘lqinlarning tog‘ jinslarida tarqalish qonunlari geometrik optikaning Gyuygens, Ferma, Snellius nuqtai nazarlariga asoslangan.

Gyuygens nuqtai nazariga binoan to‘lqin frontining har bir nuqtasini mustaqil tebranish manbasi, ya’ni ikkilamchi to‘lqin manbai deb hisoblash mumkin: bunga asosan berilgan to‘lqin frontining ayrim holatlariga qarab, boshqa holatdagi to‘lqin frontini belgilash mumkin.

Ferma nuqtai nazariga binoan ikkita nuqta orasida to‘lqin eng kichik qarshilik etuvchi yo‘l bo‘ylab tarqaladi, ya’ni eng qisqa vaqt sarf qiladigan yo‘lni bosib o‘tadi. Uning fikriga asosan (izotrop) muhitlarda seysmik nur to‘g‘ri chiziqdan iborat, chunki ularda

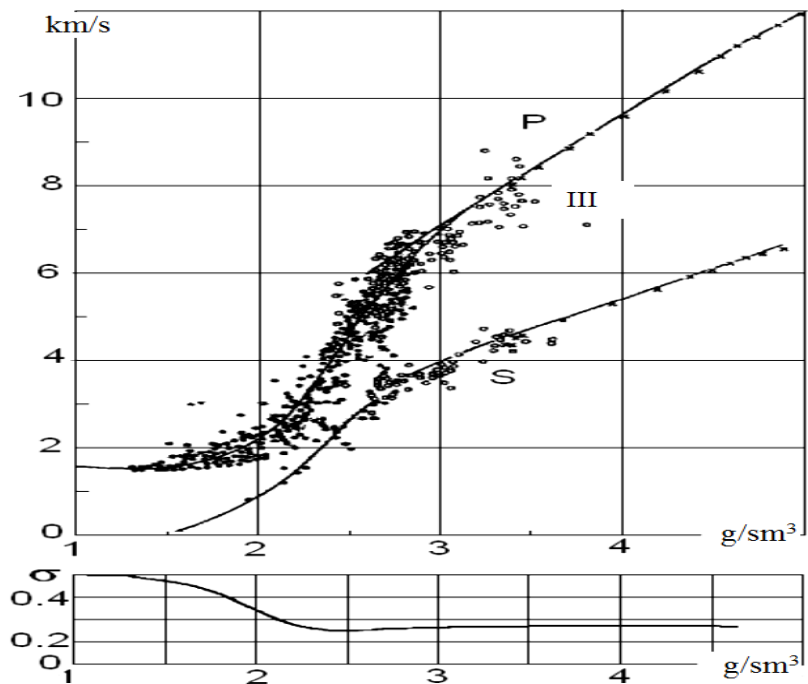
tezlik doimo bir hil. Gradientli muhitlarda (tezlik asta - sekin uzluksiz o'zgarib turganda) seysmik nur egri chiziq holiga keladi.

Superpozitsiya nuqtai nazari. Muhitda bir necha to'lqin bir vaqtning o'zida tarqalganda ularning har biri xuddi boshqalari yo'qdek harakat qiladi. Lekin to'lqinlar muhitning biror nuqtasiga bir vaqtda etib kelganda, zarralarning tebranishlari to'lqinlarning bir-biriga ustma-ust tushish natijasidek namoyon bo'ladi (interferensiya kuzatiladi).

O'zaro bog'liqlik nuqtai nazari. Agar seysmik tebranishni qo'zg'atuvchi va qabul qiluvchi manbalarning joylarini o'zaro almashtirilsa, unda shu nuqtalarda kuzatish vaqti, to'lqinning shakli va zarralarning tebranish sifati o'zgarmaydi.

Seysmik to'lqinlarning tog' jinslarida tarqalishi murakkab jarayon bo'lib, kinematik va dinamik parametrlarga boliq. Kinematik parametrlarga to'lqin tarqalish vaqtini, uning frontlari va nurlarini o'rganish kiradi. Dinamik parametrlarga esa to'lqin amplitudasi va energiyasi, impulslarning shakli va spektral hossalarni o'rganish kiradi.

Tog' jinslari zichliklarining oshib borishi bilan tezliklar oshadi (5.5. - rasm). Buning sababi, tog' bosimi ta'sirida jinslarning zichlashuvi va elastiklik modullarining (E , K , μ) sezilarli darajada oshishi kuzatiladi.

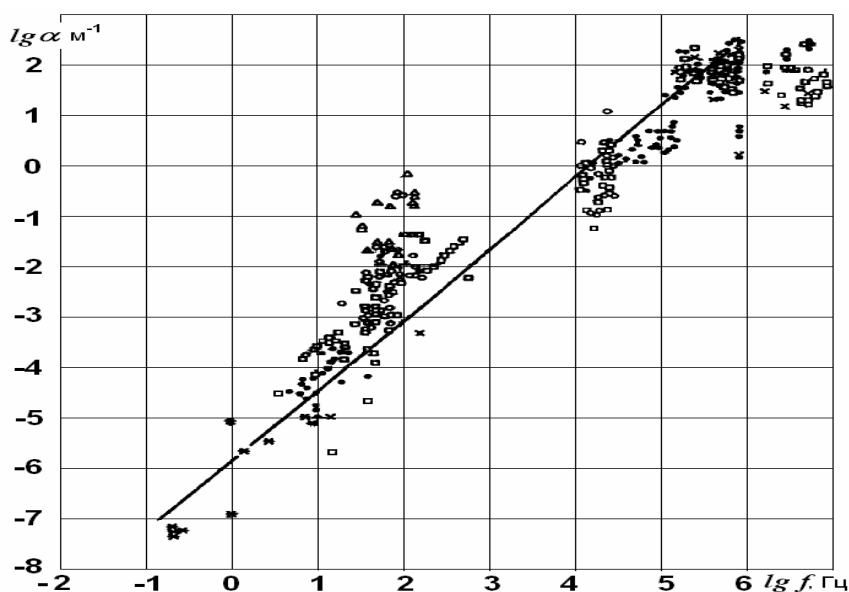


4.5. - rasm. Har hil tog' jinslari uchun V_p va V_s tezliklarning zichlikka va Puasson koeffisientiga (σ) bog'liqligi (Puzirev [Пузырев], 1997)

Real geologik muhitda, har qanday qattiq jismdagi kabi, to‘lqinlarning amplitudasi masofaning uzoqlashishiga qarab kamayadi. Bunda yuqori chastotali komponentlar to‘lqinlar dispersiyasi tufayli, past chastotali komponentlarga nisbatan kuchliroq yutiladi. Shuning uchun manbadan uzoqlashgan sari past chastotali impulsar seysmogrammalarda ko‘paya boshlaydi.

