TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

G.Orazow, A.Baýramow

GEOLOGIÝADA MATEMATIKI USULLAR

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

G.Orazow, A.Baýramow, Geologiýada matematiki usullar.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

GIRIŞ

Häzirki wagtda geologiki ylmyny ýeterlikli ösdürmek üçin, matematiki usullary we EHM ulanmak hökmanydyr, sebäbi häzirki zaman geologiki obýektlerini ýeke hil tarapdan öwrenmek bilen çäklenmän, olaryň mukdar tagdan häsiýetlerini ýüze çykarmak bilen ýer jümmüşiniň barlaglaryny has ýokary derejä çykarmalydyr. Her ýyl geologiki edaralarda dag jynslarynyň we minerallaryň, peýdaly gazma baýlyklaryň, olaryň fiziki häsiýetleriniň düzümindäki mukdarynyň müňlerçe kesgitlemeleriniň örän köp maglumatlaryny toplaýarlar, bular bolsa, peýdaly netijeleri doly almak, işläp taýýarlamak we umumylaşdyrmak üçin EHM-nyň ulanylmagyny talap edýär.

Peýdaly gazma baýlyklaryny gözlemek we agtarmak hadysasynda alynýan maglumatlarynyň san taýdan ösmegi, olaryň talaba laýyk saklanmagynyň, işläp düzmeleriniň we seljermeleriniň EHM kömegi bilen täze tärlerini özleşdirmek zerur bolup durýar. Şeýle maksatlar üçin geologiýa gullugynda super personal kompýuterlere çenli üpjün edilip, maglumatlaryň integrirlenen (şahalaýyn) bankyny, işläp düzmek ulgamyny ösdürmek we maglumatlary ýollamak hökmän gerekdir.

„Geologiýada matematiki usullar“ dersiniň öz öňünde goýan meselesi - geologiki döremeleriň we hadysalarynyň aýratynlyklaryny matematikanyň öwrenýän we modelirleýän obýektleri hasabatynda tanyş etmekdir, onda matematik usullaryň kömegi bilen çözülýän geologiki mysallarynyň özboluşlyly, dürli matematiki usullarynyň mümküpçilikleri göz öňünde tutulandyr.

Häzirki zamanda geologiýäda matematiki usullaryny ulanylmagyň ýeterlikli tejribesi bardyr. Geçen asyryň 30-njy ýyllarynda Läýel tretiçnyý çökündileriniň kesimindäki gadymy rakowinler bilen häzirki zaman görnüşleriniň san taýdan gatnaşyklaryna baha kesmek we olary stratigrafiki bölekleşdirmek maksady bilen saýlama statistiki usuly ulanypdyr. Ol eosene 3,5% mukdaryndaky häzirki ýaşaýan mollýuskalary bolan çökündilerini, miosene we pliosene 3,5% – dan 17,0% we 17% - den 50% çenli gabat gelmeleri, şeýle-de ýokarky pliosene – 30%-den köp bolmagyndaky çökündilerini hasap edipdir.

XIX asyryň ahyrlarynda geologiýada çökündileriň we çöküji jynslaryň düzümi, özbaşdak däneleriň ýa-da minerallaryň ölçegleri we görnüşi boýunça, hem-de olarda ähtimal – statistiki usullary ulanyp san taýdan gatnyşyklaryny ýazga geçirip başlapdylar. Şol ýyllarda petrograflar Lewington-Lessing, Niggli we başgalar tarapyndan şlifleri mikroskop barlaglaryny statistiki işläp taýýarlamagyň netijeleri arkaly dürli çogma dag jynslarynyň maşgalalarynyň çäklerini, jynsdörediji minerallarynyň paragenetiki assosiasyny, hem-de dag jynslarynyň himiki we mineral düzümleriniň arasyndaky kanuny baglanşyklaryny aýdyňlaşdyrypdyrlar.

Gazma peýdaly baýlyklaryny gözlemegiň we agtarmagyň meselelerini çözmekde matematiki seljermesini ulanmak synanysyklary I.A. Korzuliniň (1908), S.Ýu.Deboržinskiniň (1910) we beýlekileriň ylmy işlerinde görmek bolýar. Hususan hem S.Ýu.Deboržinskiý tarapyndan gatlagy tekizlikde has pes inedörtlik täri boýunça approksimirlemek ýoly bilen gatlak ýatyşynyň ortaça elementlerini tapmagyň, hem-de gözleg-agtaryş, gazyw işleriniň deňölçegli berlen görnüşleri we ölçeglerinde peýdaly gazma birliklerini tapmak mümkünçiligine baha bermek täri hödirlenipdir.

XX asyryň 30-njy ýyllarynda statistiki usullar geologiýanyň köp ulgamlaryna ynamly girizilýär. Olaryň ulanylmagy esasan suratlandyrmak maksdyny yzarlap, maglumatlary ynamdar ýygnamak ýa-da islendik gipotezalary tapmak maksady bilen geologiki gözegçilikleri statistiki işläp taýýarlamakda çäklendirilendir.

XX asyryň ortalarynda matematiki usullary geologiýanyň hemme ulgamlaryna girizmek bilen EHM ulanylmaklaryna ýeterlikli derejede täsir etdiler. Geologiki barlaglar nazarýetini we amalýetini ähtimallyk teoriýasy we tötänleýin ululyklarynyň matematiki statistikasyndan başgada köp ölçegli statistiki seljerme usullary, tötänlik funksiýasynyň teoriýasy we garmoniki seljermeler, köplük teoriýasy, ugurlaýyn algebra we beýleki matematika bölümleriniň siňmegi bilen ulanylmagynda çözülýän meleleleriň çägi has giňeldi. Gözegçilikleri statistiki işläp düzmekden başgada, olar geologiki obýektleri we hadysalary matematiki modelleşdirmekde ulanylyp başlandy. Şu derejä N.K.Razumowskiý, D.A.Radionow we A.Arens tarapyndan dag jynslardaky elementleriň mukdarlaýyn ýaýramagynyň kanunlugyny öwrenilmegi; A.B.Wisteliusyň tötänlik funksiýasynyň kömegi bilen nebitli jynslaryň öýjüklilik seljermeleri sazlaşmalary (korreläsiýa) boýunça; W.N.Bondarenkonyň wulkaniki jynslarynyň petrohimiki aýratynlyklaryny statistiki öwrenmek; A.W.Kanseliň - magdançöküş hadysalaryny matematiki modelleşdirmek; W.M. Ronensonyň - iri masştably geologiki suratlandyrmakda ýapyk metomorfiki galyňlyklarynyň sazlaşmagy; M.F.Mirçinkiň we W.B.Buharsewanyň - geologiki toplumlaryň struktura gatnaşyklaryny korrelyasion usulda ýuze çykarmak ýaly işleri boýunça we başgalaryň statistiki barlaglary giňden işe girižildi.

Struktura we fasial kartalary (U.Krambeýn, R.Miller, D.Kan) seljerilende, hem-de F.P.Agdebergiň, D.A.Radionowyň işlerinde wektor meýdanlary suratlandyrma usulynda giňişlikdäki statistiki modeller giňden ulanyldy.

I. BÖLÜM

1.1. Geologiýada matematikany ulanmagyň usullary we aýratynlyklary

Geologiýa we geologiki agtaryş işlerine matematikany girizmekde birnäçe özara baglanşykly ugurlar bolup geçýär, olaryň içinde esasylary hasaplanýanlar:

1. gözegçilikleriň sanly netijelerini statistiki usulda işläp düzmek.
2. geologiki obýektleri matematiki usullarda modelirmek.

Awtomatlaşdyrlan duzgündäki geologiki barlaglaryna girýänler.

- toplama, ýygnama, geçirme we geologiki maglumatlaryny başlangyç işläp düzmeleri;
- geologiki meseleleri matematiki usullarda çözmekdäki ugrukdyrlan - wajyp meseleler kitaphanasy;
- matematiki usullarda geologiki meseleleri çözmek tejribe işleriniň maglumatlaryny görkezýän banky;
- geologiki tejribelerini kämilleşdirmek we ugrukdyrmak düzgünleri.

Geologiki meseleleri çözmek üçin, häzirki zaman matematikasynyň köp bölümleriniň ulanylmagynda matematiki usullaryň örän giň sanawlary ulanylýar, olaryň içinde ähtimallyk teoriýasy we matematiki statistika, ondan daşaran çaklamanyň, gözlegiň, agtaryşyň we ýerasty gazma baýlyklaryň ýataklaryna baha bermek meselelerini çözmekde, hem-de sanalan geologiki meseleleri maglumatlar bilen üpjün etmekde has oňaýly ýetilen üstünlikleriň ilkinji geologiki maglumatlaryny statistiki işläp düzmekdir.

Geologiki maglumatlary ýygnamak, gorap saklamak, hem-de gözleg, geologiki habarlary işläp düzmek we geçirmekdäki amatlaşdyryjy usullary häzirki zaman EHM kömegi bilen bu hadysalary awtomatlaşdyrmaga esaslanandyr. Netijeli awtomatlaşdyrlan habar beriş-gözleg düzgüniniň başlangyç sebäbi maglumat bankyny düzmek üçin formal geologiki dilini düzmekdir. Bu diliň esasy bolup geologiki iş alnyp barlyşynyň „maglumat çägini“ düzýän özara baglanşykly we köp derejeli geologiki agtaryş hadysalarynyň gurluşy barada düşünje bolup hyzmat edýär.

1.2. Geologiki desgalary öwrenmekligiň usullary

Geologiki hadysalar we döremeler özboluşly aýratynlaklara eýedirler:

- geologiki hadysalar fiziki, himiki we biologiki tebigi görnüşleriniň umumylygyndan ybaratdyr, olaryň arasynda çylşyrymly sebäp-derňew baglanşyklar bardyr, şonuň üçinem geologiki döremeleriň häsiýetleri köp ýagdaýlara baglydyr, hem-de ol obýektler örän çylşyrymly gurlyşa eýedirler;

- geologiki hadysalar dowamlydyr, geologiki döremeleri äpet ölçeglidir we çuň jümmüşde ýerleşip, olary doly derejede we hemme taraplaýyn gözeçilik arkaly öwrenmek mümkün däldir.

Geologiki obýektleriniň çylşyrymlylygy we birmeňzeş däldigi olaryň tebigy düzgün höküminde seredilmegini talap ädýär. Düzgün - özara kesgitli bütewligi we birligi döredip bir-biri bilen baglanşygy bolan elementler umumylygydyr.

Geologiki hadysalar-dinamiki düzgünler - özleriniň ýagdaýyny wagta bagly üýtgediji düzgünlerdir.

Geologiki döremeler - statistiki düzgünler - geologikiki hadysalarynyň haýal bolup geçýänligi sebäpli olaryň häsiýetleri wagt boýunça tapawudsyzdyrlar.

Geologiki, dinamiki düzgün *elementleri* bolup, geologiki hadysalarynyň geçişine täsir edýän aýratyn sebäplerdir (ölçeg birliklerdir). Sebäbi magdan döremek hadysasynyň (ölçeg birliginiň) elementleri bolýan, temperatura, basyş, ergin düzümi, garyndy jynslaryň düzümi we fiziki häsiýetleridir.

Öwreniliýän geologiki düzgüniň her bir elementi öz gezeginde özbaşdak düzgündir, şeýle-de islendik düzgüne haýsyda bolsa, has çylşyrymly düzgüniň elementi görnüşde garalmalydyr.

Tebigatdaky peýdaly baýlyklar toplanmasynyň çylşyrymlygy baradaky geçirilen barlaglaryň jikme-jikligine baglydyr. Geologiki häsiýetleriň we geologiki hadysalaryň parametleri yzygiderli, pessaý we üznükli üýtgäp bilerler. Şonuň üçinem, geologiki düzgündäki elementleri islendik wagt ýeňililik bilen ýüze çykarmak mümkin däldir. Köplenç şeýle aýratynlaşdypmak belli bir derejede şertlidir, sebäbi elementleriň aýdyň çäkleri ýokdyr.

Dürli geologiki hadysalarynyň ozara baglanşyklary geologiki düzgünleri hakyky çäkleriniň ýoklugyna getirýär. Şonyň üçin, olary açyk düzgünler derejesine getirilip köptaraplaýyn öwrenilende onuň elementlerini düzüjileriniň ýeke bir baglanşyklaryny hasaba alman, eýsem ulgam bilen gurşap alýan giňşilik aralygyndaky baglanşygam göz önünde tutmak gerekdir. Şeýle-de bolsa, köp halatlarda belli bir praktiki meseleler çözülende, olaryň daşky baglanşyklaryny göz öňünde almasa-da amatlydyr we geologiki obýektleri *ýapyk düzgün* görnüşde seretmek bolýandyr. Şeýle duzgünlere *geologiki umumylyk* diýilýär. Her bir umumylyk, haýsyda bolsa birnäçe ýa-da köpräk özbaşdak umumylyk alamatlary boýunça dargadylýandyr.

Meselem, Uly Balkan-Gubadag effuziw jynslaryň umumylyk düzümi, ýaşy we beýlekiler arkaly birnäçe umumylyklara bölünýärler.

Geologiki obýektleri öwrenmek usullary. Geologiki döremeleriň we hadysalarynyň gös-göni gözegçilige tabyn bolmaýandygy, geologiki barlaglarynyň praktikasynda tebigi we emeli açyk ýatlamalaryň kömegi bilen saýlama öwreniş usullary giňden ýaýrandyr, olaryň çäginden dürli barlaglar we derňewler üçin nusgalyklar alynýar. Ýerli gözegçilik meýdanlar we alynýan nusgalar jümmüşiň göwrümi we meýdany boýunça, olardaky maglumatlary ýaýraýşy geňeşsiz azdyr.

1.3. Geologiki maglumatlaryň häsiýetleri

Geologiki obýektleriň häsiýetleri hakdaky tejribe san maglumatlaryň saýlanmaklyk mümkünçilikleri, olaryň öwrenilýän häsiýetleriniň hakyky san häsiýetnamalary bilen doly gabat gelmegini aradan aýyrýar. Islendik ölçeglerde ýa-da nusga öwrenilende tehniki ýalňyşlyklara ýol berilmegine ölçegleriň ýalňyşlyklary diýilýär.

Tejribe görkezijeleriň ýa-da nusga seljermeleriniň netijelerini golaý ýatan jümmüş göwrümine ýaýradylanda, geologiki meňzeşlikler ýaly ýalňyşlyklar ýüze çykýar. Eger-de ol göwrümlerde alamatlaryň bahalary baradaky maglumatlar ýok bolsa, onda golaý açyk nusgalarynyňkyny çyzyklaýyn göz öňünde tutulýar, ýöne bilşimiz ýaly alamatlaryň bahasy çyzyklaýyn häsiýete eýe däldir, hem-de çylşyrymly kanunlara boýundyr.

Geologiki habar bermeleriň häsiýetleri. Geologiki barlaglaryň netijeleri öz häsiýetleri boýunça örän köp görnüşlidirler: sözde (ýazgyda), grafiki (kartalar çyzma), sanlar. Soňky wagtlara çenli geologiki maglumatlar hasap hil häsiýete eýediler, ol bolsa söz ýazgysy we çyzgylar bilen düşündirilýär. San we ölçeg görkeziji bolup hyzmat edýär. Geologlaryň nazary pikir çykaryşlary öz netije toplamasyna esaslanandyr we gurşan beýigi döremeler we ýüze çykmalar hakyky häsiýetlerini kesgitlemän, olar hakdaky hyýaly düşünjelerem goşulýandyr. Bu bolsa, ony bar bolan geologiki düşünjeleriniň kyn manylygyna getirýär. Olardan, geologiki edebiýatdaky ″mineral″, ″formasiýa″, ″fasiýa″, we beýleki düşünjeleriň bir näçe kesgitlemesiniň bardygy hem, bir mysaldyr.

Geologiki düşünjeleri kesgitlemegiň kyn manylygy geologiki resminamalardaky şertli belgileriň esasyny tutýanlar – kartalar (çyzgylar), kesimler we ş.m.

Dürli wagtlarda we dürli awtorlar tarapyndan şol bir ýeriň, şol bir masştabyndaky düzülen kartografiki berilýän geologiki maglumatlar, geologiki gurlan kartalar birmeňzeş däldirler. San (sifr) maglumatlarda takyklyk artýar, ýagny alynýan öçegleriň ýa-da geologiki obýektleriň haýsyda bolsa häsiýetiniň seljerme netijeleri san hasabatynda häsiýetlendirmek arkaly geologiki umumylyga aňladylýar.

Şeýle san arkaly aňladylýan häsiýetnamalara *saýlama (statistiki) umumylyk* diýiliýär. San görnüşli geologiki maglumalaryň käbir özboluşly aýratynlyklary bardyr. Öwrenilmegiň saýlama usuly bolmagy we geologiki obýektiniň çylşyrymlylygy olaryň häsiýetlerini doly düşündirmeýär, hem-de ölçegdäki tehniki ýalňyşlyklar sebäpli köplenç ýeterlikli takyk däldir.

1.4. Geologiýada modelirlemek

Geologiýada modelirlemegi, serişde düzgününiň öwrenilmeginiň obýekti görnüşinde oňat we ýaramaz gurnalmalara bölüp bolýandyr.

Oňat gurnalan düzgün - özaralarynda berk kesgitlenýän we bir manyly baglanşykly çäklenen sanly elementleriň bolmagyndadyr. Meselem – fizikanyň, himiýanyň kanunlary.

Ýaramaz gurnalan düzgünlere - ýagdaýyna we häsiýetine köp delilleriň täsirindäki çylşyrymly tebigy obýektler we ýüze çykmalary goşmak bolýandyr. Adaty ýaramaz gurnalan düzgünler – geologiýanyň öwrenýän obýektleridir. Şeýle düzgünler öwrenilende, strukturadaky käbir takyk san aňlatmasyna öwrüp bolmaýan aýratyn kanuna laýyklyk, ýagny meýillenmeleri tassyklap bolýandyr.

Obýektleri ýaramaz gurnalmalar bilen esasy usul hem *modelirlemekdir*. Model – obýektiň ýönekeşdirlen asyldyrylyşydyr.

Sanawly modeller, obýektleriň kesgitli geometriki, fiziki, dinamiki, funksional häsiýetnamalaryny çykarýan modellerdir.

Belgili modeller – shemalar, çyzgylar, formulalar, haýsyda bir dilde ýazylan pikirler.

Häzirki wagtda sanawly modelirlemek az ulanylýar, emma soňky ýyllarda laboratoriýa şertlerindäki geologiki hadysalarynyň aýratyn elementleri täzeden döremek üçin synanşyklar geçirilýär: tejribe geotektonikasy, petrologiýasy, geohimiýasy ýaly usully ugurlar ýüze çykyp başlady.

Geologiýada wajyp orny belgili habar beriş modelirlemegiň dürli usullary ulanylyp başladylar. Olaryň maglumatlarynyň häsiýetleri boýunça söz, grafiki we matematiki görnüşlere bölüp bolýandyr.

Söz modelirleme hemme geologiki dersleri içine alýan köp toparlanmalary, düşünjeleri we kesgitlemeleri girizip bolýandyr.

Grafiki modelirleme kartalar, meýilnamalar, obýektlerini ýönekeý we oňa golaý aýratynlaşdyrýan kesimlerden durýan geologiki resminamasyny dürli görnüşde grafiki görkezmeleridir.

Geologiýada matematiki modeller görnüşinde geologiki döremeler ýa-da geologiki hadysa parametrleriň häsiýetleriniň özara baglanyşyklaryny we kanuna laýyk üýtgemeleri ýazga geçirilýän sanlar hem-de formulalar ulanylýar.

Soňky ýyllarda geologiki barlaglarynyň tejribesinde EHM modelleşdirmek giňden ulanylanda dürli hilli geologiki maglumatlaryň model görnüşleriniň arasyndaky çäkler belli bir derejede şertliligine galýar.

Maglumatlar san görnüşine geçirilýär, hem-de geohimiki we geofiziki suratlandyrma ölçemeleriň netijeleriniň grafiki gurallaryň ýa-da grafiki displeýleriň kömegi bilen izoliniýaly kartalar görnüşine geçirilýär.

Geologo-matematiki modelleriň görnüşleri. Bu ýerde obýektiň haýsy aýratynlygy öwrenilýänligine baglylykda, olaryň strukturasynyň we özüni alyp barşynyň (funksiýalaşdyrylmagynyň) modellerinde tapawutlanýarlar. Olaryň ilkinjisi statiki düzgünler, ýagny esas serişdeleriniň häsiýetleri öwrenilýär, ikinji bolsa dinamiki düzgünler (hadysalar) üçin geçirilýär.

Matematiki modelleriň görnüşleri boýunça gurmaklykda statistiki we dinamiki modelleşdirilmegi tanawutlandyrylýar.

Statistiki modelleşdirmek empiriki görkezijileri induktiw esasda saýlama usulda öwrenilmegiň netijeleri boýunça barlag obýektiň häsiýetlerini matematiki görnüşe geçirmekden durýar.

Dinamiki modelleşdirmek belli bir obýektiň häsiýetlerini kesgitleýji, onuň gurluşy we kanunlary baradaky umumy göz ýetirmelerinden özi alyp çykýan häsiýetlerden ybaratdyr.

Häzirki wagtlarda geologiki barlaglaryň tejribisinde esasanam statistiki modeller ulanylýar. Bu bolsa, geologiki obýektleriniň çylşyrymlygyna, köp görnüşligine hem-de geologiki hadysalarynyň umumy çäklerdäki düşündiriliş kynçylyklaryna baglydyr.

Statistiki modelleşdirilmege getirilmeler:

- geologiki maglumatlary seljerme işine amatly görnüşe öwürmek
- öwrenilýän obýektleriniň häsiýeti köp sanly ýa-da tötänlik derejesindäki olçeglerden kanunalaýyklary ýuze çykarmak
- ýüze çykarylan kanunalaýyklyklary matematiki düşündirmek (matematiki modelini gurmak)

- alnan san häsiýetnamalary gerekli geologiki meseleleri gözmekde ulanmak – geologiki gipotezalary barlamak, obýekti öwrenilmegiň geljekki tärlerini saýlamak

Dinamiki modelleşdirmege esaslan geologiki meseleler çözülmeginiň alnyp barlyşy başgaçadyr. Owrenilýän obýektini hakda umumy oý-pikirlerden we onuň gelip çykyşyndan ugur alyp, onuň döreýş hadysasynyň esasy sebäpleri, ol hadysanyň gutarnykly netijesine täsir ädiji netijelere salgylanynyn, ýagny obýektiň häsiýetinde hadysanyň teoretiki matematik modelini gurulýar. Şeýle modeli bolup geçýän hadysa parametrleriniň belli bolmanlygy sebäpli, bu modeli umumy görnüşde hödürlemek mümkündir.

Agzalýan parametler dürli wariantlardan saýlaman we öwrenilýän obýektiň hakyky häsiýetlerine bagly hadysanyň teoretiki ýerine ýetirilişi bilen deňeşdirmekde kesgitlenýär. Dinamiki modelleşdirmek uly göwrümdäki örän çylşyrymly hasaplamalar, has dogrysy ene EHM esasynda ýerine ýetirilip bolýandyr.

Matematiki model - parametleriň özara baglanyşyklarynyň häsiýetleri boýunça determinirlenen we statiki bolup bilerler.

Determinirlenen modeller – deliller (argumentler) bilen üýtgeýän baglylyklaryň funksional baglanşygydyr. Olar deliliň kesgitli bahasyna üýtgemeleriň eke täk bir bahasynyn gabat gelenligindäki deňlemeler görnüşinde görkezilýär. Geologiki obýektleri modelleşdirilende determinirlenen modeli seýrek ulanylýar. Bu ýagdaýyň sebäbi olaryň funksional arabaglanyşyklary örän çäkli ýerlerde hakyky ýüze çykmalar bilen gowşak gabat gelýär.

Statistiki model diýip ýeke-täk gözekçilikde takyk aýdyp bolmajak san bahasy bolan şeýle üýtgemelerden düzülen iň bolmanda, ýekeje tötänleýin komponenti özünde jemleýän matimatiki aňlatmalara aýdylýar. Olar matematiki modelleşdirilmende gaty giňden ulanylýandyr, sebäbi olar synag netijeriniň tötänleýin üýtgemelerini oňat hasaba alýandyrlar.

Çözülýän meseleleriň görnüşi boýunça hemme geologo-matematiki modeleri matematiki usulda düşüdirmekde ulanylýan toplumy iki topara bölünýar.

Statistiki modelirlemede esasan tötänlik nazaryýetiniň we matematiki statistikanyň matematiki apparatlary ulanylýar. Olarda geologiki obýektleriň içki birmeňzeşligi, ölçeg ýerine bagly bolmadyk giňişlik boýunça häsiýetleriniň tötänleýin üýtgemelerine – göz öňünde tutulýandyr. Olar bir wagta seredilýän häsiýetleriň sanawyna baglylykda, birölçegli, ikiölçegli we köpölçegli gornüşlere bölünýärler.

Statistiki modelirler köplenç şeýle maksatlar üçin ulanylýarlar:

- geologiki obýektleriň häsiýetleri has ynamly baha berilmegini saýlama netijeler boýunça almak;
- geologiki gipotezalaryny barlama;
- geologiki obýektleriň häsiýetleriniň arasyndaky baglanşyklary ýüze çykarmak we beýan etmek;
- geologiki obýektleri toparlara bölmek;
- berlen takyklyk bilen geologiki obýektleriň baha bermek üçin gerek bolan saýlama görkezijileriniň göwrümini kesgitlemek.

Giňişlikdäki üýtgemeler modellerinde geologiki obýektleriň häsiýetleri ölçeg koordinat nokatlaryna baglydyr, sebäbi şeýle häsiýetler giňişlik boýunça belli bir kanuna görä üýtgeýändirler. Şol bir hatarda, käbir tötänlik usulary (tötänlik funksiýasy, wagylaýyn hatarlar, disperiýa seljermesi) bilen kombintorlar (polinomlar), sazlaşykly derňew, algebroik wektorlar, diffrensial geometriý we matematikadaky başgada bölümleri ulanylýandyr.

Giňşilidäki geologiki üýtgemeleriň modelleriniöwrenmek üçin statiki wedinamiki modelirlemegiň usullary ulanylýar.

- geologiki obýektleriniň bir-birine otnositel ýerleşmeleriniň kanunalaýyklygy baradaky bilen baglanyşykly gipotezalary barlamak;
- geologiki döremeleriniň döreýşi hadysasynyň häsiýeti baradaky gipotezalary barlamak;
- geologiki we geofiziki meýdanlarda anomaliýalary ýüze çykarmak;
- geologiki obýektleri öz içki gurluşlarynyň aýratynlyklary boýunça toparlara bölmek;
- geologiki obýektleri çäklendirlik üçin interpolýäsiýa we ekstrapolýäsiýa amallaryny işläp düzmek;
- geologiki obýektler öwrenilende gözegçilikleriň amatly gürlügini we görnüşini saýlap almak.

1.5. Geologo – matematiki modelirlemegiň prinspleri we usullary

Geologiki meseleleriniň matematiki modelleşdirme esasyndaky çözgütleri örän çylşyrymly prosessdir, olarda döwüleri tapawutlandyrmak bolar:

- geologiki meseleleri bir taba getirmek;
- geologiki obýektleriniň çäklerini ýa-da geologiki hadysalarynyň wagt aralyklaryny kesgitleýän geologiki umumylyklary kesgitlemek;

- öňde goýlan meseläniň çäginde obýektiň esasy häsiýetlerini ýa-da hadysalaryň parmetrlerini ýüze çykarmak;
- barlag usullarynyň aýratynlyklaryny hasaba almak bilen geologiki umumylykdan synama we saýlama içmek;
- matematiki modeliň görnüşini saýlamak;
- saýlanan matematiki modeliniň çäginde matematiki meseleleri dogry kesgitlemek;
- matematiki meseläniň çözüş usulyny saýlamak;
- obýektiň modeliniň matematiki parametlerini hasaplamak esasda matematiki meseläniň çözgüdi;
- geologiki meselede ulanmak üçin alnan netijeleriň teswirlenişi;
- obýektiň we modelleriň birmeňzeş bolmaýandyklary sebäpli bolup biljek ýalnyşlyklaryň tötänligine we ululygyna baha bermek.

II. BÖLÜM

2.1. Bir ölçegli statistiki modeler

Ulnanylmagynyň manysy we şertleri. Statistiki modelirlemegiň esasynda iki düşünje ýatyr: general umumylygy hakda – öwrenilýän obýektiň ýa-da döremäniň kesgitli köp sanly mümkingadar bahalary; saýlap alynmalar hakda – bu alamatyň gözegçiliklerdäki bahalarynyň köp görnuşliligi.

Iki düşünjede geologiki we synag umumylyklary düşünjelerine dogry gabat gelýärler. Geologiki obýektleriniň statistiki modelleri ulanylanda her birinde öwrenilýän häsiýeti kesgitli ölçeg ýerine ýa-da aýratyn nusga olçegleri boýunça gabat gelýän tükeniksiz köp sanly elementar meýdanjyklaryň umumylygy görnüşde seredilmelidir.

Statistiki modelirlemede saýlanan umumylyk köp sanlylyga, birgörnüşlige, tötänlige we özbaşdanlyga jogap berip bilýändir diýip hasaplanylýär.

Köp sanlyk şerti gerekligi statistiki kanunçylyk ýeke döremeleriň köp sanlygynda ýüze çykyp bilerler, sebäbi saýlanma umumylygyň göwrümi has uly möçberde bolmalydyr. Statistiki baha kesmegiň ynamdarlygy saýlap alynmanyň göwrümi 60-dan 30-20 bahalara çenli azalanda pese düşýändir, eger-de ondan-da az sanly gözegçiliklerde statistiki modelirleşdirmegi ulanylmagyň manysy ýokdyr.

Bir görnüşlilik şerti saýlanma umumylyk bir obýekte we birmeňzeş usula degişli bolmagynda, ýagny nusga ölçegi, derňew usuly we ölçeg geçirilişi mydamalygyny saklanylanda düzülmelidir. Bu şertiň bozulmagynyň sebäbini öwrenilýän geologiki umumylygyň çäkleri kesgitlenende ýa-da tehniki we geçirilýän barlaglaryň çylşyrymlygy bilen düşündirmek bolup biler.

Geologiki barlaglaryň netijelerini umumylaşdyrmakda dürli ýyllardaky dürli tehniki serişdeleriň kömeginde alnan görkezijiler bilen iş salyşmaly bolýar. Şol sebäpler, geologiki barlaglary geçirmek tejribeliginde bir görnüşli şertini elmydama saklap bolmaýar we statistik usullary ulanylanda şu şert bozulanda boljak ýalaňyşlarynyň derňewi geçirilmelidir. Onuň üçin, çözülýän geologiki meseläniň häsiýeti hasabata alynmalydyr, hem-de käbir halatlarda saýlanmagyň bir görnüşligi baradaky gipotezany barlamak üçin ýörite usullar ulanylmalydyr.

Tötänlik şertinde bir gezeklik saýlama gözegçilik netijeleriniň öňden görüp bolmazlygyna seredilýär. Geologiki obýektleriniň çylşyrymlygy we üýtgeýjiligi, köplenç geçirilmägä olaryň häsiýetlerine dogry baha kesilmegine ýol bermeýär. Şonuň üçin tötänlik elementi geologiki barlaglarynyň hemmesinde-de bardyr. Ýöne tötänlik şerti, şu häsiýeti häsiýetlendirýän ulylyk bilen baglanşyksyz bolan öwerilýän häsiýetdäki ölçegler ýa-da nusgalar bolan ýerlerde geçirilmelidir. Bular geologiki agtaryş işleriniň geçirilmek tejribesinde gözegçilik geçirilmesindäki deň ölçegli toryň hasabatyna gazanylýär.

Geologiki agtaryş işlerini geçirmek hadysasynda has gyzykly we geljekli meýdanlarda gözegçilik topyny ýygylaşdyrylmagynyň gerekligi ýüze çykýär. Şu meýdanlaryň çäginde geologiki obýektleriniň häsiýetleri we öwrenilýän meýdanyň galan ýerlerindäkiden düýpgöter tapawutlygy alýarys. Şol sebäpli, görkezijileri statistiki işläp düzülende tötänlik şertinini bozmazlyk üçin jikme-jik meýdandaky gözegçiligiň netijeleri özbaşdak saýlama umulykda görkezilmelidir.

Özbaşdaklyk şertinde her bir gözegçilik netijesi öňki geçirilen we soňky geçiriljek gözegçiliklere bagly bolmaly däldir, ýagny her bir meýdandaky ýa-da göwrümdäki gözegçilikleriň netijeleri giňişlik koordinatlaryna bagly bolmaly däldir.

Geologiki tejribelikde birölçegli statistiki modeller iki görnüşli mesele çözülüşlerde: geologiki obýektleriniň ortaça parametrlerine baha kesilende we gipotezalary statistiki barlananda ulanylýar.

2.2. Geologiýada ulanylýan statistiki häsiýetnamalar

Statistiki modellirlenmegiň esasynda, tötänleýin ähtimallyk wakasy barada düşünje ýatandyr ol bolsa, onuň çykmak mümkünçilik derejesini san ölçegi bolup durýar.

Wakanyň şünbhesiz ähtimallygy bire deňdir, bolup bilmejek ähtimallyk bolsa-noldur . Şeýlelik bilen tötänleýin wakanyň ähtimallygy 0-dan 1-e çenli ýa-da 0-da 100%-e çenli aralyklarda san görnüşde aňladylýar.

Tötänleýin ululyklar *üznükli (diskret)* we üznüksiz bolup bilýärler.

Diskret diýip tötänleýin ululyklara aýdylýar we öz içine kesgitli san bahalaryny alýar. Meselem, ýataklarda agtaryş işleriniň netijesinde magdan jynslaryny açan guýularynyň sany. Şeýle ululyklar ýeke bütin san bolup bilerler.

Ýüznüksizlik tötänleýin ululyk belli bir aralykda islendik bahany kabul edip biler. Meselem: polimetalliki ýataklaryň magdanlaryndaky gurşunyň mukdary noldan arassa galenitdäki gurşun düzüminiň ululygyna çenli üýtgäp biler.

Tötänleýin burçlaýyn ululyklar – eger-de ýönekeý (skalýar) ululygyň ölçeglerine öz mümkinçilik baha aralygyna gabat gelýän göni ugrukdyrlan nokat hasaplansa, onda burçlaýyn ölçeglerini töwerekdäki nokat görnüşde düşünilse bolýar (teodolidiň ýa-da kompasyň limbi). Töwerek boýunça nokat şekilde jyns galtaşmasynyň we ýaryjy bozulmalaryň ýatyş elementleri ölçenende, gasynlar okunyň we hadysalaryň parametrleri ölçenende, periodiki wagta görä üýtgemelerde: temperaturanyň gije-gündiziň dowamynda tolgunmagy, ýerasty suwlaryň derejesi we beýlekiler görnüşlerde seretmek bolýandyr.

Synaglaryň tapgyrlarynda döreýän wakalaryň sanyna onuň *ýygylygy* diýip aýdylýar.

Çalt gaýtalanmasy diýip tapgyrda geçirilen synaglaryň umumy sanyna dörän wakalaryň sanynyň gatnaşygyna düşünilýär.

Synaglaryň sany köpeldilende, ähtimallyk boýunça wakalaryň çalt gaýtalanmagy, onuň ähtimallygyna gabat gelýär.

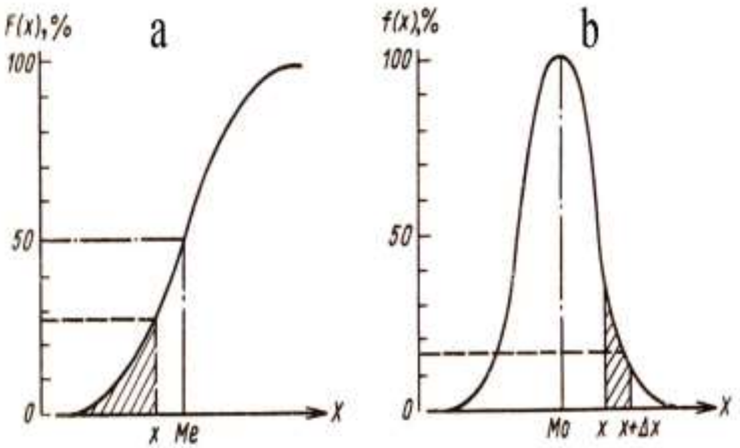
Bölünme funksiýasy diýmek ähtimallyk ululygynyň mümküngadar bahasy bilen oňa gabat gelýän tötänliginiň arasyndaky anyklanan baglanyşygyň gatnaşyklarydyr.

Bölunme funksiýasy f (x) tötänleýin ululygynyň ξ saýlama bahasy käbir çäklerde **x** çäklendirijiden az bolmak ähtimallygyny görkezýär, onda **x** – berlen üýtgemeler, ýagny wakanyň ähtimallygy.