Seysmik to‘lqinlarning masofa bo‘yicha so‘nishi seysmik chegaralarda to‘lqinlarning sinishi yoki qaytishi bilan bog‘liq bo‘lmagan holda, ya’ni hususan yutilish, $\exp [-\alpha (f)r]$ ko‘rinishda bo‘ladi, bu erda α - tebranish chastotasi f dan bog‘liq bo‘lgan yutilish koeffisienti, r - to‘lqin bosib o‘tgan masofa.

Tajribalarning ko‘rsatishicha, keng diapazonda yutilish koeffisienti to‘lqinning chastotasi bilan chiziqli bog‘liq (4.6 - rasmda bo‘ylama to‘lqinlarning tog‘ jinslarida yutilishining seysmologik (-2 - -1), seysmorazvedka (0 - 2), akustik karotaj va laboratoriya ma’lumotlari (4 - 7) bo‘yicha natijalari ko‘rsatilgan).



4.6. - rasm. Har xil litologik tarkibga ega tog‘ jinslarining yutilish koeffisientining to‘lqin chastotasiga bog‘liqligi (Puzirev [Пузырев], 1997)

Yutilish koeffisienti α bilan (o‘lchami m^{-1}) birga, seysmikada o‘lchamsiz yutilish parametri Q (добротность- sifatlilik, mustahkamlik) kiritilgan. α bilan Q orasida quyidagicha bog‘liqlik bor: $Q = \pi f / V \alpha = \pi / \lambda \alpha$.

Tayanch iboralar.

Elastiklik modullari, Yung moduli, Puasson koeffisienti, Guk qonuni, siljish moduli, siqilish - kengayish deformatsiyalari, normal kuchlanishlar, Reley va Lyava to'liqlari, Gyuygens, Ferma qoidasi, Snellius qonuni, dispers muhit, superpozitsiya nuqtai nazari, o'zaro bog'liqlik nuqtai nazari, yutilish.

Nazorat savollari.

1. *Yung modulini ta'riflang?*
2. *Demormatsiya deganda nimani tushunasiz, uning qanday turlari bor?*
3. *Reley ma Lyava to'liqlari haqida nimalarni bilasiz?*
4. *To'liqin profili va to'liqin fronti tushunchalari haqida nimalarni bilasiz?*
5. *Dispers muhit nima degani?*
6. *Ferma, Gyugens qoidalarini keltiring?*
7. *Superpoziciya nuqtai nazari nima?*
8. *Yorug'likning tushishi, qaytishi, sinishi seysmik chegaralarda qanday yuz beradi?*

IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1-amaliy mashg'ulot: Seysmik stansiyalarga kelgan P va S to'liqlar vaqtlaridan epitsentrni topish (4 soat).

Seysmik stansiyalarga kelgan P va S to'liqlar vaqtlaridan epitsentrni topish

1) Topshiriqning mohiyati (qisqacha)

- Seysmogrammada har bir stansiyada **P-to'liq (birlamchi)** va **S-to'liq (ikkilamchi)** kelish vaqtlarini olingan: t_p va t_s
- Farq $\Delta t = t_s - t_p$ ni hisoblaymiz - u masofaga bog'liq.
- (Manba vaqtini bilmasak ham Δt ishlaydi.)
- Agar V_p va V_s — P va S to'liq tezliklari ma'lum bo'lsa, masofani hisoblaymiz:

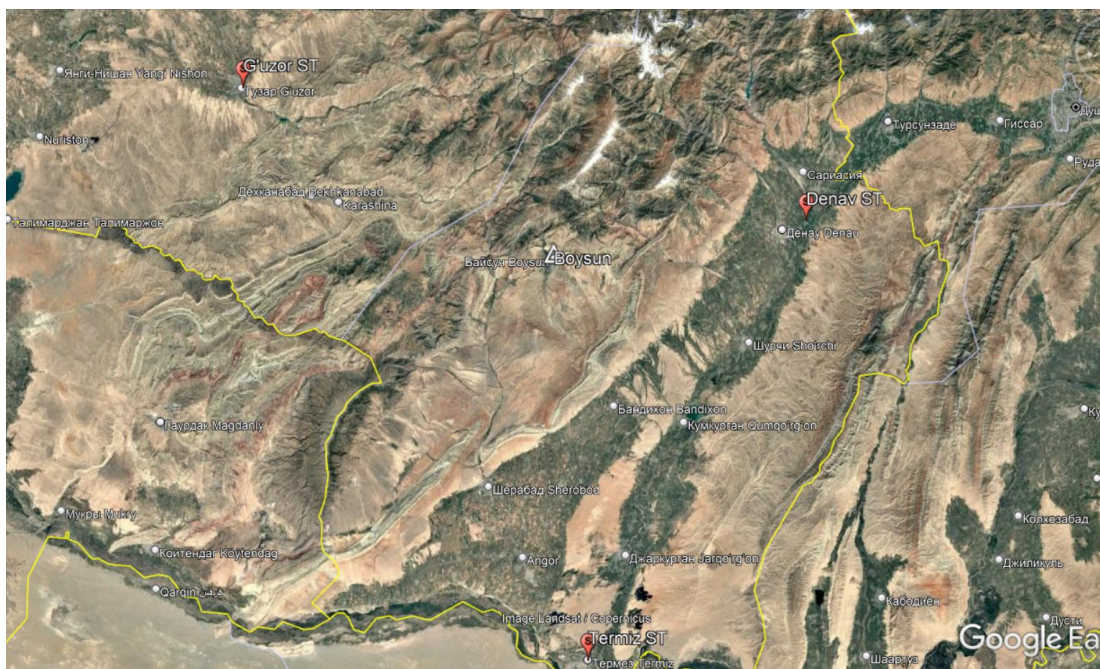
$$d = \Delta t * \frac{V_p V_s}{V_p - V_s}$$