Bölünme dykyzlygynyň funksiýasy f (x) tötänleýin ξ ululyk saýlama bahasynyň berlen x-den x + Δx çenli aralyga düşmek ähtimallygyny häsiýetlendirýär, ýagny wakanyň ähtimallygy $x < \xi < x + \Delta x$.

Bu funksiýa $f(x) = \int_{-\infty}^{x} f(x)dx$ gatnaşyk bilen baglydyr, özem $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) = 1$-dir.

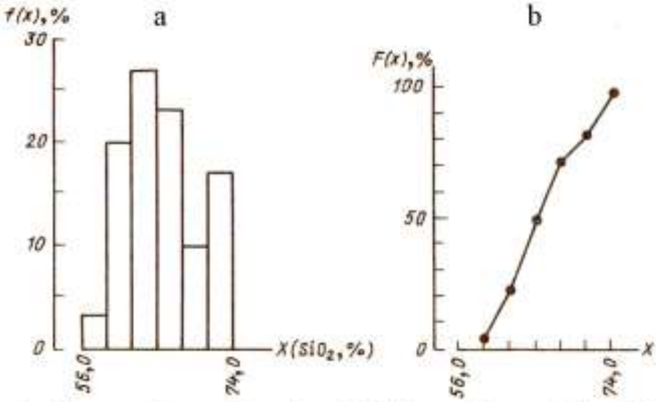
Bölünme funksiýasyny grafiki suratlandyrmak bolýandyr (1-nji surat).



1-nji surat. Bölünme funksiýasynyň çyzgylary.
a-bölünmäniň integral funksiýasy; b-bölünme dykyzlygynyň funksiýasy.

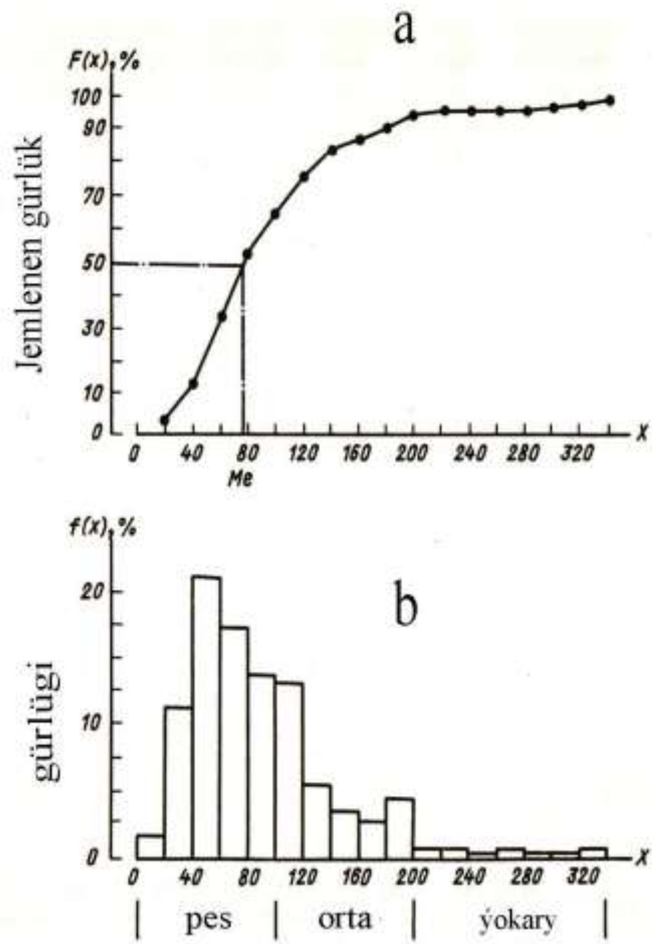
Bölünme dykyzlyk funksiýanyň empiriki grafigi gurlanda, f(x) gistogrammasy bolýar, onda ordinat oky boýunça ýygylyga gabat gelýän her klasyň tötänleýin ululygynyň bahasy goýulýar.

f(x) funksiýasynyň grafigi gurulanda, oňa kummulýatlar, ýygylyklar toplanmasy diýilýär, ýagny hemme klaslar boýunça ýygylyklaryň jemi, onda ξ berlen x üýtgemesi hem azdyr we olar ordinat oka boýunça gönelýar (2-nji surat).



2-nji surat. Neogen lawalarynda SiO_2 mukdarynyň ýygylyk bölünmesiniň çyzgysy: a- gistogramma; b-kumlýata.

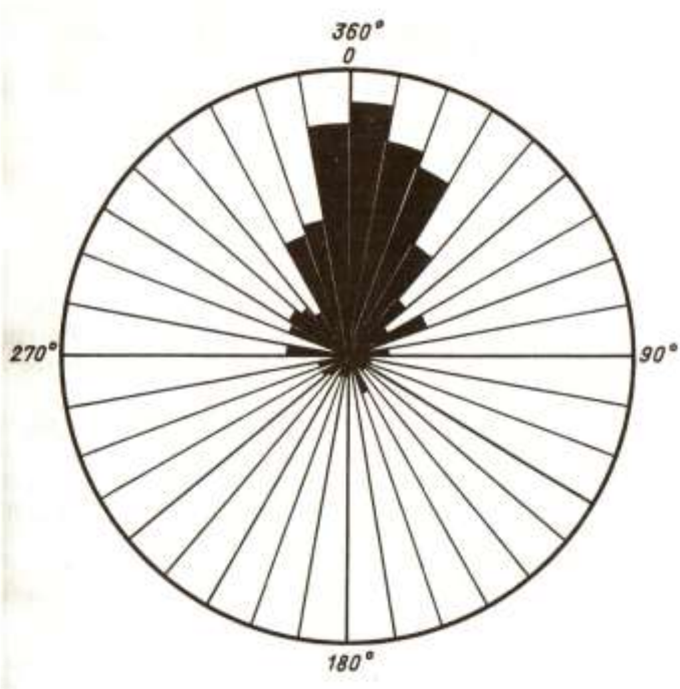
Kummulýat görnüşdäki saýlama görkezijileriň paýlanmasynyň suratlandyrylmagy geologiki umumylygynyň optimal serhetlerini gözlemek bilen bagly meseleler çözlende ulanmak amatlydyr (3-nji surat).



3-nji surat. Magdanda molibdeniň mukdarynyň ýygylyk bölünmesiniň grafigi
a-kumulýata; b-gistogramma

Gistogramma meňzeş burçlaýyn ölçegler üçiň gözegçiligiň roza (gül) *diagrammasy* bolýandyr. Olary gurmak üçin, burçlaýyn ölçegleri töweregi deňbeýiklikli – klaslar bolan sektorlara bölünýär, hem-de çalt gaýtalanmasyna ýa-da şol klasa düşýän gözegçiligiň ýygylygyny şol sektorlarynyň radiuslary görnüşinde bellige alynýar.

Diagrammadaky gözegçilik roza sektorlarynyň meýdanlary ýygylyk ýa-da çalt gaýtalanmalaryň kwadratlaryna proporsionaldyr (4-nji surat).



4-nji surat. Tektoniki brekçiniň sepiniň düşme azimutlarynyň gözegçiliginiň ugrunyň diagrammasy.

Tötänleýin ululyklaryň bölünmesiniň has düýpli aýratynlaklaryny durýan ornunyň we dagynyklygynyň san häsiýetnamalarynyň kömegi bilen aňlatmak bolýandyr.

Durýan ornunyň wajyp häsiýetnamalaryna *matematiki garaşma, moda, mediana* degişlidirler.

Diskret tötänleýin ululyklaryň *matematiki garaşmasy* (Mx), x_i mümküngadar bahalarynyň hemmesiniň degişlilikde (p_i) ähtimallyklaryna köpeldilmeginiň jemi bolup durýar:

$$Mx = \sum_{i=1}^{n} x_i p_i .$$

Üznüksiz tötänleýin ululygyň *matematiki garaşmasy* bölünme dykyzlygynyň üsti bilen aňladylýar:

$$Mx = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx$$

Matematiki garaşma tötänleýin ululygynyň ortaça bahasyny häsiýetlendirýär we şonuň üçin, geologiki obýektleriň köplenç düýpli üýgeýän häsiýetlerini mukdar taýdan beýan etmek üçin, ony giňden ulanýarlar.

Tötänleýin ululyklarynyň *modasy (Mo)* diýip onuň diskret ululyk ýa-da üznüksiz ululyklar üçin degişlilikde ähtimal we ähtimallyk dykyzlyklarynyň maksimal bahalaryna aýdylýar. Olara bölünme dykyzlygynyň (gistogramm) grafigindäki belentlik (büküm) gabat gelýär.

Mediana (Me). Tötänleýin ululyklara bölünme funksiýasynyň f(x) 0.5-deň bahasy gabat gelýär, ýagny şeýle baha uly we kiçi bahalaryň tötänligi (P) saýlanmada deňdirler P ($\xi \le$ Me) = P ($\xi \ge$ Mo).

Dagynyklyk häsiýetnamalary: dürli derejeleriň *üýtgeme gerimi* (tötänleýin ululyklarynyň mümküngadar aralyklary) we *merkezi pursatlardyr.*

Üýtgeme gerimiň saýlama görkezijelerine görä maksimal we minimal bahalary arasyndaky tapawuda baha kesilýär.

Tötänleýin ululygyň dagynyklygynyň baş häsiýetnamasy bolup, ikinji derejedäki merkezi pursat dispersiýa hyzmat edýär.

Diskret tötänleýin ululyklarynyň dispersiýasy $\mu_2 = \sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - Mx\right)^2 P_i$ üznüksiz tötänleýin ululygyň dispersiýasy $\mu_2 = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \left(x - M\right)^2 f\left(x\right) dx$.

Dispersiýanyň önümleriniň häsiýetnamalary:

standart ýa-da *ortaça kwadrat gyşarma* σ = $\sigma^2 M_2$ we üýtgemeler(wariasiýa) koeffisiýenti V = σ/Mx · 100%.

Üýtgemeler koeffisiýenti – ölçegsiz ululylykdyr, şonuň üçin ol, haçanda dürli birliklerde ölçenen aňlatmalaryň häsiýet üýtgemeleriniň derejeleri boýunça deňeşdirmekde gerek bolan halatlarda ulanylýar. Meselem, magdan jisiminiň galyňlygy we ondaky peýdaly goşundylaryň mukdary.

Dispersiýa we ondan alynýan döremeleriň häsiýetnamalary geologiýada ölçegleriň we derňewleriň goýberýän ýalnyşlaryndaky ululygy hasaplamak üçin alamatlary klaslaşdyrmakda hem-de öwrenilýän geologiki obýektleriň häsiýet üýtgeýmeleriniň derejesiniň hasaba alynmagy gerek bolanda hem-de birnäçe başga meseleleriň çözgütlerinde ulanylýar.

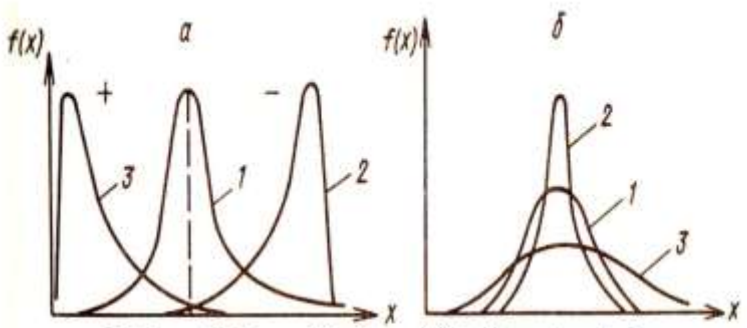
Tötänleýin ululygynyň ýaýramasynyň onuň matematiki garaşmasyna görä asimmetriýa derejeli häsiýetnamasy üçin üçünji derejedäki merkezi pursat ulanylýar:

$$\mu_3 = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - Mx\right)^3 P_i$$

Diskret ululyk üçin, hem-de üznüksiz tötänleýin ululyk üçin

$$\mu_3 = \int_{-\infty}^{+\infty} \left(x - Mx\right)^3 f\left(x\right) dx$$

Simmetriki ýaýrama üçin üçünji derejeli merkezi pursat nola deňdir. Bölünmelerde moda, mediana we matematiki garaşma üýtgemesiniň geriminiň ortasyna kiçi bahalar tarapa süýşende (funksiýa grafigiň ortasynda sagdaky ″guýrygy″), ″plýus″ bellige eýedir, haçanda ol uly bahalar tarapa süýşen halatynda (çepdäki – ″guýruk″)– "belgi″ minusdyr (5-nji surat).



5-nji surat. Bölünme dykyzlygynyň funksiýasynyň grafigi a-simmetriki bölünme (1), otrisatel asimmetriki (2), polozitel asimmetriki (3); b-ekssesiň görkezijisi nola deň (1), polozitelna (2), otrisatelno (3)

Şonun üçinem ýaýramanyň birinji görnüşine sagky ýa-da položitel asimmetriýa, ikinjisine bolsa – çepki ýa-da otrisatel asimmetriýa diýilýär. Bölünme dykyzlyk funksiýasynyň tijenme ölçegi (ekssessa) bolup merkezi pursadyň dördünji derejesi gulluk edýär.

$$\mu_4 = \sum_{i=1}^{n} (x_i - Mx)^4 P_i \quad \text{ýa-da}$$

$$\mu_4 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - Mx)^4 f(x) dx$$

Pursatlaryň üçünji we dördünji derejeleriniň baha kesijiligi bölünmeligiň kesgitli görnüşindäki saýlama görkezijilerine gabat gelişi baradaky soraglar çözülende ulanylýar. Şonuň üçin, olaryň adaty önümleri hasaplanylýar $A = \mu_3 / \sigma^3$ we $E = \left(\mu_4 / \sigma^4\right) - 3$, we olaryň görkezijileri *asimmetriki* we *ekssessa* diýip atlandyrylýarlar.

Durýan ornunyň we dagynyklygyň häsiýetnamalaryna baha berlende aňlatmadaky ähtimallyk toparlandyrmasynyň görkezijilerini (p_i) her toparlanma aralyga düşýän ýygylyk baha (n_j) çalyşmaly, tötänleýin ululyk bahasynyň (x) ýerine toparlanma aralygynyň merkez bahalaryna $\left(\overset{0}{x}_j\right)$ goýmaly, matematiki garaşmanyň Mx ýerine – onuň baha berijiligini $\left(\bar{x}\right)$, hem-de üznüksiz ululyklary integrirlemek işleri jemlemek bilen çalyşyrylmalydyr. Şeýlelik-de, matematiki garaşmany $\left(\bar{x}\right)$ dispersiýanyň (S^2), hem-de toparlandyrylan we toparlandyrylmadyk netijeler üçin assimmetriýa (A) we ekssess (E) görkezijilerini hasaba almagyň aňlatmalary aşakdaky görnüşe eýe bolýarlar:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j \overset{0}{x}_j}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i\right)}{n};$$

$$S^2 = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j \left(\overset{0}{x}_j - \overline{x} \right)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \overline{x} \right)^2}{n-1};$$

$$A = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j \left(\overset{0}{x}_j - \overline{x} \right)^3}{nS^3} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \overline{x} \right)^3}{nS^3};$$

$$E = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j \left(\overset{0}{x}_j - \overline{x} \right)^4}{nS^4} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \overline{x} \right)^4}{nS^4};$$

bu ýerde k – toparlandyrylma klaslarynyň sany.

2.3. Geologiki desgalaryň görkezijileriniň bölünişleri baradaky kanunyň gipotezalaryny barlamak

Geologiki meseleleriň çözülişni statistiki usullary bölünmaniň kanunlarynyň häsiýetini ulanmaga esaslandyrlandyr. Emma geologiýada saýlanan jemleriň haýsy häsýetleriniň bardygyny öňunden kesgitlemek kyndyr. Şol sebäpden anyk meseläni çözmek üçin alynan bölünmeleri belli teoretiki ýagdaýlar bilen deňeşdirme pursady ýerine ýetirilmelidir.

Bölünmaniň görnüşiniň gipotezalarany grafiki usulda barlamagyň manysy gistogrammalary, gülüni (ýaýraşany) we olary teoretiki egriler bilen deňeşdirilmegine düşünilýär.

Gipotezalary grafiki berlen normal ýa-da lognormal kanunlarda gabat gelýändigini barlamak üçin ýörite mümkünçilikleri ulanylýar.

Masştaby ordinata ony boýunça, ýygnan ýygylyklar ýerleşdirilýär, şu blankada üýtgeşiklik girizilen, ol bolsa, koordinatda gurulan F(x) funksiýasy normal bölünen tötänleýin ululyk göni çyzyk ýaly şekillendirilýär. Saýlanan bölünmäniň normal bilen gabat gelýänligi barada, gurulan kumulýatyň golaýlygy barada many çykarylýar. Lognormal kanuna gabat gelýen gipotezany barlamak üçin şoňa meňzeş blank ulanylýär, onuň tapawudy, diňe absissa oky boýunça çyzykly masştab gäl-de logarifmiki masştab ulanylýar.

Gipotezanyň empiriki bölünmäniň normal ýa-da lognormal kanuna gabat gelýändigini örän ygtybarly barlamak Pirsonyň görkezijisi **(χ^2)** bilen barlanylýar. Bu usul saýlanan maglumatlary aralyklara (böleklere) bölmeklige esaslanandyr we olaryň ýygylygyny **(n_j)** teoretiki **(n_j')** normal bölünme bilen deňeşdirme arkaly ýerine ýetirilýär.

Ilki bilen saýlanan maglumatlar boýunça orta bahany **χ** we disperssiýany **S^2** hasaplaýarlar we kadalaşmak operasiýasyny we **x**; bahasyny degişli bölünen çäklerde merkezleşdirilýär.

$$t_j = \left(x_j - \bar{x}\right)/\,S^2$$

Laplasyň funksiýasynyň tablisasynyň kömegi bilen her t_j ululyk üçin bölünme funksiýasyny $\Phi(t_j)$ teoretiki tötänleýin gabat gelmek mümkinçiliginiň $t \div g t_{j>1}$ aralygyna düşmegini kesgitläp bolar.

$$\Delta\,\Phi(t_j) = \Phi(t_{j+1}) - \Phi(t_j)$$

Aralyklar boýunça teoretiki ýygylyklar $\Delta\Phi(t)$ ululygy saýlanan öwrenilýän göwrüme köpeltmek arkaly tapylýar: $\bar{n}_j' = \Delta\Phi\left(t_{j+1}\right) - \Phi\left(t_j\right)$

Eger de magumatlar normal bölünme kanyna gabat gelse, onda:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{k} \frac{\left(n_j - n_j'\right)^2}{n_j'}$$

ululyk bölunme şeýle bölüner χ^2. Bu alynan baha χ_2^2 tablisadaky kabul edilen α dereje bilen deňeşdiriliýär.