- Har bir stansiya uchun d ni olin; stansiya koordinatalari va bu masofalar bilan (stansiya markazidan radiusli) doiralar chiziladi. Uchta doira kesishuvi epitsentrni beradi.
- Ishda tezliklar quyidagicha olinadi. $V_p = 6 \text{ km/s}$, $V_s = 3.5 \text{ km/s}$

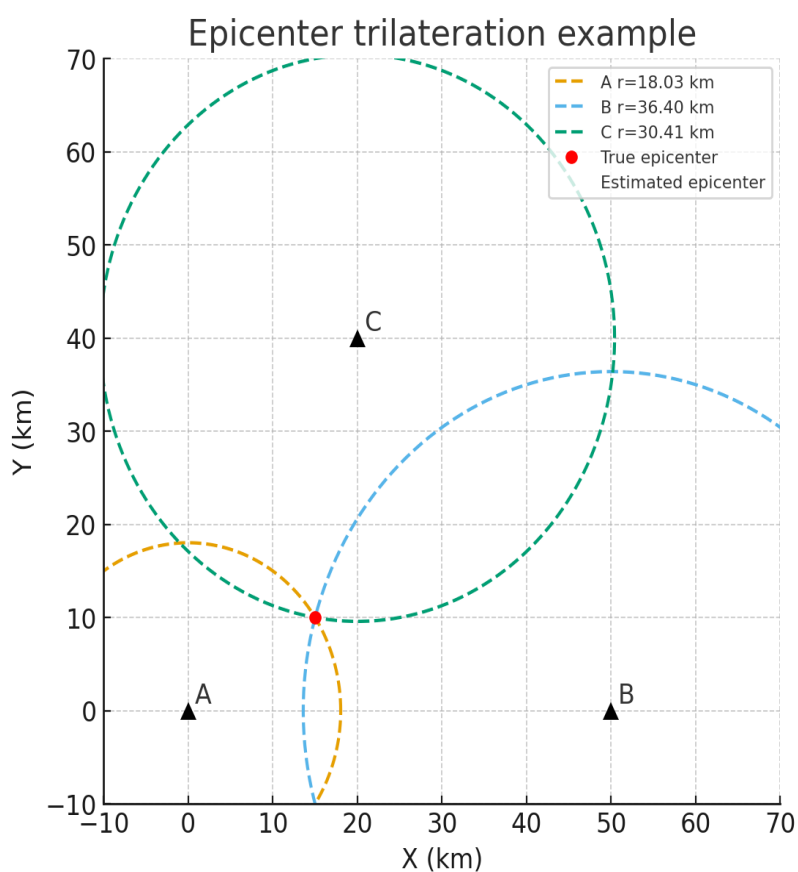
Topshiriqda xar bir tinglovchiga aloxida variantlar beriladi.

variant	№	Stansiya nomi	Kordinata		Tezlik		t_p	t_s	Δt	Masofa (d)
			N	E	V_p	V_s				
1	1	Denov ST	38°17'43.31"C	67°58'39.93"B	6 km/s	3,5 km/s	7:28.11	7:28.19		
	2	Termiz ST	37°15'33.46"C	67°19'20.02"B			7:28.15	7:28.27		
	3	G'uzor ST	38°36'30.11"C	66°16'41.38"B			7:28.17	7:28.30		

- 1) Xar bir seysmik stantsiyadan topilgan d masofani R deb olib aylana chizamiz, aylanalar kesishgan joy epitsentrni ko'rsatadi.
- 2) Keyingi bosqichda epitsentrni kordinatalarini topamiz.
- 3) Amaliy ishga xulosa yozish.



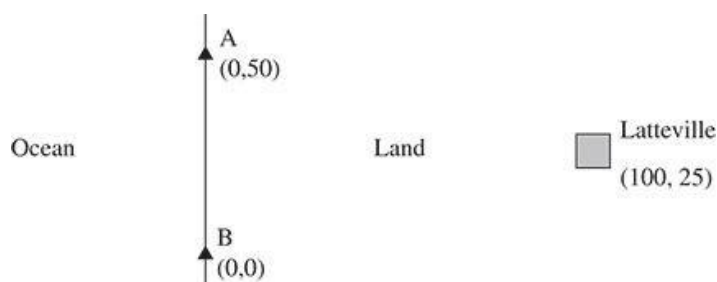
1-Rasm. Seysmik stansiyalarning joylashishi



2-Rasm. Seysmik stansiyalarga kelgan vaqt orqali topilgan d masofa bo'yicha chizilgan aylana orqali epitsenrni topish.

2-amaliy mashg'ulot: Zilziladan erta ogohlantirish. (2 soat)

1. Zilzilani Erta Ogohlantirish (EEW) ssenariysi. Ikkita seysmik stansiya qirg'oq bo'ylab joylashgan bo'lib, ular orasidagi masofa 50 km ([5.21](#)-rasmga qarang). Har bir stansiya katta zilzilaning P va S to'lqinlarini qayd etadi. $S - P$ vaqtlari A stansiya uchun 8 s, B stansiya uchun esa 6 s ga teng. Bu masalani 2D deb hisoblash mumkin (ya'ni, zilzila chuqurligi e'tiborga olinmaydi) va qobiqdagi P to'lqin tezligi 6.5 km/s, S to'lqin tezligi esa 3.6 km/s deb olinadi.



5.21-rasm. Qirg'oqdan 100 km sharqda joylashgan Latteville shahri va ikki seysmik stansiyaning joylashuvi. (x, y) koordinatalari kilometrda berilgan.