Egerde $\chi^2 \langle \chi_2^2$ onda saýlanan maglumatlary normal bölünmege gabat gelýändigi inkär edilmeýär.

Saýlanan maglumatlaryň lognormal kanuna gabat gelýän gipotezasy agzalan usul bilen barlanylýar, emma öz bahalarynyň deregine olaryň logarifmy ulanylýar.

Adaty ýagdaýda normal kanuna gabat gelmeklik şertine saýlanan görkezijileriň assimetriýäsyny eksessiň standart gyşarma gatnaşygynyň ululygy ulanylýar we şeýle formulalar bilen takmynan baha berilýär:

$\sigma_A \approx \sqrt{6/n}$; $\sigma_E \approx \sqrt{24/n}$, bu erde **n** – saýlanan ölçegleriň sany. Egerde bu gatnaşyk absolýüt ululygy boýunça 3-den geçýän bolsa, onda aram bolunme gipotezasy inkär edilýär. Normal bölünme mumkinçiligi üçin, saýlanan bahalar matematiki garaşmadan 3 standart gyşarmadan uly bolsa, örän az bolar we 0,001 deňdir.

Binominal bölünme kanunyň gabat gelmek gipotezasy hem Pirsonyň χ^2 ululygy bilen barlamak bolar. Onuň üçin teoretiki ýygylyk şeýle formula arkaly kesgetlener: $n_j = NC_m^x p^x (1-p)^{m-x}$,, bu erde N – synag sany, m – tapgyrdaky synag sany, x – synag tapgyrlardaky ýygylygy, p – öwrenilýän obýektiň ähtimallygy.

Puassonyň bölunme kanunyň gipoteza gabat gelýändigi hem Pirsonyň ululygy arkaly barlap bolar.

Toplumda N synagyň tötanleýin ýägdaýy her bir synagda i gezek amala aşyp biler. Şonlukda i = 0, 1, 2, ...r, bu ýerde r – bir synagda wakalaryň maksimal sany, n_j – synag sany, haganda tötanleýin waka i – gezek gaýtalanýar.

Saýlan maglumatlar esasynda ortaça ähtimallygyň bahasyny aşaky formula arkaly kesgitläp bolar:

$$\lambda \approx \overline{x}_b = \frac{\sum_{i=1}^{r} n_i i}{N}$$

Ony Puassonyň bölunmek formulasyna goýup, $P_n(i)=\lambda^i e^{\lambda}/i!$ teoretiki ähtimallygy P_i hasaplaýarlar, ýüze çykmak i ýagday toplumda bir synagda N synag toplumynda. Beýle ýagdaýlaryň toplumdaky nazaryýeti ýypgytygyny formula boýunça kesgitläp bolar $n_i' = Np_i$. Soňra nazary (n_i') we hakyky (h_i) ýygylyklaryň tapawudy arkaly Prisonyň ululygyny kesgitleýärler, ol bolsa, tablisa bahalar bilen deňeşdirilýär.

2.4. Geologiki obýektiň häsiýetlerine nokatlaýyn we aralyklaýyn baha bermek

Köp geologiki obýektler öz häsiýetleri boýunça örän üýtgeýändir, olar ýekeleýin ölçegler arkaly kesgitlenilýär. Şol sebäpden geologiki barlaglarda köplenç häsiýetleriň ortaça bahasyny kesgitlemek mejburlygy ýüze çykýar. Olaryň üýtgeýşine mukdar tarapdan baha bermeli bolýar. Bu san häsiýetleri geologiýanyň dürli pudaklarynda örän giň meseleleri çözmek üçin ulanylýandyr.

Terrigen dag jynslarynyň bölünişigi onuň däneleriniň ortaça ölçegi bilen esaslandyrylýar. Ol görkezijiniň üýtgemek derejesi boýunça böleklerden durýan materiallaryň däne bölüşigi barada pikir ýöredip bolar.

Görkezijileriň orta bahalary boýunça geologiki gurluşyň häsiýetleri kesgitlenilýär, olara degişli şeýle görkezijileri belläp bolar: gazylyp alynýan baýlyklar, olaryň galyňlygy, magdanda peýdaly düzüjileriň mukdaryny, magdanyň göwrüm massasyny, magdanlylyk koeffisiýentini, we başga käniň senagat gory hasaplananda baha bermek bolar.

Senagat obýektleri we desgalary gurulanda topraklaryň we dag jynslarynyň inžener-geologiki häsiýetlerini kesgitlemekde dykyzlygyň, berkligiň koeffisienti, süýşmä we gysylma garşylyklar we başga ortaça bahalary giňden ulanylýar.

Geologiki obýektleriň häsiýetleriniň üýtgeýiş derejesi-*dispersiýa, standart_gyşarmalar* we (üýtgeme) *wariasiýa koeffisienti* hasap işleri wagtynda ýüze çykmagy mümkin bolan ýalňyşlyklar saýlanan maglumatlar boýunça kesgitlenip bilner, şeýlede ortaça bahasy kesgitlemekde gözegçilik sanynyň zerur mukdardaky berlen takyklykda kesgitlemek üçin hem ulanylyp bilner.

Statistiki baha berilmeler nokatlaýyn we aralyklaýyn bolup bilerler. Nokatlaýyn baha bermekde tötänleýin ululygyň näbelli häsiýetnamasy käbir sanlar bilen hasaplanylýar, aralyklaýyn baha – bermekde käbir aralyklaryň bahalary bilen. Soňkynyň çäklerinde berlen ähtimallyk bilen hasaplanylýan ululygyň hakyky bahasy hökman bolmalydyr.

Nokatlaýyn baha berilmek üpjün edijilik , süýşmezlik we maksimal peýdalylyk talaplaryny doly kanagatlanmalydyr.

Üpjün ediji baha diýip, saýlanmagyň göwrüminiň ýokarlandyrmagy bilen baha berilýän görkezijiniň ähtimallyk baha bilen gabat gelmegine düşünilýär.

Süýşmezlik baha diýip, matematiki garaşma islendik göwrümdäki saýlanan baha deň gelmegine düşünilýär, ýa-da yzygider ýalňyş ýüze çykmaýan ýagdaýdyr.

Maksimal peýdalylyk baha, diýip bellenen gözegçilik sanynda iň az (minimal) depressiýa (tötänleýin ýalňyşlaryň iň az ýagdaýy) düşünilýär.

Ortaça bahany kesgitlemek üçin aşaky görnüşler we formulalar ulanylýar:

ortaça arifmetiki - $\overline{x}_{ar} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$;

ortaça kwadrat - $\overline{x}_{kw} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n}}$;

ortaça garmoniki - $\overline{x}_{gorm} = \dfrac{n}{\sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{x_1}}$;

ortaça geometriki -

$$\overline{x}_{geom} = \sqrt[n]{x_i x_i H ... x_n}; = \sqrt[n]{x_i, x_{i+1} ... x_n}$$

ortaça lagorifmiki - $\overline{x}_{\log} = 10 \lg\overline{\ } x,$ nirede $L\overline{g}x = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} Lgx}{n}$

$\overline{x}_{\log} = 10 \lg\overline{\ } x$

bu ýerde $\lg\overline{\ } x = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} \lg x}{n}$;

ortaça baha - $\overline{x}_{\log} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} K_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} K_i}$; ;

bu ýerde K - ölçeme koeffisiýenti.

Tötänleýin ululgygyň üýtgeýiş derejesini kesgitlemek üçin dürli bahalar ulanylýar:

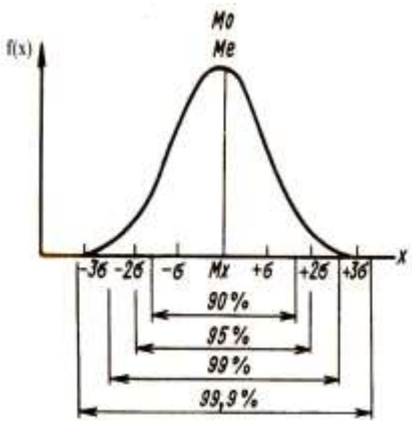
ortaça gyşarma - $\Delta \dfrac{\sum_{i=1}^{n} |x_i - x|}{n}$

ortaça kwadrat gyşarma - $\delta = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}$ dispersiýa,

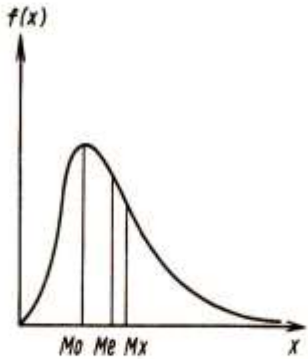
wariasiýa koeffisiýenti.

Iň amatly bahany kesgitlemek üçin saýlanan maglumatlaryň belli bölünmäniň statistiki kanunlaryny gabat gelýän gipotezalary barlamak zerurdyr.

Normal bölünme üçin tötänleýin iň amatly ulukly baha berlende matematiki garaşmasyna orta arifmetiki görnüş ýaramlydyr. Orta arifmetiki bahalara üpjün ediji, baha süýşmezlik we maksimal peýdalylyk bahalar girýändir (6-njy surat).



6-njy surat. Normal bölünme dykyzlygynyň funksiýasynyn grafigi



7-nji surat. Lognormal bölünme dykyzlygynyň funksiýasynyn grafigi

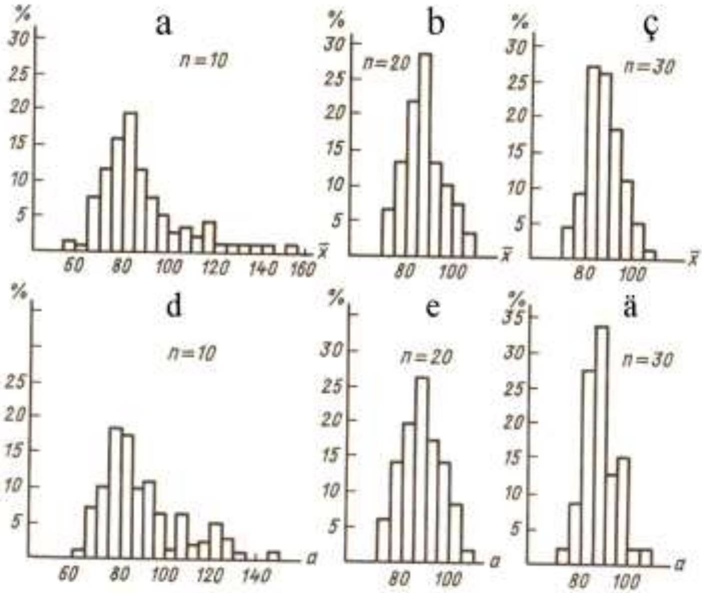
Lognormal bölünme üçin saýlanan tötänleýin ululyklaryň bölünmegiň orta arifmetiki bahalara normal asimptotiki ýarymlydyr, ýagny saýlanmanyň uly göwrüminde normala golaýlaşýandyr (7-nji surat).

Disperssiýa lognormal kanunda baha bermek diňe saýlanmanyň uly göwrüminde örän amatlydyr. Şol sebäpden hemme ýagdaýdada lognormal kanun gipotezasy inkär edilmeýär, şonda saýlanma bahalar 100-den geçmeýär. Dispersiýa iň ýokary takyklykda baha bermek üçin aşaky formulany ulanmak amatlydyr.

$$b^2 = e^{2L\bar{n}x}\left\{\Psi_n\left(2S^2_{\ln x}\right) - \Psi_n\left(\frac{n-2}{n-1}S^2_{\ln x}\right)\right\}.$$

Geologiki adaty ýagdaýlarda belli bir göwrümde ýa-da kesgitli meýdanda öwrenilýän görkezijiniň ortaça bahasy gyzyklandyrýar. Şol sebäpden geologiýada ölçeme bahalar ulanylýar. Her ölçenýän häsiýete belli bir zolak bellenilýär, olaryň çägi bolsa, nokatlaryň ýa-da ölçeg çyzyklarynyň aralygynyň ýarysy alynýandyr. Bu zolaklaryň täsir edýän meýdany, göwrümi ýa-da massasy agram koeffisientiniň bahasy ýaly kabul edýär (8-nji surat).

Şeýlelikde, meselem, islendik magdanly jynsda peýdaly düzüjileriň orta bahasy kesgitlenende, onda peýdaly düzüjileriň bir birlikdäki göwrümine düşünilýär. Edil şol bagt hem peýdaly düzgünleriň mukdary kesgitlenende köplenç ýagdaýlarda üýtgeýän uzynlykdaky ýerleşen şertlerde ýerine ýetirilýär.



8-nji surat. Saýlama göwrümleri 10, 20 we 30 bahalary boýunça molibdeniň ortaça mukdarynyň saýlanan bahalarynyň ýygylygyň bölünmesiniň gistogrammalary.
a, b, ç-orta arifmetiki (X); d, e, ä – maksimal dogra ýakyn bahalar (a)

Şeýlelikde, hakyky täsir edýän nusgalar birmeňzeş bolmaýar. Egerde täsir edýän zolaklaryň ölçegleriniň we peýdaly düzüjileriň arasynda arabaglanyşyk bardyr, meselem, düzüm magdanly jynsyň galyňlygynyň köpelýän ýerinde peseler, onda ortaça arifmetiki düzüm, hasaplanan formula boýunça, magdanly jynsyň hemme göwrümine görä süýşen baha emele geler.

Süýşmedik baha bu ýagdaýda aşaky formula arkaly kesgitlener:

$$C_{sü} = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i S_i C_i}{\sum_{i=1}^{n} L_i S_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i C_i}{\sum_{i=1}^{n} V_i},$$

bu ýerde uzynlygy L_i bolan nusgada C_i – peýdaly düzüjileriň mukdary; S_i we V_i –bu nusganyň täsir edýän zolagyna degişlilikde meýdany we göwrümi.

Binominal bölünmede üpjün ediji, süýşmedik we maksimal ýerlikli usullar P görkezijä baha bermek amatlydyr, ýagny tötänleýin A ýagdaýda mümkinçilik $\bar{\rho} = \frac{\chi}{n}$ ýagny bu wakanyň ýygylygy.

Nokatlaýyn baha bermek özünde alynan netijäniň takyklygy barada saklanýar. Saýlanma näçe az bolsa hem-de görkezijiň üýtgemesi uly bolsa, şonçada uly ýalňyşlyga alyp barmagy mümkindir. Şol sebäpden, saýlanma maglumatlar az ýagdaýynda hemişe görkezijiniň üýtgeýş çägi belli bolmalydyr, onda berlen mümkinçilikde hakyky näbelli uly ýüze çykýar. Bu ynançly aralyk mümkin bolan gyşarma λ arkaly $\bar{\theta}$ görkezijiniň saýlanan bahalary onuň hakyky bahasy bolýar θ. $p(\bar{\theta} - \lambda \le \theta \le \bar{\theta} + \lambda) = 1 - \alpha$ Çäkler ynançly aralygyň ähtimallygy P=1-α mümkinçiligini ýapar (öz içine alar) oňa *ynançly mümkinçilik* diýip at berilýär.

Ynanç aralyklary gurmagyň usullary diňe öwrenilýän häsiýetleriň saýlanan bahalar boýunça orta bahasyny tapmakda mümkin ýalňyşlary tapmak üçin şeýlede geologiýada ters meseleleri, ýagny saýlama göwrümini tapmak üçin hem ulanylýar. Ol öz gezeginde berlen takyklygy üpjün edýär.

Saýlama maglumatlary optimal sanyny kesgitlemek meselesi geologiki obýektler barlananda hemişe ýüze çykýar, esasanam, her saýlama gözegçiligi ýörite dag işlerini geçirilip ýa-da buraw işlerini geçirip känler barlananda örän wajypdyr.

2.5 . Geologiki gipotezalary statistiki barlamlar

Köp geologiki meseleleriň çözgüdi gurluş aýratynlyklaryny düşündirmekde analogiýa tertibine esaslandyrylandyr. Gowşak öwrenilen obýektlerde analogiki bolan oňat öwrenilen obýektlerde ykrar edilen kanunalaýyklar ulanylýar. Geologiki obýektlerini meňzeşligi ýa-da tapawutlyklaryny dogry çözmekde, olaryň häsiýetleriniň san häsiýetnamalary arkaly deňlik hakdaky gipotezany barlamagynda statistiki usullar ulanylýar. Geologiki tejribelikde köplenç bu usullar aşaky oý pikirler üçin ulanylýar.

- saýlanylmadaky görkezijiler boýunça iki tötänlik ululyklar dispersiýanyň deňligi hakda.
- öwrenilýän obýektiniň bir meňzeşligi barada.

Gipotezalary statistiki barlamagy oňuşyklyk kriteriýasynyň kömegi bilen geçirilýär.

Oňuşyklyk kriteriýa diýip käbir $k = f(x_1, x_2 ,... x_n)$ funksiýa aýdylýar, bu ýerde $X_1, X_2, ...X_n,$ barlanýan gipotezany häsýetlendirýän ähtimallyk ululykdyr.

Barlanýan gipotezany, haçanda K bahasy saýlama $X_1, X_2 ...X_n$ bahasynyň hasaplan bolsa, hem-de K teoretiki bahasynda köp ýa-da az bolanda (gipotezanyň düzülişine baglylykda) kabul edilýär. Şeýlelikde onda belli paýlanma boýunça alnan analogiki şertler we berlen α ähtimallygy ýerine ýetirilmelidir. Bu bolsa, Lα ähtimallygy tejribedäki mümkin bolmajak hadysanyň ähtimallyk derejesine gabat gelmelidir, we oňa hümmetlik derejesi diýilýär.

Haçan-da ähtimallyk (1-α) kabul edilen çözgüt dogrylygy tejribede hakyky hadysa gabat gelýän çäklerindäki kesgitli sebit bolmagyna *ynamdarlykly diýilýär.*

Gipotezany kabul edilmezliginde goýberilýän ýalňyşlyk hakykatdan-da dogry bolup, *birinji derejeli ýalňyşly* diýilýär, ýöne ýalan gipotezany ulanylandaky – *ikinji derejeli ýalňyşlykdyr.*

Eger-de ikinji derejeli ýalňyşlygyň ähtimallygy β bellenilse, onda (1-β), ýagny şeýle ýalňyşlygyň bolmazlyk ähtimallygy dalaşgär gipoteza otnositel *şu kriteriýanyň kuwwaty* atlandyrylyp ululyk bolar.

Gipotezalary statistiki barlagyna esaslanan mesele çözülende, geolog şu aşaky amallary ýerine ýetirmelidirler.