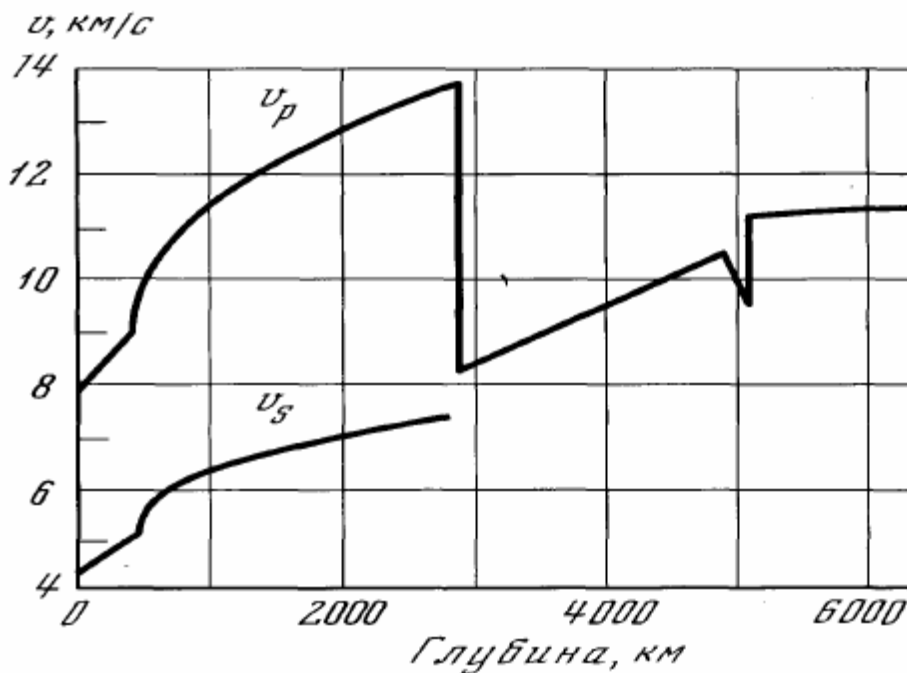
- (a) Stansiyadan masofa r ni kuzatilgan $S - P$ vaqtining funksiyasi sifatida ifodalovchi tenglamani hosil qiling.
- (b) Zilzilaning ikkita mumkin bo'lgan joylashuvini toping. Natijalarni (x, y) km ofset sifatida stansiya B nuqtasiga nisbatan ifodalang (ya'ni, [5.21](#)-rasmidagi koordinatalarga muvofiq).
- (c) Har bir zilzila joylashuvi uchun Latteville shahrida bashorat qilingan $S - P$ vaqtini aniqlan?
- (d) Eng kuchli yer silkinishi odatda S to'lqinlaridan kelib chiqadi. Agar zilzilaning dengizda sodir bo'lgan joylashuvi to'g'ri deb hisoblansa, S to'lqini Latteville shahriga yetib kelishidan oldin u yerga qancha vaqt oldin ogohlantirish yuborilishi mumkin? Ogohlantirish S to'lqini ikkala stansiyaga yetib kelgan zahoti amalga oshirilishini hisobga oling.
- (e) Agar dengizdagi zilzila joylashuvi va boshlanish vaqti darhol aniqlansa (masalan, zich joylashgan dengiz osti seysmometrlar tarmog'i orqali), Latteville shahriga S to'lqini yetib kelishidan oldin qancha vaqt oldin ogohlantirish berilishi mumkin?
- (f) Eslatma: Haqiqiy zilzilani erta ogohlantirish (EEW) tizimlarida aniqlangan hodisalarning o'lchami (magnitudasi) bilan birga ularning

joylashuvi va vaqtini ham tezda baholash muhimdir. Shu tariqa, ogohlantirishlar faqat potensial xavfli katta zilzilalar uchun beriladi, son jihatidan ancha ko‘p bo‘lgan kichik zilzilalar uchun emas.

3-amaliy mashg‘ulot: Zichlikning chuqurlikka bog‘liqligi modellari. (2 soat).

Zilzilalardan hosil bo‘lgan geosferalardagi seysmik to‘lqinlarning tezliklari bo‘yicha Yer qatlamlarining zichligi xaqida xulosalar chiqariladi. K. Bullen tomonidan ishlab chiqilgan bu usul, keyinchalik boshqa olimlar tomonidan mukammallashtirildi. Mukammallashtirilgan usulda Yerning inersiya momenti, Yerning erkin tebranishlari kabi parametrlar ham xisobga olingan.

Yerda zichliklarning taqsimlanishini aniqlash usullarida asosan zichlikning radial gradiyentlarini seysmik parametrlar bilan bog‘liqligini ko‘rsatuvchi gidrostatik tenglamalar va termodinamik solishtirishlar yotadi. Ma’lumki tezliklar chuqurlik sari oshib boradi, shuning uchun seysmik godograflarning interpretatsiyasi Gerglots – Vixert usuli bilan tezliklarning chuqurlikka bog‘liqligini aniqlash maqsadida qilinadi. Seysmik to‘lqinlarning Yerdagi taqsimlanishi rasmda ko‘rsatilgan.

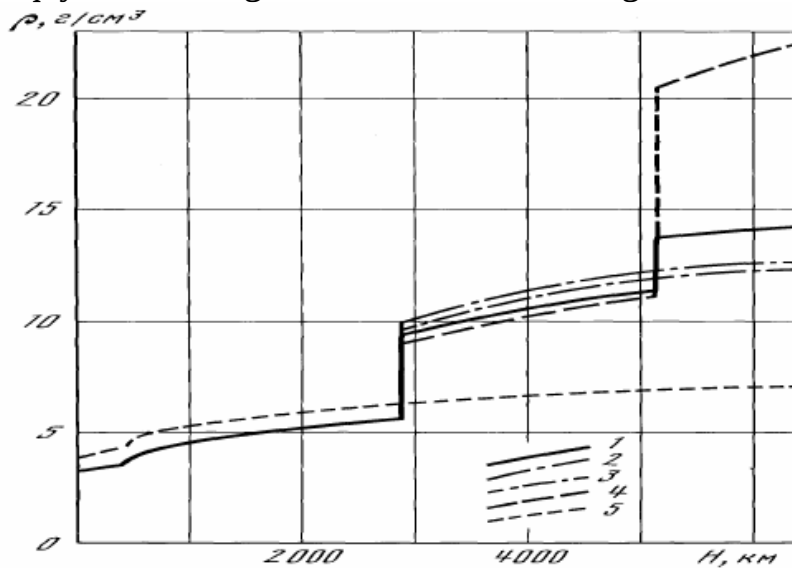


Seysmik tezliklarning Yerdagi taqsimlanishini xarakterli tomoni, tezliklarning Yer yadrosi chegarasida birdaniga pasayishidir. Buning sababi seysmik tezliklar tarqalish faqatgina har tomonlama siqilish modulidan, balki siljish moduliga xam bog‘liqligidadir. Yerning tashqi suyuq yadrosida siljish moduli nolga teng. Demak, bu yerda ko‘ndalang to‘lqinlar tarqala olmaydi.