1. Barlaýan (H_0) we alternatiw (H_1) gipotezalary aýdyň düşündirmelidirler;
2. Ulanyljak kriteriýalaryň arasynda has kuwwatlysyny saýlap almalydyr;
3. 1 we 2 derejeli ýalňyşlyklaryň täsirlerine baha kesip, doly derejelisini saýlap almaly, ylalaşyk kriteriýasynyň manylylygyny hasaplamaly;
4. Saýlama görkezijiler boýunça, ony teoretiki K bilen deňeşdirip alynjak manyly derejesini bilenden soňra gipoteza H_0 otnositel çözgüdi kabul edilmelidir;
5. Öňde goýlan geologiki meselä ulanylyp boljak alnan netijeleri teswirlemek.

Ylalaşyk statistik kriteriýasy parametriki we parametriki däl böleklere bölünýär. *Parametriki kriteriýa* paýlanmakdaky statistiki kanunlarda çykarylmak bilen saýlama görkezijileriniň paýlanmasy şol kanunlara gabat gelmelidirler. *Parametriki däl kriteriýasynda* öwrenilýän ululyklaryň paýlanmasy belli bolmadyk halatlar-da ulanylyp biliner.

Ortaça bahalaryň (matimatiki garaşma) deňlikleri hakdaky gipotezanyň barlanylyşy.

Geologiki obýektlerdäki öwrenilýän häsiýetleriniň ortaça bahalaryny deňeşdirilmeginiň gerekligi geologiýanyň hemme derslerindäki meseleleri giňişleýin çözmekde ýüze çykýar.

Meselem ýataklary barlag hadysasynda nusga alynmagyň saýlanan täriniň ynamdarlygy beýleki has kyn we gymmat bolan has ynamdar tär bilen alnan barlag nusgalar arkaly çözülýändir. Ýönekeý we barlag nusgalar boýunça hasaplanan peýdaly goşandynyň orta mukdaryň deňligi hakdaky gipotezasy barlamak ýönekeý synagyň netijelerindäki düzgünleýin ýalňyşlyklarynyň barlygy ýa-da ýoklygy baradaky soragy çözmäge mümkinçilik döredýär.

Ýokarda agzalan meseleleri çözmek üçin, parametriki we parametriki däl ylylaşyk kriteriýasy ulanylýar.

Geologiki tejribeçilikde has köp ulanylýany *Studentiň parametriki kriteriýasydyr* (t). Ony ulanylmak, haçanda n, göwrümli x_1, x_2, …x_k saýlanan saýlanmanyň umulykdan we n_2 bahaly göwrümde, saýlanmalar $У_1$, $У_2$, … $У_k$ bolanda, ol ululyk $t = |\bar{x} - \bar{y}| / \sqrt{S_1^2 / n_1 + S_2^2 / n_2}$ bolar onda $\bar{X}$ we $\bar{Y}$ -orta baha kesmegiň saýlanmalary $S_1^2 we S_2^2$ - studentiň paýlanma kanunyna laýyklykda dispersiýa saýlama baha kesmek.

Ortaça iki saýlanmanyň deňligi baradaky gipoteza barlananda, birinjisinde $\bar{X} we S_1^2$ baha kesmegi we ikinjisinde $\bar{Y} we S_2^2$ saýlamalary ýokarky aňlatmaga ýerleşdirilýär, hem-de alnan t kriteriýany tablisalardaky bilen deňleşdirilýär. Eger kriteriýanyň hasaplanan bahasy tablisanyňkydan köp bolanda, ortaça saýlamalaryň deňligi hakdaky gipoteza ret edilýär.

Parametriki däl kriteriýa- Wan-der-Wardeniň kriteriýasy (kiçi göwrümdäki saýlamanyňky).

Wan-der, Wanderiň kriteriýasynyň kömegi bilen iki (A we B) saýlama boýunça kesgitlenýän ortaça deňlikler baradaky gipoteza barlananda, iki saýlama boýunça hemme bahalar düzgünleşdirmekden başlanýar, ýagny belentlenmek derejeleri boýunça bir hatarda ýazylýar. X-kriteriýanyň hümmet ululygy

$$X = \sum_{1}^{h} \Psi\left(\frac{i}{n+1}\right)$$

bu ýerde:

n - iki saýlama boýunça umumy san baha;

h - Б aýlamadaky gözegçilik sany;

i - Б umumy hatarda her saýlamanyň tertip belligi;

Ψ (…) - adaty bölünmäniň ters funksiýasy.

Gipoteza barlamak iş çäreleri i/(n+1) argumentiň hemme bahalaryny hasaplamaga getirilýär. Olar şu argumentleriň adaty paýlama bahalar funksiýasyna (Ψ) ters gelýän funksiýa tablisasyndan tapylýarlar. Ψ funksiýanyň bahalaryny jemlenýär we alnan kriteriýa bahalary tablisanyňky bilen deňeşdirilýär, onda umumy gözegçilik sany n we A hem-de B saýlamalaryň göwrüm tapawutlary alnandyr. Eger-de absolýut ululygy boýunça X hasaplanan bahasy tablisanyňkydan köp bolsa, ortaça saýlamalar deňligi baradaky gipoteza ret edilýär.

Wulkoksonyň (W) parametriki däl kriteriýasy düzgünleşdirmek iş çäresine esaslanandyr we umumy saýlamalardan gelip çykýan umumy hatara düzmegiň çlenleriň kiçi saýlamasy bolan R_i derejäniň jeminde durýandyr.

$$W = \sum_{i=1}^{ni} R_i, \quad n_1 \le n_2$$

Eger-de, A we B umumylyk boýunça ortaça deňlik baradaky gipoteza dogry bolsa, ýagny H_0: $\bar{X}_1 = \bar{X}_2$, matimatiki garaşma Wilsonyňkyça statistikidir (MW) we saýlama baha kesmek (W) ondan mümkin bolan gyşarma ululyk ýeke n_1 we n_2 saýlamalaryň göwrümine baglydyr.

2.6. Dispersiýanyň deňligi baradaky gipoteza barlaglary

Geologiki obýektlerini üýtgeme derejeleri boýunça deňeşdirilende, olary öwrenilendäki analogiýa düzgünini ulanyp boljagyny esaslandyryp, ol çärede dispersiýanyň ululygyna, wariasiýa koeffisiýentine baha bermek gerekdir.

Geologiki obýektleriň düzümi boýunça analogiki dispersiýa häsiýetleriniň tapawutlylygy, olary döreme taryhynyň aýratynlyklaryny görkezýär. Dürli dag jynslary özleriniň magnit kabul edijiligi, elektrik geçirijiligi we beýleki fiziki häsiýetleriniň ortaça bahalary boýunça bir meňzeşiräkdir, ýöne şu häsiýetleriniň üýtgemelerine görä tapawutlanýandyrlar. Şol sebäpli, guýuda nusga alynman, karataž işleri geçirilmezden, hem geologiki kartalary gurmak üçin geofiziki suratlandyrmasynyň netijelerini teswirlemezden öň dispersiýanyň deňligi ýa-da tapawutlylygy gipotezasyny barlamak üsti bilen öwrenilýän kesimi bölekleşdirmek bolýandyr.

Dispersiýalar δ_1^2 we δ_2^2 deňlikleri gipotezany barlamak üçin *Fişeriň kriteriýasy* ulanylýar. Fişer tarapyndan kesgitlenen zat bolsa, iki adaty tötänlik paýlama ululyklaryň dispersiýa deňligi halatynda, ululyk $\bar{t} = S_1^2 / S_2^2$, haçan-da $S_1^2 > S_2^2$, n_1- we n_2 -1 azatlyk derejesi bolanda paýlama

Fişeriň kanunyna boýun bolmalydyr, onda n_1-S_1^2 dispersiýasynyň uly baha alandaky saýlamadaky çlenleriň sany, n_2-ikinji saýlamanyň göwrümi. Gipoteza barlag iş çäresi $\bar{t}$ - kriteriýanyň bahasyny tapmakdan we ony tablisadan we ony tablisadaky san bahalar bilen deňeşdirmekdir. Eder-de, Fişeriň kriteriýasynyň hasaplanan bahasy tablisadakydan artyk bolanda, iki dispersiýanyň deňligi hakdaky gipoteza ret edilýär.

Geologiki meseleleri çözmek çäresinde, dürli alamatlar üýtgemeleriniň derejeleri boýunça deňeşdirilýär, meselem magdan massasynyň galyňlyk we ondaky peýdaly goşandyň mukdary. Şeýle ýagdaýlarda deňlik hakdaky gipoteza, olaryň wariasiýa koeffisientleri barlanylýar. (V_1 we V_2) Onuň üçin bolsa, $F = \frac{V_1^2}{1+V_1^2}\left(\frac{n_1}{n_1+1}\right) / \frac{V^2}{1+V_2^2}\left(\frac{n_2}{n_2+1}\right)$ ululyk ulanylýar, sebäbi bu Fişeriň paýlama kanunyna boýundyr.

2.7. Saýlama geologiki umumyklaryň bir meňzeşliginiň seljermesi

Bir ölçegli statistik modeller ulanylanda geologiki obýektiniň häsiýeti obýekt boýunça bir meňzeşligini saklanýandyr diýip çak edilýän hasabatynda alynmalydyr. Emme öwrenilmäniň başky derejelerinde ýeke mukdar taýdan geologiki maglumatlaryň esasynda, olaryň geologiki birmeňzeşligi baradaky soraga bir manyly jogap bermek örän kyndyr.

Geologiki obýektleriniň statistiki birmeňzeşliginiň gipotezasynyñ barlanylmagyna esaslanan meseleleri üç görnüşine bölmek bolýandyr.

-anomal bahalaryny ýüze çykarmak;

-bir meňzeş bolmadyk saýlama ululyklary bölmek;

-geologiki obýektler häsiýetleriniñ üýtgemek häsiýetnamasyna düri faktorlaryñ täsir ediş derejesine baha bermek.

Lokal birmeňzeş dällikleri (anomaliýalary) ýüze çykarmak. Geologiki obýektleriniň gurluşynda gözleg işleri geçirilýän wagty gönüden-göni wajyp amaly ähmiýeti bardyr, olar köplenç gazma baýlyklarynyň ýokarlandyrylan konsentrasiýasynyň barlygyny görkezýän alamat hasabynda ulanylýandyr.

Gözegçilidiñ netijeleriniñ jeminiñ bahalaryny tapawutlandyrmak üçin saýlamany iki dürli umumy esasy (general) – jemlerden – ýagdaý (fon) we ”anomal” görnüşlerde garalmalydyr. Şol bir wagtda-da saýlamalarda anomal bahalar az mukdarda bolup bilerler.

Fon esasy jeminiñ normal bölünmesi bolan ýagdaýlarda bu mesele Smirnowyň we Ferýussonyň parametriki anyklaýjylarynyň kömegi bilen çözülýändir.

N.W. Smirnow tarapyndan anyklanan mesele, eger-de saýlama umumylygynyň agzasynyň maksimal san bahasy anomal däl bolsa, onda bu t=(x_{max}- $\bar{x}) / S^2_{cm}$ Smirnowyň bölekje dargatmasydyr. Bu aňlatmada x_{max}–saýlamanyň maksimal agzasy; $\bar{X}$ -ortaça arifmetiki; S^2_{cm} – dispersiýanyñ garjaşdyrlan bahasy; aňlatma boýunça hasaplanylýar: $S^2_{cm} = S^2(\frac{n-1}{n})$, bu ýerde n-saýlamanyñ agzalarynyñ sany.

Eger-de, kriteriýasynyň hasaplanan bahasy Smirnowyň böleklendirme tablisasy arkaly kesgitlenilenden artyk bolsa, onda saýlamanyň maksimal bahasyny anomal hasabatynda alynmalydyr.

Fergýussonyň kriteriýasynda, eger saýlama umumylygy özünde anomal bahasyny saklamaýan bolsa, onda A asimmetriýäniň koeffisientine baha kesilende matematiki garaşma O we δ_A^2 dispersiýany adaty asimtotoly böleklenilýändir. Eger-de, asimmetriýa koeffisientiniň hasaplanan bahasy tablisanyňkydan köp bolsa, onda saýlamanyň maksimal bahasy anomaldyr. Eger-de umumy fon umumylygynyň paýlanmasy normaldan tapawutlanýan bolsa, onda general umumylyk barlaglarda degişli hemme seýrek duşýan uly bahalar anomal hasaplanmalydyrlar.

Bir näçe bir meňzeş ululyklara paýlanylmagynyň gerekligi we mümkinçilikleri dürli geologiki umumylyklara degişli gözegçiligiň sany bir meňzeş däl saýlamasy uly bolnda, ýüze çykýar.

Şeýle görnüşdäki meselelere aşakdakylar degişlidir;

- çökündi jynslaryň kesimini mikrofaunalar boýunça böleklendirilmegi;
- habar berejilige ukypsyz galyňlyklary petrografiki, mineralogiki we hemogen düzümleri boýunça tapawutlandyrylmagy;
- gadymy dargama Ýer dargama gabygynyñ geohimiki alamatlarynyň toplumy boýunça tapawutlandyrylmagy;
- ynamdar daýanç gatlaklaryñ ýüze çykarylmagy;
- geologiki kartalaşdyrma üçin geofiziki usullaryň amatly toplumynyñ kesgitlenilmegi;
- himiki düzümleri boýunça metamorfiki we intruziw jynslarynyñ toparlara bölünmegi;

- ýataklaryñ gorlary hasaplananda birmeňzeş hasaba bölekleriniñ ýüze çykarylmagy.

Şeýle meseleler çözülende başky saýlama ululyklaryň bir meňzeş dällik gipotezasyny barlama, olara girýän şol bir ululyklarynyň hersiniň parametrlerine baha bermek operasiýalary öz içine alýandyr. Şol bir wagtda, barlanýan gözegçilik köpçüligini ýa-da obýektlerini birmeñzeş ululyklara dargadylmagy üçin, resmi matematiki usullary we tejribe usullary ulanylýar. Bu ýagdaýda geolog öz tejribesi we öwrenilýän çylşyrymly geologiki obýektiniň gurluşy baradaky düşünjeleriniň esasynda ilki bilen elementar bir meňzeş ululyklaryny ýüze çykarmakda, hem-de bir meňzeş ululyklarynyň ynamdar çäklerini anyklama işlerini elementar umumylyklaryny birleşdirilenden, olaryň özara statistiki tapawutsyzlyklaryna düşünilenden soňra kesgitlenmelidirler.

Geologiýadaky bir faktory we iki faktorly dipersiýa derňewi. Geologiki obýektleriniň häsiýetleri köplenç olaryň üýtgemeleri bilen baglanyşykly bir näçe faktorlardan düzülendir. Bu faktorlary ýüze çykarmak we olaryň üýtgeme häsiýetlerine täsir derejesine baha bermeklik öwrenilýän obýektiniň *dispersiýa derňewi* üsti bilen amala aşyrylýär.

Bu statistiki usul aşakdaky ugurlara esaslanandyr: eger-de tötänlik ululygyna özara baglanyşyksyz A,B,..D faktorlar täsir edýän bolsalar, onda bu tötänlik ululygynyň σ^2 umumy dispersiýasyna deñdir $\delta^2 = \delta_A^2 + \delta_B^2 + ...\delta_D^2$ dispersiýalaryň jemi görnüşde garamak bolýandyr.

Baha beriji faktorlaryň sanyna görä dispersiý derňewi bir-, iki- we köp faktorlylara bölünýärler.

Her faktoram kesgitli sandaky hemişelik aralyklara (derejelere) bölünip, üýtgeýän diskret ýa-da üznüksiz ululyklardan düzülýändirler. Eger-de ölçegler sany hemme derejelerde, hemme faktorlar boýunça görkezilýän tötänleýin ululyklar bir meňzeş bolsalar, onda ýalan dispersiýa derňewi deň ölçegli hasaplanylýar, haçan-da olar tapawutly bolanda-deňölçegsiz diýilýär.

Öwrenilýän tötänlik ululyklara kesgitli faktoryň ýa-da birnäçe faktoryň täsiri baradaky oý-pikir ondaky ölçegleri faktorlar boýunça toparlandyrmak we olary derejeleri boýunça, hem-de şol faktor görkezijilerine daýanýan dispersiýa deňligi hakdaky gipotezany, şol hatarda-da hasabata alynmadyk faktorlaryň galyndy (tötänlik) dispersiýasyny barlamakdadyr. Eger gipoteza ret edilse, onda geologiki obýektiniň öwrenilýän häsiýetiniň üýtgemelerine şol bir faktoryň ýa-da faktorlaryň özara täsirleri ýeterlikli täsir edýändigi barada netije çykarmak bolýandyr.

Dispersiýa derňewiniň kömegi bilen geologiki meselelerini giňişleýin çözüp bolýandyr:

- dürli geologiki obýektleriniň zolaklaýyn elementleri ýüze çykarylýar;
- nusga alynyş tärleriniň täsiri, olaryň hakykata ýakynlygy we görnükliligi kesgitlenilýär;
- Dürli gözleg alamatlarynyň ýüze çykma depginine landşaft şertleriniň täsirine baha berilýär;
- Topragyň we dag jynslarynyň berklik häsiýetlerini kesgitleýji faktorlary ýüze çykarylýar.

Deňölçegli bir faktorly dispersiýa derňewinde A faktora otnositellikde tötänlik ululygy x, her derejede n sany ölçegdäki gözegçilik netijeleri X_{ij} bilen bellenilýär, onda i-gözegçilik belligi (i=1,2,...n), hem-de j-faktor derejesiniň belligi (j=1,2,...k) bolup 1-nji tablisa görnüşinde ýazylýar.

1-nji tablisa

Bir faktorly dispersion derňew

Üýtgeme belgisi	Faktor derejesi			
	A_1	A_2	...	A_k
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1k}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2k}
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nk}
Ortaça toparlaýin	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	...	$\bar{x}_k$

Bu görkezijiler boýunça aşaky statistika hasaplanylýar.