Zichlikning chuqurlikka bog‘liqligini xisoblash uchun, Yer yuzidagi $\rho_0 = 3,32 \text{ g/sm}^3$ chegaraviy ko‘rsatkich lozim. K.Bullen, V.N.Jarkov, A.Dzivonskiylar Yerda zichliklarning chuqurlikka bog‘liqligining hozirgi zamon modellarini ishlab chiqqanlar.

Rasmda zichlikning taqsimlanishini L.M.Naymark va O.G.Soroxtin tomonidan xisoblangan lersolitli mantiya, temir oksidli tashqi yadro va temir nikelli ichki yadroda

haroratning adiabatik taqsimlanishi sharoitida zichliklarning birlamchi Yerdagi ko'rsatkichlari berilgan. Rasmdan yuqori mantiyaning zichligi 3,2 g/sm³ dan boshlab asta sekin chuqurlik sari ortib borishi ko'rinib turibdi. 400 km chuqurlikdan boshlab zichlik keskin o'zgaryapti. 900 km dan boshlab zichlik gradiyenti pasayadi va undan so'ng mantiyaning quyi chegarasida 5,6 g/sm³ ga yetadi.



Mantiyaning o'tish zonasida zichlik gradiyentining keskin o'sishi bu yerda mantiya moddasining olivindan – shpinel fazasiga, piroksendan – ilmenit yoki perovskit fazalariga o'tishi bilan bog'liq. Bunga teskari quyi mantiyada moddalarning kristall reshetkalarida o'zgarishlar bo'lmaydi, zichlikning ortishi esa bu geosferalarda modda atomlarini siqilishi tufayli bo'ladi.

2900 km chuqurlikda Yerning zichligi deyarli ikki barobar ortadi. Mantiyaning quyi chegarasida 5,6 g/sm³ dan yadroning yuzasida 9,5–10 g/sm³ gacha. Bunga sabab Yer moddasining bu chuqurlikdagi kimyoviy tarkibining keskin o'zgarishida.

5150 km chuqurlikda yana bir keskin o'zgaruvchi qatlam ajraladi. Bu tashqi va ichki yadrolar chegarasi. Bu yerda zichlik 11,4–12,3 dan to 12,5–13,4 g/sm³ gacha o'zgaradi va Yer markaziga borib, 13,5–14,4 g/sm³ni tashkil etadi.

Umuman olganda, ko'pchilik tog' jinslari uchun tezliklarning zichlikka bog'liqligi Berchning regressiya tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$\rho = a (Ma) + b \sqrt{P}$$

tenglamaning erkin xadi o'rtacha atom massasi Ma ga bog'liq. Ko'pchilik tog' jinslari uchun u 21 – 22 dan oshmaydi va jinslardagi temir, titan va boshqa metallarning miqdoriga bog'liq.

Quyida gravimetriyaning klassik olimlari tomonidan yaratilgan Yerdagi o'rtacha zichliklarning taqsimlanishini xisoblash usullari bo'yicha laboratoriya ishi berilgan.

Topshiriq.

Yerning berilgan chuqurliklarida zichlikni Rosha, Lejandr va Gelmert formulalari orqali aniqlash.

1. Rosha formulasi: $\rho = 11,35(1 - 1,07r_i^2)$, bu yerda $r_i = 1 - r/R_{ep}$

1- jadval.

вар-т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r' км	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500
	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000
	1800	1850	1900	1950	2000	2050	2100	2150	2200	2250	2300	2350	2400	2450	2500
	2300	2350	2400	2450	2500	2550	2600	2650	2700	2750	2800	2850	2900	2950	3000
	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400	3450	3500
	3300	3350	3400	3450	3500	3550	3600	3650	3700	3750	3800	3850	3900	3950	4000
	3800	3850	3900	3950	4000	4050	4100	4150	4200	4250	4300	4350	4400	4450	4500
	4300	4350	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000
	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150	5200	5250	5300	5350	5400	5450	5500

1. Lejandr formulasi: $\rho = 4,483 \frac{\sin(2,531 * r_i)}{r_i}$, bu yerda $r_i = 1 - \Delta h_i / R_{ep}$

r_i – Yer markazidan nisbiy uzoqlashish;

Δh_i – Yer qobig‘i seysmik modelidagi qatlamlarning qalinligi. (2 - amaliy ishda berilgan kesimdan olinadi).

2 – jadval.

вар-т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Δh_1	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4
Δh_2	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Δh_3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Δh_4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Δh_5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Δh_6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

2. Gelmert formulasi: $\rho = 11,75(1 - 1,04r_i^2 + 0,275r_i^4)$, bu yerda $r_i = 1 - r/R_{ep}$

3 – jadval

вар-т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r' км	5	55	105	155	205	255	305	355	405	455	505	555	605	655	705
	10	60	110	160	210	260	310	360	410	460	510	560	610	660	710
	15	65	115	165	215	265	315	365	415	465	515	565	615	665	715
	20	70	120	170	220	270	320	370	420	470	520	570	620	670	720
	25	75	125	175	225	275	325	375	425	475	525	575	625	675	725
	30	80	130	180	230	280	330	380	430	480	530	580	630	680	730
	35	85	135	185	235	285	335	385	435	485	535	585	635	685	735
	40	90	140	190	240	290	340	390	440	490	540	590	640	690	740
	45	95	145	195	245	295	345	395	445	495	545	595	645	695	745
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

R_{ep} – Yer radiusi.

Olingan natijalar bo‘yicha grafik tuzing. Absissalar o‘qi bo‘yicha masofalar, ordinatalar o‘qi bo‘yicha zichlikning ko‘rsatkichlari. Ularni tahlil qiling.

V. KO'CHMA MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-ko'chma mashg'ulot: Elastik nazariyasi, zilziladan hosil bo'lgan to'lqinlar (6 soat)

O'tkazish tartibi

Ko'chma mashg'ulot Seysmologiya instituti laboratoriyasida amalga oshiriladi. Mashg'ulot boshida tinglovchilar xavfsizlik qoidalarini bilan tanishtiriladi va institut faoliyati haqida qisqacha ma'lumot beriladi. Mashg'ulot davomida elastiklik nazariyasining asosiy tushunchalari, qattiq jismlar mexanikasi va deformatsiyalar haqida ma'lumotlar taqdim etiladi. Zilzilalar natijasida hosil bo'ladigan seysmik to'lqinlarning turlari, tarqalish xususiyatlari va o'lchash usullari ko'rsatiladi. Tinglovchilar seysmodetektorlar, seysmogrammalarni tahlil qilish uskunalarini va zilzilalarni bashorat qilish texnologiyalari bilan tanishadilar. Amaliy qismda tinglovchilar seysmik to'lqinlarni qayd etish jarayonini kuzatib, olingan natijalarni tahlil qiladilar. Elastik to'lqinlar tezligi va tarqalishini hisoblash bo'yicha masalalar yechiladi. Laboratoriya sharoitida kichik modellar yordamida turli turdagi to'lqinlarning tarqalish jarayoni namoyish etiladi. Tinglovchilarning bilimi og'zaki so'rov, amaliy topshiriqlar bajarilishi va suhbat orqali baholanadi. Mashg'ulot yakunida tinglovchilarning savollariga javob beriladi va o'rganilgan mavzuni hayotiy misollar bilan bog'lab umumlashtiriladi. Har bir tinglovchi mashg'ulot davomida olingan bilim va ko'nikmalarni o'z hisobotida aks ettirishi kerak. Hisobotda nazariy ma'lumotlar, amaliy tajribalar natijalari va xulosalar keltirilishi lozim.

Jihozlar va materiallar: Seysmograf, akselometr, P va S to'lqinlarni namoyish etuvchi modellar, elastik deformatsiyalarni o'lchash asboblari, kompyuter va maxsus dasturiy ta'minot, seysmogramma namunalari, hisoblash qurilmalari, o'quv plakatlari.

Asosiy nazariy masalalar: Elastiklik nazariyasining asosiy tenglamalari, Guk qonuni, Young moduli, Puasson koeffitsienti, to'lqin tenglamalari, P-to'lqinlar (bo'ylama), S-to'lqinlar (ko'ndalang), Rayleigh va Love to'lqinlari, to'lqin tezligi va chastota orasidagi bog'liqlik, to'lqinlarning tarqalishi, seysmik to'lqinlarning qayd etilishi, materiallarning elastik xususiyatlari, zilzila o'chog'i mexanizmlari.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Aki K., Richards P. "Quantitative Seismology: Theory and Methods", Freeman, San Francisco, 2002.
2. Lay T., Wallace T. "Modern Global Seismology", Academic Press, 2015.
3. Stein S., Wyssession M. "An Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure", Blackwell Publishing, 2013.
4. Kanamori H., Brodsky E. "The Physics of Earthquakes", Reports on Progress in Physics, 2004.
5. Mavlonov G. "Yer fizikasi va seysmologiya asoslari", Toshkent, O'zbekiston, 2019.
6. To'ychiev A. "Zilzilalar fizikasi va ularni o'rganish usullari", Toshkent, Fan, 2018.
7. Sheraliyev A. "Elastiklik nazariyasi asoslari", Toshkent universiteti, 2020.

2-ko'chma mashg'ulot: Zilzila epitsentrini qurish

O'tkazish tartibi

Ko'chma mashg'ulot O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Seysmologiya instituti yoki Favqulodda vaziyatlar vazirligining tegishli bo'limida o'tkaziladi. Mashg'ulot boshida tinglovchilarni xavfsizlik qoidalari bilan tanishtirilib, institut faoliyati va uning asosiy yo'nalishlari haqida qisqacha ma'lumot beriladi. So'ngra "Zilzila epitsentrini qurish" mavzusi doirasida nazariy ma'lumotlar taqdim etiladi. Zilzila epitsentri tushunchasi, uni aniqlash usullari, episentr va giposentr orasidagi farq, zilzila chuqurligi va uning kuchi (magnitudasi) orasidagi bog'liqlik tushuntiriladi. Seysmik stansiyalar tomonidan qayd etilgan ma'lumotlar asosida epitsentri aniqlash algoritmi ko'rsatiladi. P-to'lqin (bo'ylama) va S-to'lqin (ko'ndalang) orasidagi vaqt farqi asosida zilzila epitsentrini aniqlash usuli amaliy misollar bilan tushuntiriladi. Mashg'ulot davomida zamonaviy seysmik monitoring markazining ish faoliyati, kompyuter dasturiy ta'minoti va elektron xaritalar orqali epitsentri real vaqt rejimida aniqlash jarayoni namoyish etiladi. Tinglovchilar uch seysmik stansiyaning ma'lumotlari asosida episentr koordinatalarini aniqlash bo'yicha amaliy mashqlar bajaradilar. Buning uchun triangulatsiya usuli, kompyuter modellashtirish dasturlari va maxsus grafiklardan foydalaniladi. Har bir tinglovchi o'z hisob-kitoblarini amalga oshirib, epitsentri xaritada belgilash ko'nikmasini hosil qiladi. Shuningdek, zamonaviy GNSS texnologiyalari, sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va interferometriya yordamida zilzila epitsentrini yanada aniqroq aniqlash usullari bilan tanishtiriladi. Mashg'ulot yakunida tinglovchilarning bilimi og'zaki so'rov va amaliy

topshiriqlar yordamida baholanadi. Har bir tinglovchi o'z hisobotini tayyorlaydi, unda nazariy ma'lumotlar, hisob-kitoblar, xaritalar va xulosalar aks ettirilishi lozim.