1. Umumy ortaça $\bar{X}$ -den gözegçilik alamaty bahasynyň kwadrat gyşarmasy umumy jemi:

$$C_{umu} = \sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{n} (x_{ij} - \bar{x})^2;$$

2. Toparlaýyn ortaça bahasynyň toparlar arada dargamalaryny häsiýetlendirýän kwadrat gyşarmasynyň faktorlaýyn jemi

$$C_{fakt} = n\sum_{j=1}^{k} (\bar{X} - \bar{X})^2$$

3. Gözegçilik bahasynyň ortaça toparyň içindäki dargamaklygy häsiýetlendirýän, öz toparyň ortaça bahasynda kwadrat gyşarmasynyň galyndy jemi

$$C_{gal} = \sum_{i=1}^{n} (x_{j1} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n} (x_{i1} - \bar{x}_2)^2 + \ldots + \sum_{i=1}^{n} (x_{ik} - \bar{x}_n);$$

4. Umumy, faktor we galyndy dispersiýalar

$$S^2_{umum} = C_{umum} / k(n-1); \quad S^2_{fakt} = C_{fakt} /(k-1);$$

$S^2_{ost} = C_{ost} / k(n-1);$

5. Fişeriň kriteriýa bahasy $F = S^2_{fakt} / S^2_{gal.}$

Bri faktorly dispersiýa derňewini hasaplanylşyna aşaky deňlik boýunça ýönekeýleşdirmek bolýandyr.

$$C_{gal}=C_{umu}-C_{fakt}$$

Iki faktorly dispersiýa derňewinde umumy ortaça sandan kwadrat gyşarmasynyň summasyny iki çäk edilýän üýtgeme faktorlaryna A we B jogap berýän aýratyn goşyndylara bölünmelidir. Eder-de A faktor boýunça P dereje ýüze çyksa, onda B faktor boýunça g dereje bolmalydyr. Şeýlelikde topardaky umumy san m=pq deňdir, ondaky başlangyç görkezijiler aşakdaky tablisa görnüşinde ýazylýar.

Iki faktorly dispersion derňew

2-nji tablisa

A	B faktoryň derejeleri	Ortaça
	B_1 B_2 ... B_j ... B_q	
A_1	x_{11} x_{12} ... x_{1j} ... x_{1q}	$\bar{x}_1$
A_2	x_{21} x_{22} ... x_{2j} ... x_{2q}	$\bar{x}_2$
.	. . . . . .	.
A_i	x_{i1} x_{i2} ... x_{ij} ... x_{iq}	$\bar{x}_i$
.	. . . . .	
A_p	x_{p1} x_{p2} ... x_{pj} ... x_{pq}	$\bar{x}_p$
Ortaça	$\bar{x}_{.1}$ $\bar{x}_{.2}$ ... $\bar{x}_{.j}$ ... $\bar{x}_{.q}$	$\bar{x}$

Ortaça san bahalaryny şeýle aňlatma arkaly hasaplanylýar.

$$\bar{X}_{ij}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{g}\bar{X}_{ij} \qquad X_j=\frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}\bar{X}_{ij} \qquad \bar{X}_{ij}=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{g}\bar{X}_{ijk};$$

$$X_i = \frac{1}{qn}\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{n} x_{ijk} = \frac{1}{q}\sum_{j=1}^{q} x_{ij};$$

$$X_j = \frac{1}{pn}\sum_{i=1}^{p}\sum_{k=1}^{n} x_{ijk} = \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{q} \bar{x}_{ij};$$

Her bir faktorynyň öwrenilýän häsiýetler üýtgemelerine täsiri baradaky gipotezany barlamak we olaryň bilelikdäki täsiri aşakdaky Fişeriň kriteriýasy boýunça geçirýändir.

$$F_A = S_1^2 / S_4^2; \quad F_B = S_2^2 / S_4^2; \quad F_{AB} = S_3^2 / S_4^2$$

F kriteriýanyň alnan bahasyny berlen derejedäki kritiki möçberi we azatlyk derejesiniň sanyna deňeşdirilýär.

Iki faktorly disperision derňewde dispersiany hasaplamagyň çyzgysy. 3-nji tablisa

Dispersiýanyň görnüşi	Kwadratlaryň üýtgemeleriniň jemi	Erkin derejeli san	Dispersiýa
A faktory boýunça faktorlyk	$C_1=nq\sum_{i=1}^{p}(\bar{x}_{i..}-\bar{x})^2$	$p-1$	$S_1^2=\frac{C_1}{p-1}$
B faktory boýunça faktorlyk	$C_2=np\sum_{j=1}^{q}(\bar{x}_{.j.}-\bar{x})^2$	$q-1$	$S_2^2=\frac{C_2}{q-1}$
AB faktorlar boýunça garyşyk	$C_3=n\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{q}(\bar{x}_{ij.}-\bar{x}_{i..}-\bar{x}_{.j.}+\bar{x})^2$	$(p-1)(q-1)$	$S_3^2=\frac{C_3}{(p-1)(q-1)}$
Galyndy	$C_4=\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{n}(x_{ijk}-\bar{x}_{ij.})^2$	$pq(n-1)$	$S_4^2=\frac{C_4}{pq(n-1)}$
Umumy	$C=\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{n}(x_{ijk}-\bar{x})^2$	$npq-1$	$S^2=\frac{C}{npq-1}$

III. BÖLÜM

3.1. Iki ölçegli statistiki modeller

Iki ölçegli statistiki modelleri ulanmaklygyň şertleri we asyl manysy. Öwrenilýän obýektliň umumy gurluşyny takyklamak üçin geologiki hadysalaryň döreýişleriniň modelleriñ düzmekde olaryň birnäçe häsiýetlerini birlikde seretmek mümkinçiligi ýüze çykýar. Geologiki gurluşlaryň häsiýetleriniň arabaglanyşyklaryny öwrenmek geologiki hadysalaryna has çuňňur düşünmeklige hem-de geologiki gözleg usullaryň netijeliligini güýçlendirmäge täsir edýär. Kähalatlarda ol käbir häsiýetlere mukdar taýdan baha bermäge hem kömek edýär. Şonuň üçin hem arabaglanşyklary öwrenmeklik statistiki häsiýete eýedir we elmydama funksional häsiýetlerden tapawutlydyr hem-de ikiölçegli ýa-da köpölçegli statistiki modeller ulanylýar.

Öwrenilýän obýekt ikiölçegli statistiki jemler hökmünde garalýar, onuň esasy bolup tötänleýin ululyklaryň ikiölçegli funksiýasynyň bölünişgi X, Y hyzmat edýär.

Iki tötänleýin ululyklaryň arasynda ähtimallyk baglanşyk ýüze çykýar. Haçanda X=x tötänleýin ululygyň bahasy bolsa, onda Y -iň käbir bahalaryna gabat gelýär. Şunlukda her bir Y $Y_1, Y_2, \ldots Y_n$ ululyklara kesgitli ähtimallyk $\rho_1, \rho_2, \ldots \rho_n$. degişlidir

Y-ululygyň bölünme funksiýasyna X=x bahasy degişlidir we ol matematiki garaşma y^0_x hem-de σ_{y^2} -dispersiýa degişlidir.

X-ululygyň saýlanan bahasyna Y bölünme ululygyna degişlidigine şertleýin bölünme, σ_{y^2} -şertleýin dispersiýa diýilýär.

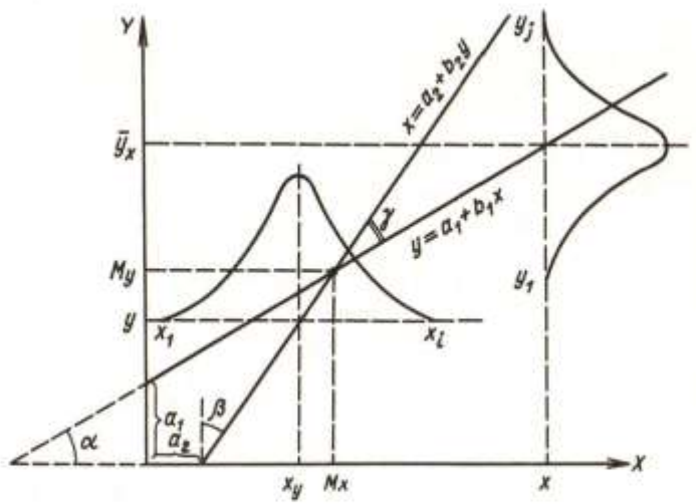
Şertleýin bölünme bolan ỷ geometriki merkezi nokadyna degişliligine-regressiýa çyzygy, onuň deňlemesine bolsa-regressiýa deňlemesi diýilýär. Soňra meňzeşlikde her Y =y tötänleýin ululyga X ululykda bölünme funksiýasy hem-de x^0_y -matematiki garaşma, $\sigma_{x^0 2}$-dispersiýa degişlidir.

Iki tötänleýin ululykdan durýan sistemalar elmydama iki çyzykly regressiýa degişlidir y_x=f(x) – X boýunça Y regressiýa we x_y=f(y) - y boýunça x regressiýa. Egerde regressiýa çyzyklary göni bolsa, onda iki uluklyklaryň regressiýasyna çyzykly regressiýa diýilýär.

Çylşyrymly ýagdaýlarda regressiýa çyzygyna egri çyzyklar degişli bolýar. Şonuň üçin hem tötänleýin ululyklaryň regressiýasyna çyzykly däl (çyzyksyz) regressiýa diýilýär (9-nji surat).

9-njy surat. x, y – iki ölçegli tötänleýin ululyklaryň parametleri.

– X we Y ululyklaryň matematiki garaşmasy M_x we M_y; X=x üçin şertleýin bölünmegiň merkezi $\overline{Y}$; Y=y üçin şertleýin bölünmegiň merkezi $\overline{X}$; $в_1$=tgα; $в_1$=tgβ.



Gönüburçly koordinatlar sistemasynda regressiýa çyzygy analitiki görnüşde berlip biliner. Çyzykly regressiýa üçin jübt deňlemeler aşakdaky görnüşde ýazmak mümkindir:

$y = α_1 + b_1x$ (X boýunça У regressiýa)

$x = α_2 + b_2 y$ (У boýunça X regressiýa)

çyzyksyz regressiýanyň deňlemesi egriñ görnüşine bagly bolýar. Mysal üçin parabolanyň regressiýasy

$$y = α_1 + b_1 x + C_1 x^2,$$

$$x = α_2 + b_2 + C_2 У^2,$$

Eger-de deňlemäniň görnüşi hem-de olaryň a,b,c, koeffisiýentleriniň bahasy belli bolsa onda regressiýany anyk ýazmak mümkindir.

Sistemadaky iki deňlemäniň regressiýasion koeffisiýentleri α_1 we α_2 çyzykly regressiýanyň başlangyç nokadynyň ýagdaýynyň görkezýär. Haçanda α_1 we $\alpha_2=0$ onda çyzyklar başlangyç koordinatdan geçýärler. Tötänleýin ululyklaryň baglylyk derejesi $b_1$we b_2 koeffisiýentler bilen kesgitlenilýär we çyzykly regressiýanyň koeffisiýentler diýilýär. Olar tangens burçunyň gyşarmasyna $У = \alpha_1 + b_1x$ absissa okuna α burç we $x = \alpha_2 + b_2y$ igrik okuna β burç deňdir. Umuman regressiýa çyzyklary X we У ululyklaryň matematiki garaşmalaryna deňdir. Olaryň arasyndaky burç 0^0-dan 90^0-na çenlidir. Olaryň arasyndaky burçuň kiçi boldugyça ululyklaryň arabaglanyşyklary güýçli bolýar. Haçanda regressiýa çyzyklary birleşen ýagdaýlarynda iki ululyklaryň arabaglanyşyklary funksional ýagdaýa deň bolýarlar.

Tötänleýin ululyklaryň iki ölçegli bölünmeginiň esasy san häsiýetleri bolup olaryň arabaglanyşyk görkezijileri hyzmat edýär, ýagny: *korrelýasyýa* ýa-da_*meňzeşlik pursady* (korrelýasion moment), *meňzeşlik koeffisiýent,* we *meňzeşlik gatnaşygy.*

Korrelýasyýa – iki tötänleýin ululyklaryň matematiki garaşmalarynyň köpeltmek hasylyna deňdir:

$$\text{cov}(x,y) = M[(x-Mx)[y-My)] = M[(\bar{x}_y - M_{\bar{x}})(\bar{y}_x - M_y)]$$

Meňzeşlik koeffisýienty kowariasiýany bir derejä (standarta) getirilen görnüşine deňdir: ρ = cov (x, y) $\delta_x \cdot \delta_y$

Meňzeşlik koeffisiýentiniň üýtgeýän çäklerine ρ = - 1 we ρ = + 1 deňdir. Bu ýerde +1 ululyklaryň fuksional arabaglanyşyklaryny görkezýän bolsa, ρ = 0 olaryň arabaglanyşyklarynyň ýokdygyny görkezýär. Koeffisiýentiň belgisi (+) ýa-da (-) baglanyşygyň häsiýetini görkezýär (göni ýa-da ters).

Eger-de iki deňlemäniň regressiýasy çyzykly bolsa, onda onuň görnüşi $y = \alpha_1 + b_1 x$ we $x = \alpha_2 + b_2 y$ bolar meňzeşlik koeffisiýenti; $p = \sqrt{b_1 b_2}$ deň bolar.

Meňzeşlik gatnaşydy şertli bölünmäniň dispersiýasynyň ululygyň umumy dispersiýasyna deňdir:

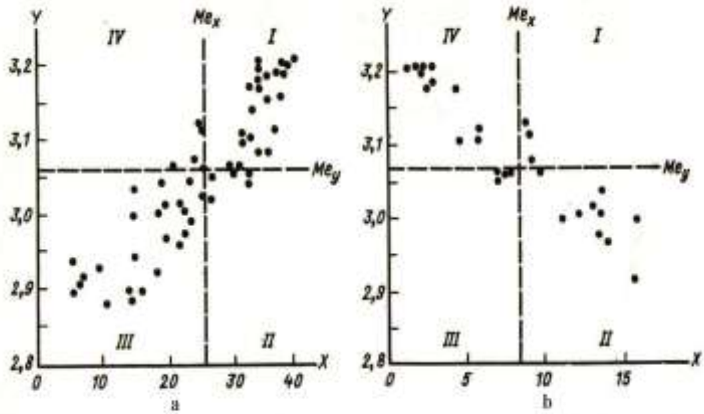
$$\xi_{y/x} = \sigma_{\bar{y}x} / \sigma_y; \quad \xi_{y/x} = \sigma_{\bar{x}y} / \sigma_x;$$

Iki deňleme hem çyzykly regressiýa bolsa $\xi_{y/x}$ we $\xi_{x/y}$ gabat gelýar, ýagny $\xi_{y/x} = \xi_{x/y}$ meňzeşlik (korrelýasion) gatnaşygyň ululygy 0-dan 1-e çenli üýtgeýär. $\xi = 0$ – iki ölçegli bölünmäni döredýän ululyklaryň özara garaşsyzlygyny görkezýär.

3.2. Tötänleýin ululyklaryň ýönekeýje emele gelmeleri

Iki ölçegli tötänleýin ululyk bolan x, y koordinatlary x_1 we y_1 bolan jübt nokat görnüşinde meňzeşlik meýdany hökmünde düşnükli ýönekeý görnüşde görkezmek bolar. Egerde haýsy hem bolsa ululygyň bir häsiýeti (У) beýleki ululyga bagly bolsa (X), onda gorizontal ok boýunça X (argument), wertikal ok boýunça – У (funksiýa) goýulýar. Haýsy hem bolsa belli bir arabaglanyşyk ýok bolsa, onda koordinat oklary erkin alynýar.

Meňzeşlik meýdanynyň kömegi bilen iki ölçegli tötänleýin ululyklaryň häsiýetleri hakda gerekli maglumatlary alyp bolýar. Egerde öwrenilýän ululyklaryň arasynda arabaglanyşyk bar bolsa, onda nokatlaryň meňzeşlik meýdany uzyn oky koordinata görä söýnen ellips görnüşine eýe bolýar (10-njy surat).



10-njy surat. Apatit – nefelin magdanlary üçin Y (t/m^3) göwrüm massasynyň we X (%)P_2O_5 (a) Al_2O_3 (b) mukdarlarynyň gatnaşyklarynyň nokatlarynyň korrelýasiýa meýdany.

Gyşarmanyň ugry boýunça arabaglanyşygyň häsiýetleri kesgitlenilýär položitel (göni) 10-njy a surat we otrisatel (ters) 10-njy b surat. Haçanda meňzeşlik baglanyşygy ýok haladynda meňzeşlik meýdany izometriki şekile eýe bolýar. Meňzeşlik meýdanynyň okunyň gyşarmasynyň barlygy çyzyksyz baglanyşygyň barlygyny aýan edýär. Nokatlaryň meňzeşlik meýdany saýlama jemleriň birtipliligini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Geologiki işlerde meňzeşlik meýdanynyň nokatlarynyň kä halatlarda ikä, üçe bölünýän ýagdaýlaryna duş gelinýär. Bu ýagdaý öwrenilýän jemleriň bir tipli däldigini görkezýär.

3.3. Korrelýasion baglanşygyň bolmagy barada gipotezanyň barlagy

Korrelýasion – regression derňewiň üsti bilen özara funksional baglanşyksyz parametirleriň baglanşygyny kesgitlenilmegi geofiziki signallaryň derňöwi esasynda öwrenilýär.

Geologik-gözleg işleriniň tejribeliginde köp halatlarda iki özara baglanşyksyz parametirleriň funksional baglanşygyny kesgitlemek zerurlygy ýüze çykýar. Bu meseläni çözmek üçin korrelýasion-regression derňew geçirilýär.

Öwrenilýän toplumyň strukturasyna baglylykda korrelýasion baglanşyklar iki ölçegli, üç ölçegli we başga görnüşlerde bolup bilerler. Korrelýasiýa derňewi wagtynda funksiýany saýlap almak uly ähmiýeti eýedir we onuň kömegi bilen öwrenilýän statistiki baglanşyklar approksimirlenýär. Ýönekeý görnüşde köplenç ýagdaýlarda göni çyzygyň ýa-da tekizligiň deňlemesi ulanylýar.

Örän çylşyrymly baglanşyklary approksimirlemek üçin köplenç ýagdaýlarda derejeli polinomlar, görkezjili, logarifimiki, trigonometriki we başga funksiýalar
ulanylyar:

$$У = M[У] + L, \qquad (3.1)$$

bu yerde: Y- öwrenilýän häsiýet; M[У]- onuň matematiki garaşmasy; L-tötänleýin san, ol hasaba alynmadyk faktorlary häsiýetlendirýär.