Jihozlar va materiallar: Seysmogrammalar to'plami, seysmodetektorlar, kompyuter va maxsus dasturiy ta'minot, xaritalar, sirkul, chizg'ich, kalkulyator, P va S to'lqinlar grafigi, seysmik stansiyalar joylashuv xaritasi, zilzilalar katalogi, nomogrammalar, vaqt shkalasi, magnitudani aniqlash jadvallari.

Asosiy nazariy masalalar: Zilzila episentri va giposentri tushunchasi, seysmik to'lqinlar (P, S, L) va ularning tarqalish tezligi, seysmik stansiyalar orasidagi vaqt farqi, triangulatsiya usuli, episentr koordinatalarini hisoblash, Omori formulasi, Vaderburn usuli, magnitudani aniqlash, makroseysmik ma'lumotlar asosida episentrni baholash, zamonaviy kompyuter dasturlari orqali episentrni aniqlash algoritmlari.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. To'ychiev A. "Zilzila o'choqlari va episentrlarni aniqlash usullari", O'zbekiston Milliy universiteti, 2019.
2. Islomov U. "Seysmik monitoringning zamonaviy usullari", Fan va texnologiya, Toshkent, 2021.
3. Mirzaev M. "O'zbekistonda zilzilalarni kuzatish va tahlil qilish", O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi, 2020.

VI.KEYSLAR BANKI

1-keys

Zilzilalar hosil bo'lish turi bo'yicha:

1. Tektonik zilzila – Yer po'stining yoriqlari (faylar) bo'ylab siljishi natijasida hosil bo'ladi.
2. Ko'chki zilzilasi – Tog' yonbag'rida yoki chuqur jarliklarda katta massaning siljishi sababli.
3. Texnogen zilzila – Inson faoliyati (portlash, kon qazish, suv omborlari) natijasida.
4. Vulqon zilzilasi – Magmaning harakati va bosimi natijasida.
5. Meteorit zilzilasi – Yirik kosmik jismlarning Yerga urilishi natijasida.

Fikringizni asoslab bering?

2-keys

Zilzilalar chuqurligi bo'yicha

1. Yuqori (sayoz) fokusli – 0–70 km chuqurlikda.
2. O'rta fokusli – 70–300 km chuqurlikda.
3. Chuqur fokusli – 300–700 km chuqurlikda.
4. Superchuqur – 700 km dan pastda (kam uchraydi).
5. Yuzaki tebranishlar – sun'iy manbalar bilan bog'liq.

Fikringizni asoslab bering?

3-keys

Zilzilalarning kuchi (intensivligi) bo'yicha

1. Juda kuchsiz – odam sezmaydi, faqat asbob qayd etadi.
2. Kuchsiz – seziladi, ammo zarar yetkazmaydi.
3. O'rtacha – ba'zi binolarda zarar, tebranish seziladi.
4. Kuchli – binolarga jiddiy zarar.
5. Halokatli – keng hududda vayronagarchilik va qurbonlar.

Fikringizni asoslab bering?

4-keys

Zilzilalarning joylashuv hududi bo'yicha

1. Seysmoaktiv kamarlar – Tinch okeani atrofi (Tinch okeani “ot halqasi”).
2. O'rta Yer dengizi–Himolay zonasi – Yevropa, O'rta Osiyo, Hindiston.
3. Atlantika o'rta okean tizmasi – okean o'rtasidagi faollik.

4. Markaziy Osiyo zonasi – O‘zbekiston, Tojikiston, Afg‘oniston atrofida.
5. Sokin hududlar – Afrikaning markazi, Shimoliy Yevropa kabi joylar.

Fikringizni asoslab bering?

5-keys

Zilzilalarning kuzatilish manbalari bo‘yicha

1. Tabiiy zilzilalar – tektonik, vulqon, ko‘chki, meteorit.
2. Sun‘iy (texnogen) zilzilalar – portlash, suv ombori, shaxta qazish.
3. Seysmoakustik tebranishlar – kichik portlashlar, laborator sinovlar.
4. Regional seysmiklik – ma‘lum hududda muntazam kuzatuvlar.
5. Global seysmiklik – Yer miqyosida seysmik faollik.

Fikringizni asoslab bering?

VII.MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

1. Zilzila ta'sirida okeandagi Sunami yuzaga kelishi.
2. Hidrogeoseysmologiya, tadqiqot ob'yektlari.
3. Suv tarkibida Radonning miqdoriy tadqiqoti bo'yicha zilzila prognozi.
4. Hidrogeoseysmologiya bo'yicha O'zbek olimlari.
5. Hidrogeoseysmologiya bo'yicha O'zbek olimlarining ixtirolari.
6. Yer osti suvlarining tarkibi o'zgarishini rejimli kuzatishlar
7. Yer osti suvlarida erigan kimyoviy moddalarning gazlari tahlili.
8. Hozirgi kunlarda o'tkazilayotgan gidrogeoseysmologik tahlillar.
9. Magnitometrik kuzatuvlar, tadqiqot ob'yektlari.
10. Magnitometriya bo'yicha O'zbek olimlari.
11. Magnitometrik anomalialar turlari, ular bilan zilzilani prognozlash.
12. Gazli zilzilalari, magnitometrik kuzatuvlar.
13. Toshkent zilzilasi (1966), gidrogeoseysmologik kuzatuvlar.
14. Tuyabo'g'iz zilzilasi, gidrogeoseysmologik kuzatuvlar.
15. Toshkent zilzilasi (2008), prognoz qilinmay qolishi
16. GPS ma'lumotlari bo'yicha tektonik harakatlarni monitoring tizimi.
17. O'zbekiston prognoz komissiyasi.
18. O'zbekistonning seysmikfaol yer yoriqlari.
19. O'zbekistonning seysmik passiv yer yoriqlari
20. Toshkent zilzilasi (1966) va uning foydali oqibatlari.
21. Raqamli seysmik stansiyalarning ichki tuzilishiga ko'ra bir-biridan farqlanishi.