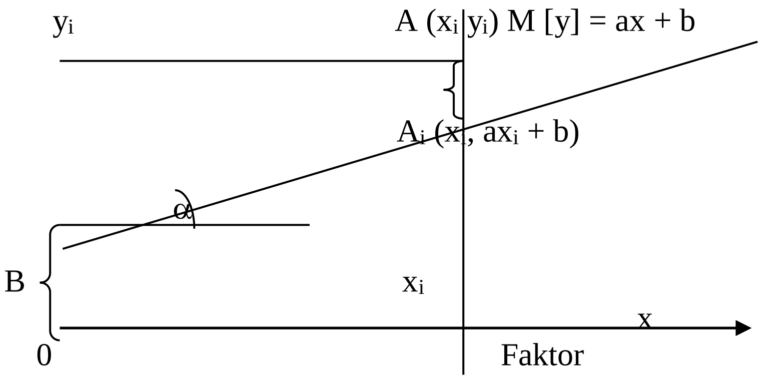
Çözülýän meseleleriň hemme aýratynlyklary öwrenilýän faktorlaryň toplumynyň sanyna, şeýlede matematiki approksimasiýa baglanşygynyň häsiyetine baglydyr. Olar bolsa deňlemäniň sag böleginiň strukturasynyň birinji agzasynda jemlenendir.

Öwrenilýän häsiýetiň beýleki üýtgeşmeleriň görnüşleri köp ölçegli dürli modelleriň içinde ýazylyp biliner. Ýönekeý görnüşde iki ölçegli umumylyk baglanşygy göni çyzygyň deňlemesi arkaly aňladylyp biliner:

$$M[У] = ax + b, \qquad (3.2)$$

bu ýerde: M[У]-öwrenilýän häsiýetiň matematiki garaşmasy; x - baglanşygy barlanylýan faktor; a, b - hemişelik koeffisiýentler.

Saýlanan toplumyň A (x_i, y_i) takyk bahasy umumy ýagdaýda öwrenilýän häsiýetiň mümkin golaý bolan bahasy bilen A_i (x_i, $ax_i + b$) gabat gelmeýär. Tapawut $y_i – ax_i – b = L_i$ tötänleýin gyşarmadyr, ol bolsa häsiýete täsir edýän hasaba alynmadyk faktorlara baglydyr.



11-njy surat. Korreliýasiýa baglanşyk deňlemesiniň hemişelik koeffisiýentleriniň geometrik düşündirmesi.

11-njy suratda M[Y] = ax + b deňlemedäki a we b hemişelik koeffisiýentleriniň geometrik düşündirmesi görkezilendir. A bahasy matematiki garaşmanyň görnüşiniň X oka ýapgytlygy tangens burça deňdir, b bahasy Y okunyň böleginiň X = 0 ýagdaýda kesýän uzynlygyna laýykdyr.

Çyzykly modelde a we b bahalary kesgitlemek esasy orny tutýandyr. Şeýlelikde ölçegli häsiýetleriň baglanşygy göwnejaý şertlerde gözlenilýär. Belli bolşy ýaly (3.2) saýlanan toplumyň iň golaý arabaglanşygy hakyky bahalar (x_i, y_i) gyşarmanyň diňe minimal ýagdaýynda gazanmak bolar.

Umuman toplum üçin gyşarmanyň jemi $\sum_{i=1}^{N} l_i$ minimal bolmalydyr, şeýlede l_i bahasy bolsa, dürli belgili bolup biler.

Şonuň üçin olary kwadrata göterýärler we a hem-de b kwadrat gyşarmanyň jemi minimuma deň bolanda şertde saýlaýarlar.

a we b bahalaryny kesgitlemegiň bu usuluna iň az kwadratlaryň usuly diýilýär we aşaky görnüşde ulanylýar. M[Y]=y bilen belgiläp, minimumyň şertini ýazalyň

$$\sum_{I=1}^{N} l_i^2 = \sum_{I=1}^{N} (Y_I - y_I)^2 = \sum_{I=1}^{N} (Y_I - y_I - aX_I - b)^2 = \min \tag{3.3}$$

bu aňlatmadan a we b bahalaryny hasaplap bolar.

Şonyň üçin (3.3) jemiň hususy önümini a we b boýunça kesgitläliň we nula deňläliň.

a boýunça hususy önümi

$$\sum_{I=1}^{N} (y_I - aX_I - b)X_I = 0 \tag{3.4}$$

we b boýunça hususy önümi

$$\sum_{I=1}^{N} (Y_I - aX_I - b) = 0 \tag{3.5}$$

iki näbelli iki deňlemäniň çyzykly sistemasyny emele getirýärler:

$$\text{a}\sum_{I=1}^{N} X_I^2 + B\sum_{I=1}^{N} Xi = \sum_{I=1}^{N} XiYi$$

$$\text{a}\sum_{I=1}^{N} Xi + BN = \sum_{I=1}^{N} Yi \tag{3.6}$$

(3.6)-dan aşaky aňlatmany alarys.

$$a=\frac{N\sum_{I=1}^{N}XiYi-\sum_{I=1}^{N}Xi\sum_{I=1}^{N}Yi}{N\sum_{I=1}^{N}X_I^2-\left[\sum_{I=1}^{N}Xi\right]^2} \quad (3.7)$$

$$b=\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N}Yi-\frac{a}{N}\sum_{I=1}^{N}Xi \quad (3.8)$$

a koffisiýent tangens burça deň bolup, appoksimirleýji okuň ýapgyt çyzygna regressiýa koffsiýenti diýilýär. a we b bahasy (3.2) formula boýunça öwrenilýän baglanşygyň mukdar taýdan ýazgysyny ýerine ýetirmek üçin kesgitlenýär.

Netijede her bir X_i üçin Y häsiýetiň matimatiki garaşmasyny (mümkin bolan bahalaryny) hasaplap bolar. Emma (3.2) deňleme baglanşygyň diňe takmyny bolany sepäpli, Y_i saýlanan bahalary matimatiki garaşmadan Y tapawutly bolup biler.

Y_i dispersiýasy we hakyky bahanyň standart (durnukly) dagynyk gyşarmagy Y=ax+b çyzygy otnositel aşaky añlatma bilen kesgitläp bolar:

$$S^2=\frac{1}{N-2}\sum_{I=1}^{N}(Yi-aXi-b)^2$$

$$S=\sqrt{S^2} \quad (3.9)$$

Dispersiýanyň ýokary bolmadyk bahalary we standart gyşarmalar hakyky baglanşygyň göni bilen golaýlygyny subut edýär. Öwrenilýän baglanşykda dispersiýanyň ýokary bahalary belki, (3.2) bilen deňeşdirilende çylşyrymly kanunlar bilen ýazylýandygyna baglydyr, ýa-da öwrenilýän parametr (görkeziji) diňe X bagly bolman, başgada mukdar taýdan baha bermek üçin korrelýasiýa koeffisiýenti ulanylýar, ol bolsa aşaky formuladan kesgitlenýär:

$$r = \frac{\sum_{I+!}^{N}(Yi-Y)(Xi-X)}{\sqrt{\sum_{I=1}^{N}(Yi-Y)^2\sum_{I=1}^{N}(Xi-X)^2}} \qquad (3.10)$$

bu ýerde: Y=$\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N}Yi$; X=$\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N}X_I$ deňeşdirilýän parametirleriň matematiki garaşmasy.

(3.10) görnüşi ýaly, -1$\leq r \leq +1$ arada ýerleşendir . r=$\pm$1 gatnaşygy (3.2) aňlatma boýunça dogry (göni) we ters funksional baglanşygyň bardygyny subut edýändir. Eger r=0 bolsa, onda Y we X arasynda şol aňlatma boýunça baglanşyk ýüze çykarylmaýar (ýokdur).

IV. BÖLÜM

4.1 Köpölçegli statistiki modeller

Her bir geologiki hadysa geologiki alamatlaryň köplügi bilen häsiýetlendirilip biliner. Mysal üçin, mineral we himiki meňzeş bolan magmatiki dag jynslary käbir petrohimiki aýratynlyklary bolup olaryň gaty magdanlyklaryny kesgitleýär. Bu ýagdaý himiki derňewleriň statistiki işlenişinden kesgitlenilip bilner. Şu ýagdaýlarda köpölçegli statistiki modelleri alamatlaryň statistiki toplumyny bilelikde öwrenmek üsti bilen kesgitlenilýär.

Köpölçegli statistiki *modelleri ulanmaklygy şertleri we manysy*. Alamatlaryň toplumynyň bahasy hökmünde matematiki modeller ulanylýar hem-de köpölçegli tötänleýin ululyklara seredilýär, olara käwagtlar tötänleýin wektor diýilýär.

Köpölçegli statistiki usullary öwrenmekde nazary we usulýet nukdaý nazaryndan örän çylşyrymlydyr. Şeýlede bolsa köpölçegli usullar geofiziki gözleg, agtaryş işlerinde oňaýly usullaryň biridir. Ol geologa bir wagtyň içinde köpsanly üýtgeýän ululyklar bilen işlemäge mümkinçilik döreýär. Köpölçegli matematiki modeller işlemek üçin çyzykly algebrany bilmek hökmanydyr, ýagny matematiki amallar matrissa hökmünde ulanylýar.

4.2. Köpölçegli korelýasion derňew

Köpölçegli korrelýasion derňew aýry geologiki häsiýetleriň gözegçiligiň netijesinde ýüze çykarylan we birnäçe alamatlaryň arasyndaky arabaglanyşyklary ýüze çykarmakda ulanylýar.

Tötänleýin ululyklaryň statistiki häsiýetleri n-ölçegli normal bölünmelere olaryň kowarsion we meňzeşlik matrissasy başlangyç matrissanyň netijesi boýunça hasaplanyp biliner. Şu maksat bilen başlangyç matrissa [A] m x n tertip bilen onuň üýtgedilen $[A]^T$ meňzeşligine köpeldilýär. Matrissa $[S]=[A]^T \cdot [A]$ garyşyk köpeldilen kwadratynyň jemi matrissasy diýilýär.

Ondan hem başga $[A]^T$ we [A] matrissalaryň aralarynda ortaça köpeldiji girizilýär:

$([E] - \frac{[J]}{m})$ - bu ýerde [E] –n x n tertipdäki ýeketäk matrissa; [J]-n x n tertipli matrissa bolup diňe birlikden durýar; m-başlangyç matrissasynyň setirleriniň sany [L] alnan matrissa n x n görnüşe eýedir: $[A]^T ([E]- \frac{[J]}{m}) [A]=[L]$.

[L]-matrissany $\frac{1}{(m-1)}$ ululyga köpeldip, kowarasiýa matrissasy [C] alýarys, onuň dioganal elementleri dispersiýa deňdir; diagonaldan daşkylar-kowarýasiýalar bolup durýarlar.

$$C=\frac{1}{m-1}\begin{bmatrix}\sum x_1^2\sum x_1x_2......\sum x_1x_m \\ \\ \sum x_mx_1\sum x_mx_2.......\sum xm^2\end{bmatrix}$$

Eger-de standartlaşdyrylan üýtgeýänler üçin ululygyň (ýagny ony $\frac{1}{S_iS_j}$ köpeltmek hasylyny ulansak) kowarsion matrissasyny hasaplasak, onda [R] korrelýasion matrissany alarys.

$$[R]=\begin{bmatrix}1rx_1x_2......rx_1x_m \\ .... \\ ....1.......... \\ ....1....... \\ rx_{im}x_1rx_2x_2....1\end{bmatrix}$$

Birnäçe tötänleýin ululyklaryň arabaglanyşyklaryny öwrenmek üçin jübt we hususy korrelýasiýa koeffisienti hasaplanylýar. Bir tötänleýin ululygyň beýlekiden baglanyşygyny hasaplamak üçin-köpçülikleýin korrelýasia koeffisienti hasaplanyýar.

Hususy koeffisient korrelýasiýasy iki bagly tötänleýin ululyklaryň x_i we x_j çyzykly arabaglanyşyklaryny görkezýär, haçanda beýleki ululyklaryň täsirleri aýrylan ýagdaýynda. Hususy koeffisientiň bahasy

Hususy koeffisientiň hasaplanylyşy şeýle aňlatmada ýerine ýetirilýär:

$$r_{ijq.} = \frac{r_{ijq} - r_{iq} . r_{jq}}{\sqrt{(1 - r_{iq}^2)(1 - r_{jq}^2)}}$$

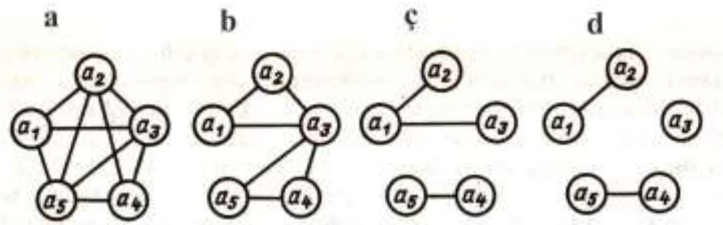
bu ýerde q-I we j görkezmeden 1, 2, 3, …, m indeksleriň toplumy.

Mysal üçin üçünji ululygy aýrylan iki ululygyň korrelýasiýasy

$$r_{1,2,3} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}} .$$

Himiki elementleriň birleşmesine ýüze çykarmakda statistiki usullary. Himiki elemenleriň bileşmesini klaslara bölmegiň esasy bolup minerallarda, dag jynslarynda, gaty magdanlardaky korrelýasiýa matrissasy olaryň meňzeşlik bahasynyň ölçegi hökmünde hyzmat edýär.

Graflary nazary nukdaý nazaryndan meňzeşlik matrissasynyň derňewi ýönekeý kllassifikasiýanyň görnüşi bilen düşündirilýär (12-nji surat).



12 -nji surat. Çäklendirlen bahalarda üýtgeýän graflar
a - r=0.2; b - r=0.3; ç - r=0.4; d - r=0.5.

Meselem graf G(A) – özünde iki ýa-da köp nokatlaryň ahyrky köplügine A={a_1, ...a_k, ...a_l,...a_p} çyzyklar boýunça birleşen, olaryň arasyndaky arabaglanyşygyň ýüze çykarylmagyna *graf* diýilýär. Nokatlaryň her birisi töwrejikler arkaly himiki elementleriň birisi bellenilýar. Elementiň A köplügi-depesi, olary birleşdirýän çyzyga bolsa-gapyrgasy diýilýär. Gapyrgalary birleşdirýän nokatlara gatyşyk, birleşmesine bolsa izomerlenen diýilýär, hemmesi birleşen bolsa-oňa doly diýilýär.

Eger-de zynjyr görnüşinde birleşen bolsalar oňa baglanyşan diýilýär. Ýönekeý geologiki meseleler görülende korrelýasion matrissanyň netijesi graf görnüşinde goşmaça matematiki maglumaty gerek bolmazdan ýerine ýetirilýär. Şu maksat bilen koeffisientleriň üýtgeýiş çagi şertleýin birnäçe böleklere bölünýär (mysal, ýokary-0,74, ortaça-0,5-0,75, pes-0,3-0,5-we ujypsyz-0.3%). Birleşýän depeleriň aralygy jübt korrelýasiýanyň bahasyna deň ýagdaýy alynýar.

4.3. Klaster – derňew

Klaster-derňew (dendrogarmm, dendrograf). Başlangyç köplügi bir yzygyderli toparlara ýygnamak usulyna klaster-derňew diýilýär.

Klaster-derňewiň meselesi hökmünde meňzeşlik matrissanyň alamatlarynyň [R] köplügini aýry-aýry bölümlere bölmekden ýbaratdyr. Şeýlelikde meňzeşligiň ýokary häsiýetli obýektleri birleşdirilýär. Aýrylan bölümler şunlukda berlen alamatlar boýunça maksimal üýtgemän galýar. Meňzeşligiň ölçegi hökmünde jübüt korrellýasiýa koeffisientini ulanmak bolar.

Aýry jübütleriň aralaryndaky meňzeşlik koeffisientiniň ýokary bahasyny tapmak, matrissany birleşdirýän jübütleri derňemek usuly ilkinji ädimleriň biridigi öz özünden düşnüklidir.

Şeýlelikde matrissa çepden hasaplanyp başlanýar, toparlara bölünen bir element hökmünde, olaryň koeffisientleri bolsa başga elementler bilen deňeşdirilýär. Hasaplamalaryň netijesinde öňkä görä az ölçegli täze matrissa düzülýär. Gysgaldylan matrissa ýenede maksimal bahaly jübütleri bileşdirmek hem-de ýüze çykarmak ýoly bilen meňzeşlik alamatlary boýunça gysgaldylýar.

Matrissanyň ölçegleri maksimal ýagdaýa gelýänçä yzygiderli gysgaltma operasiýalary dowam etdirilýär.

Elementleriň paragemetik birleşmesiniň meňzeşlik koeffisientini derňemek maksady bilen aralyk koeffisientini d_r ulanmaklyk hödürlenilýär, hem-de jübüt meňzeşlik koeffisientini arccos funksiýasynyň üsti bilen tapylýar.

Şu maksat bilen başlangyç maglumatlaryň, matrissasy [R] trigonometriki tablissanyň kömegi arkaly özgerdilýär (üýtgedilýär, transformasiýa) ýagny aralyk matrissasynyň koeffisientlerine [D_r] yzygiderli bölümlere bölünýärler.

Klaster-derňewleriň netijeleri agaçlaryň şahalaryna meňzeşlikde graflar- deňdrogrammalar görnüşinde şekillendirýärler. Absissa oky boýunça öwrenilýän obýektiň simwoliki ýagdaýy ordinatlar oky boýunça aralyk koeffisientiniň minimal bahasy her ädime degişlilikde goýulýar.

Agaç görnüşli graflaryň ýönekeýligi hem-de onuň mazmunlylygy bölümleriň içindäki baglanyşyklaryň we bölümleriň aralygyndaky arabaglanyşyklar aýrylan ýagdaýynda ulalýar. Şunuň ýaly graflara deňdrograf diýilýär.

4.4. Köpçülik regressiýa derňewi we onuň geologiki obýektleriň häsiýetleri çaklamakda ulanylşy

Köpçülik regressiýasynyň iki ölçegli regressiýadan tapawudy garaşly Y üýtgeýän ululyk bir dälde birnäçe garaşsyz üýtgeýän funksiýa hökmünde garalýar.

$$X_1, X_2, \ldots, X_m.$$

Köpçülik regressiýanyň deňlemesini aşakdaky deňleme görnüşinde ýazmak bolar:

y= $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \ \ + ... + \beta_m x_m = \beta_0 + \sum_{i=1}^{m} \beta_i x_i$, bu ýerde -

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_m$ -regressiýa modeliniň koeffisientleri.

Üýtgeýän ululyklaryň we olara degişlileriniň aralarynda bolup biljek ähli arabaglanyşyklary öwrenmeklige esaslanýan regressiýa-köplik regressiýasydyr. Onuň kesgitleýän meselelerine Y funksiýanyň üýtgeýşi, hemme üýtgeýän ululyklaryň /R^2/ umumy baha bermek, β_i koeffisiýentiniň kömegi bilen olaryň otnositel täsirini kesgitlemek ýaly meseleler girýär. Ýagny regressiýa modeliniň β_0, β_1, β_2,... β_m koeffisiýentini hasaplamaga mümkinçilik döredýär.