VIII.GLOSSARIY

Amplituda — Seysmik toʻlqinning eng yuqori ogʻish qiymati (silkinish kuchining oʻlchovi).

Aftershok (takroriy silkinish) — Asosiy zilziladan keyin yuz beradigan kichikroq silkinishlar.

Akkumulyatsiya — Kuchlanishlarning asta-sekin toʻplanish jarayoni.

Bal (ball) — Zilzila kuchini (intensivligini) tavsiflovchi oʻlchov birligi (MSK-64, MM, EMS shkala).

Boshlangʻich nuqta (gipomarkaz) — Zilzila oʻchogʻining Yer ichidagi markazi, energiya ajralgan joy.

Dinamika — Harakat va kuchlar taʼsirida jismlarning oʻzgarishini oʻrganadigan boʻlim.

Dislokatsiya — Yer qatlamlaridagi siljish, uzilish yoki yoriq hosil boʻlishi.

Epitsentr — Zilzila oʻchogʻining Yer yuzasidagi proyeksiyasi.

Energiya (seysmik) — Zilzila vaqtida ajralgan mexanik energiya miqdori.

Eksponenta pasayish — Toʻlqin amplitudasi masofa ortishi bilan kamayish qonuniyati.

Fokus (oʻchoq) — Zilzila boshlanuvchi joy, energiya ajralish markazi.

Fragmentatsiya — Togʻ jinslarining maydalanish jarayoni.

Gipo markaz (oʻchoq markazi) — Zilzila sodir boʻlgan joyning aniq koordinatasi (chuqurlikda).

Godograf — Seysmik toʻlqinlarning vaqt masofaga bogʻliqlik grafigi.

Intensivlik — Zilzilaning yuzada koʻrsatgan taʼsiri (inshootlarga va odamlar sezgilariga qarab baholanadi).

Izoseyst — Bir xil silkinish darajasiga ega joylarni birlashtiruvchi chiziq xaritada.

K-klass — Seysmik energiyaning logarifmik oʻlchovi, $K = \log_{10} \frac{f_0}{f_0^*}$ $10^{EK} = \log_{10} E$.

Kuchlanish — Togʻ jinslarida toʻplangan mexanik bosim.

Magnituda (M) — Zilzila manbasining oʻlchami yoki umumiy energiya miqdori bilan bogʻliq parametr.

Mikroseysmik tebranishlar — Juda kichik tabiiy tebranishlar (ko‘pincha shamol, dengiz to‘lqinlari tufayli).

P-to‘lqin (birlamchi) — Eng tez tarqaluvchi, siqilish-to‘lish tipidagi to‘lqin.

S-to‘lqin (ikkilamchi) — Sekinroq tarqaluvchi, kesishma tipidagi to‘lqin.

Seysmogramma — Seysmografda qayd etilgan to‘lqin chizmasi.

Seysmograf — Zilzila tebranishlarini yozuvchi asbob.

Seysmometriya — Seysmik asboblardan va o‘lchov metodlari haqidagi fan.

Seysmik to‘lqin — Zilzila vaqtida hosil bo‘ladigan elastik tebranishlar.

Seysmik stansiya — Zilzilalarni qayd etish joyi, apparaturali punkt.

Seysmotektonika — Tektonik harakatlar bilan zilzila o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganuvchi yo‘nalish.

Tsunami — Suvosti zilzilasi yoki vulqon otilishidan hosil bo‘ladigan ulkan to‘lqin.

Vulqonli zilzila — Magmaning siljishi yoki portlashi bilan bog‘liq zilzila turi.

Vaqt kechikishi (Δt) — P va S to‘lqinlar orasidagi farq, epitsentr masofasini aniqlashda ishlatiladi.

IX. FOYDALANILGAN 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 Sudyalar oliy kengashi. Sudyalar 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.uniruse.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. Atabayev X. va b. Seysmologiya va seysmometriya. Darslik. -T.: “Donishmand ziyosi”, 2020.
32. V.A.Ismailov. Muhandislik seysmologiyasi asoslari. Darslik. -T., 2022
33. Peter M.Shearer. Introduction to Seismology. Cambridge university press, 2014.

34. Коваленко Н.С., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А. Сейсмичность некоторых регионов Средней Азии. ИМГиГ ДВО РАН, Южно-Сахалинск, 2019 г., 104 стр.
35. Яновская Т.Б., Основы сейсмологии. Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008 - 258 стр.
36. Atabayev D. va b. Geofizikaviy tadqiqot usullari. O'quv qo'llanma. T.: "Universitet" 2020.
37. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций [Электронный ресурс] учебное пособие : В двух частях: учебное пособие / В.А.Пшеничкина, Г.В.Воронков, С.С.Рекунов, А.А.Чураков, 2015.-ч 92с.
38. Опарин В.Н. Методы и системы сейсмодиформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. СО РАН, Новосибирск, 2009 г., 304 стр.
39. Артемьев Д.А., Мирсаяпов И.Т., Попов А.О., Хасанов Р.Р. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Тверь. Из-во АИС.2006.-425с.
40. Лобковский Л.И., Никишин А.М., Хаин В.Е., Современные проблемы геотектоники и геодинамики . М.: Научный мир, 2004. 611 с.
41. Светкова Т.В., Невинский И.О., Панюшкин В.Т. Экологический мониторинг и прогнозирование стихийных бедствий. Краснодар: КубГУ., 2004. 347 с.
42. Левин Б.В., Сасорова Е.В. Сейсмичность Тихоокеанского региона: выявление глобальных закономерностей. М.: Янус-К, 2012. 308 с.
43. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника. Основные геодинамики: Учебник. М.: КГУ, 2005. 560 с.

IV. Elektron ta'lim resurslari

1. www.edu.uz.
2. www.aci.uz.
3. www.gov.uz.
4. www.lib.bimm.uz
5. www.Ziyonet.Uz
6. www.seismic.com
7. www.acs.org
8. www.geophysic.com
9. www.geo.web.ru.