Deňleme matrissa görnüşinde aşakdaky ýaly ýazylýar.

$$\left[\sum Y\right] = \left[\sum X\right] \ [\beta],$$

bu ýerde $\left[\sum Y \ \right]$ - $X_1, X_2, ... X_m$ hem-de Y üýtgeýän ululyklaryň köpeltmek hasylynyň kwadratlarynyň jeminden durýan - wektor sütin; $\left[\sum x\right]$ $X_1, X_2 ..., X_m$ garyşyk we kwadratlarynyň jemleriniň köpeltmek hasylynyň matrissasy; $[\beta \ ]$-näbelli regressiýa koeffisiýentiniň wektor-sütini. Koeffisiýent β_1-beýleki üýtgeýän ululyklaryň täsiri aýrylan şertinde garaşsyz üýtgeýän ululyklaryň bölekleýin (çastnyý) regressiýa koeffisienti diýilýär.

Deňlemeleri çözmek üçin esasan hem $B_k = b_k \frac{S_k}{S_y}$ görmüşli regressiýanyň sdandartlaşdyrylan hususy koeffisientleri bolan korrelýasiýa matrissasy ulanylýar [R], bu ýerde S_k - üýtgeýän ululygyň X_m standart gyşarmasynyň bahasy; S_y- üýtgeýän Y ululygyň standart gyşarmasynyň bahasy. Deňleme matrissa görnüşinde [R] ýaly ýazylýar: $[B]=[r_{xy}]$, bu ýerde $[r_{xy}]$ – üýtgeýän Y we $X_{1,2,\ldots,m}$ ululyklaryň aralaryndaky korrelýasiýa koeffisientleriniň wektor ululygy. Onuň çözgüdi $[R]^{-1}$ öwrülme matrisasy bilen şeýle anladylýar $[B]=[R]^{-1}[r_{xy}]$. Hasaplanan B koeffisiýent β görnüşe aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar; $b_k=B_k(S_y/S_k)$, b_0- hemişelik agzasy, ol şeýle aňlatmada b_0- $\bar{y} - b_1 \bar{x} + b_2 \bar{x} + \ldots + b_m x_m$ hasaplanylýar.

Y baha berilende hemme garaşsyz üýtegäýn ululyklaryň umumy goşandy köpçilik korrelýasiýa koeffisiýetiniň kwadratynyň R^2 bahasy bilen kesgitlenilýär:

R=1-$\frac{1}{C^m}$ (bu ýerde C^m- matrissanyň çaklama $[R]^{-1}$ bölegi, ýagny [R] ters korrelýasion matrissanyň bölegi hökmünde garalýar). Koeffisient R^2 ilki bilen y we x_k jübüdi üçin koeffisient korrelýasiýasy maksimal bolan ýagdaýda hasaplanylýar, soňra bolsa yzygyderli üç we ondan hem köp üýtgeýän ululyklary hasaplanylýar (m-üýtgeýän ululyga çenli).

Geologiýada sypatlary kesgitleme usulynyň öňünde durýan meseleler.

Geologiýada köp çaklama meseleleri häsiýetleri belli obýektleriň alamatlarynyň toplumy bilen deňeşdirmek usulynda öwrenilýär. Meňzeşlik alamatlaryna esaslanmak şuňa meňzeş usullaryň jemine *sypatlary kesgitleme usuly* diýilýär.

Geologiki obýektleriň sypat kesgitleme usulynyň öňünde durýan mesele belli alamatlaryň jemleriniň toparlara bölünişi bilen golaý arabaglanyşykda bolýar. Köp ölçegli matematiki nukdaý nazaryndan hakyky geologiki obýekta hakyky sanlaryň $x_1,x_2,\ldots x_m$ bileleşen toplymy degişlidir. Olar geologiki alamatlaryň hasaplanan bahasyna deňdir. Bu sanlaryň jemleri köpölçegli giňişlikde wektor ýa-da nokat hökmünde teswirlenýär. Giňişlikde bir klasyň köplügi haýsy hem bolsa nokatlaryň köplüginiň alamatlaryna gabat gelýär.

Bir klasda jemlenen nokatlaryň köp ölçegli giňişlikde ýaýran sebiti klaslaryň gabatlaşmagyna mümkinçilik döredýär. Egerde öwrenilýän sebitler biri – birine meňzeş bolsalar, onda olaryň gabatlaşma sebitleri deňleşýär. Obýektleriň sebitleri biri-birinden tapawutly bolan ýagdaýynda giňişlikde kesişmeýärler.

Sypatlary kesgitlemek usulynyň öňünde goýulan meseleleri çöümekde matematiki modelleri saýlamakdan, algoritm düzmekden hem-de käbir üstleriň giňişlikde alamatlary öwrenmekden durýar we aýry klaslar gabat gelýän nokatlaryň köplügini bölýärler.

Geologiýanyň haýsy ugurlaryny alsak hem aýry geologiki toplumlaryň arabaglanyşykaryny öwrenmekde köpölçegli statistiki modelleriň mümkinçilikleri çäksizdir.

Paleontologiýa ylymynda gazylyp alynýan magdanlardaky organizmleriň şekilini, morfologiki alamatlaryny öwrenmekde we olary beýleki litolog-fasial kesimleri bolan çökündi dag jynslarynyň stratigrafiki ornuny hem-de maglumatlaryň takyklygyny kesgitlemekde ulanylýar.

Geohimiýa we mineralogiýa ylymynda himiki elementleriň we minerallaryň paragenetiki derňewlerini öwrenmekde korrelýasion (meňzeşlik) usular uly ähmiýeti eýedir. Himiki we mineral düzümlerini, aýry fiziki häsiýetleri öwrenmekde köpölçegli usullaryň birnäçesi ulanylýar. Fasial we formasion alamatlary boýunça bölmek, olary litologiýasy, petrogarfiki hesiýetlerini öwrenmekde hem-de aýry peýdaly magdanlary ýüze çykarmakda, çaklamakda uly ähmiýete eýe bolýar.

Peýdaly gaty magdanly, galybersede nebit-gaz gözleginde ”Sypatly alamatlary” öwrenmeklige ýyl geldigiçe uly üns berilýär.

Amatlary boýunça çaklama meselelerini, maglumat mukdarlary köp bolan, öwrenilýän obýektleri, toparlara bölmekde, olaryň özara arabaglanyşyklaryny bahalamakda geologiki üýtgemeleriniň aralaryndaky baglanyşyklary öwrenmekde köpölçegli statistiki modeller ulanylýar.

Geologiki meseleleri deň saýlamakda, mysal üçin, dag jynslarynyň gazlylygy, kollektorlyk häsiýetlerini, guýy geofizikasynyň häsiýetnamalaryny öwrenmekde, esasan hem köp ölçegli regresion modelleriň kömegi bilen öwrenilýär.

Geologiki obýektleri klaslara bölmek, dag jynslarynyň üýtgemegini, olaryň doly himiki derňewleri klaster-derňewleriň ýa-da köpölçegli korrelýasion derňewiň üsti bilen öwrenilýär. Köpölçegli statistiki modelleriň kömegi bilen geologiki meseleleri çözmeklik häzirki döwürde doly öwrenilen däldir, şonuň üçin hem bu usullaryň gelejegi örän uludyr.

V. BÖLÜM

5.1. Geologiki gurluşlary öwrenmekde spektral derňewleriň mümkinçilikleri

Geofiziki gözegçilik işleriniň netijesini Furýeniň hatarynda görkezmeklik hem-de spektr hasaby seýsmiki gözlegiň birnäçe meselelerini çözmek üçin giňden ulanylýar.

Spektrlaryň hasabyny geofiziki meýdany üçin geçirmek bolar. Olar tötänleýin proses hökmünde seredilýär, şeýle-de analitiki gyşarmalar-determirlenen signal ýaly seredilýär.

Determirlenen signallaryň spektrlary hasaplananda öwrenilýän signalyň özüni alyp baryşy esasy bolup durýar . Bu manyda periodiki we periodiki däl signallary tapawutlandyrýarlar.

Signal S(t) üçin S(t)=S(t+T) gatnaşyk adalatlydyr, bu ýerde T haýsam bolsa hemişelik ululykdyr , ýada oňa periodiki hemişelik diýilýär.

Şunlukda T S(t) signalyň periody diýip atlandyrylýar. Periodiki däl signallar üçin T periody bölmek mümkin dälldir, sebäbi signalyň bahasy gaýtalanmaýar. Islendik uznüksiz periodiki signalyň Furýeň hatarynda aşaky görnüşde aňladylyp biliner.

$$S(t)=Ao+2\sum_{m=1}^{\infty}(A_m Cos2\pi m f_1 t + B_m Sin2\pi m f_1 t), \qquad (5.1)$$

bu ýerde: f=1/T-esasy ýygylyk; A_m we B_m koeffisiýentlere Furýeň koeffisiýenti diýip at berilyär we aşaky aňlatmalarda hasaplanylýar:

$$A_m=\frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} S(t)Cos2\pi f_1 tmdt, \quad m=0,1,2....$$

$$B_m=\frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} S(t)Cos2\pi f_1 tmdt, \quad m=0,1,2....$$

Koeffisiýent A signaly düzüjileriň hemişeligi diýip atlandyrylýar. S periodiki funksiýany (5.1) görnüşde signalyň soňky mf_1 t we cos2πm f_1t dargadylandygyny aňladýar. Onda bolsa degişlilikde A we B garmoniki amplituda diýilýär.

Eger-de period T sekuntda ölçenýän bolsa onda f_1 we ony maýdalawja ýygylyklar period/sekunt hasabynda ýada Gersde ölçenilýär.

S(t) signal aralygyň funksiýasy bolup biler. Bu ýagdaýda T uzynlyk birliginde ölçenilip biliner, meselem: metr, mf_1 period metrde.

Furýeň hatarynyň trigonometriki formasy giňden ulanylýar. Bu ýagdaýda n-garmonikanyň R_m amplitudasy we

φ_m fazasy girizilýär, olar bilen Furýeniň koeffisiýenti şeýle baglanşyklydyr:

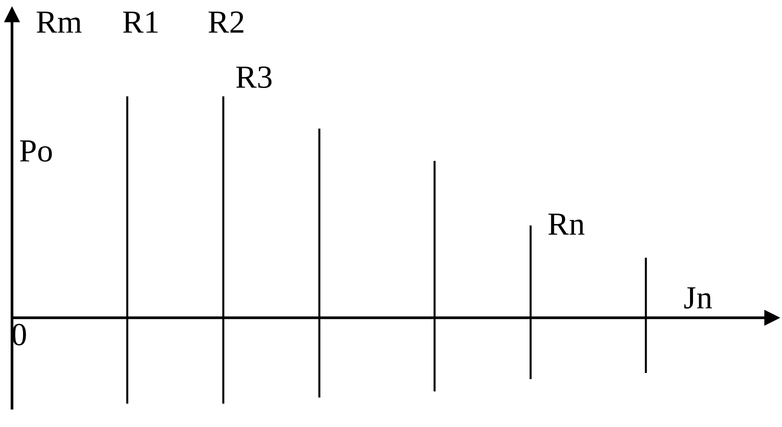
$$R_m = \sqrt{A_m^{\ 2} + B_m^{\ 2}} \ ; \qquad \varphi_m = arctg(-\frac{B_m}{A_m})$$

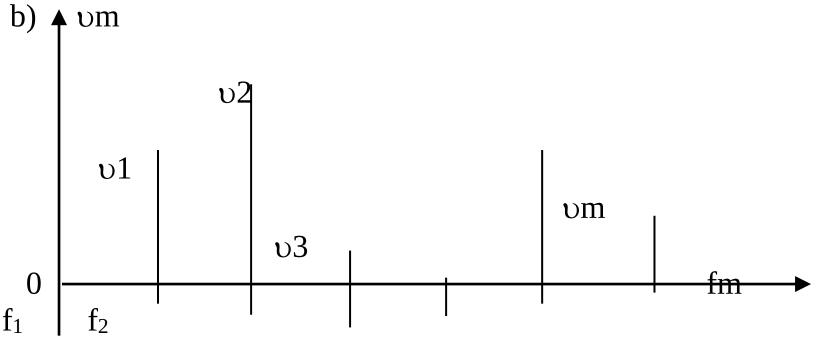
ýada $\quad A_m = R_m \cos\Psi_m;$

$$B_m = R_m \sin\Psi_m \qquad (5.2)$$

Trigonometriki formada Furýeň hatary aşaky görnüşde ýazylýar:

$$S(t) = R_0 + 2\sum_{m=1}^{\infty} R_m \cos(2\pi m f_1 t + \Psi_n) \qquad (5.3)$$

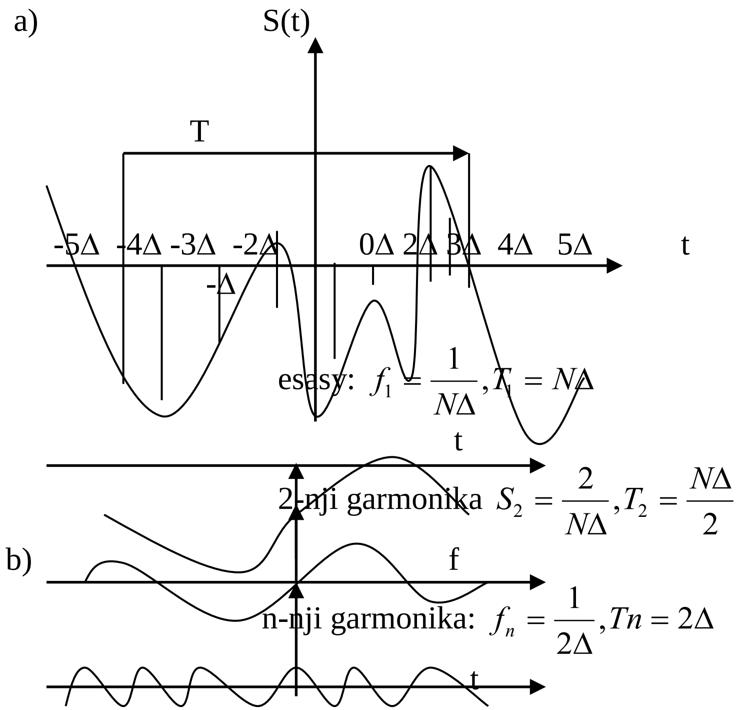
a) 



13-nji surat. Periodiki signalyň amplituda (a) we faza (b) spektrleri.

Signalyň garmoniki düzüjileriniň jemine (R_m) ampiltuda spektri diýilýär. Bu fazalaryň düzüjileriniň jemine (φ_m) - faza spektri diýilýär. Amplituda we faza spektriň grafigi ýygylygynyň funksiýasy ýa-da garmonikanyň belgisi ýaly şekillendirilýär (13-nji surat).

Periodiki signalyň amplituda we spektirlerine çyzykly ýa-da diskretn diýip at berilýär, sebäbi ol aýry ,,çyzyklardan“ ybaratdyr, o_1 f_1 $2f_1 = f_2$ we başg. Diskret ýygylykda degişlidir. Periodiki signalyň spektrini hasaplap bolýar we S(t)-ni signal ýaly seredýär. Ol bolsa T periodly üznüksiz signaldan 14-nji a suratda görkezilişi ýaly her interwaldan alynýar.



14-nji surat. Üznüksiz signaldan (a) alnan diskret signal; esasy sinusoida we garmonikalar (b)

Bu signaly S_r ýaly belläliň, r indeks r belgili nokatda seredilýän signalyň bahasyny aňladýar. S_r signalyň san bahasy T aralygynda. Diskret signalyň spektrindäki iň ýokary ýygylygyň esasyna (birinji garmonikaň ýygylygy) bolan gatnaşgy:

$$\frac{f_{tp}}{f_1} = \frac{1/2\Delta}{1/2n\Delta} = n \qquad (5.4)$$

Şoňa görä berlen diskret periodiki signalyň spektrindäki iň ýokary garmonikaň noly T aralykda n-deňdir.

Üznüksiz periodiki signal üçin S(t) Furýeniň gutarnykly hataryny aşakdaky ýaly görnüşde ýazyp bolar:

S(t)=

$$A_0 + 2\sum_{m=1}^{n-1}(A_m \cos 2\pi m f_1 t + B_m \sin 2\pi m f_1 t) + B_n \sin 2\pi m f_1 t)$$

(5.5)

Diskret signalyň S_r t = r# (r = -n,…0,…n-1) nokatlarda üznüksiz S(t) bilen gabat gelýänligi hasaba alyp S_r-alarys:

S_r=

$$A_0 + 2\sum_{m=1}^{n-1}(A_m \cos 2\pi f_1 r\Delta + B_n \sin 2\pi m f_1 r\Delta) + B_n \sin 2\pi f_1 r\Delta$$

(5.6)

A S_r-ululygyň ortaça ýada ortaça arifmetiki bahasydyr. Eger-de nokatlaryň sany N täk bolsa , ýagny N=2n-1, onda (5.4) aňlatmadan soňky agzasy ýiter.

(5.2) we (5.6) deňlemeler, signaly Furýeniň hataryna dargatmak koeffisiýentini hasaplamaga mümkinçilik berýär, oňa bolsa Furýeniň funksiýasyny täzeden göni düzlen, a (5.1), (5.4) we (5.5) ters düzülen diýip atlandyrylýar. Käbir halatlarda signaly görkezmek üçin kompleks amplitudalar (Sm) ulanylýar.

N=$\frac{T}{\Delta}$ -deňdir.

Kaýelnikowyň teoremasyna laýyklykda üznüksiz signal bir manyda diskret ýaly görkezmek bolar, eger-de şonuň spektrinde $f_{gr}=\frac{1}{2\Delta}$ dan ýokary bolmadyk ýygylyk bar bolsa, (bu ýerde: Δ-diskretizasiýanyň bölünmesi), onda diskret ýygylygy f_{gr} çäklerden düzüjili signaly Furýeniň gutarnykly hatary ýaly seredip bolýar.

Eger-de diskret signalyň san bahasyny T aralykda jübüt hasap etsek, ýagny N = 2n onda bular ýaly signalyň spektrindäki esasy ýygylyk

$$f_1=\frac{1}{T}=\frac{1}{2n\Delta} \quad \text{bolýar.}$$

Periodiki däl signala periodiki ýaly seretmeli bolýar, eger-de period çäklendirmäni ýokarlandyrylýan bolsa, period T tükeniksize ymtyldygyça, ýanaşyk garmonikalaryň hususy aralyklary örän kiçelýär, ol bolsa ýygylyk boýunça, üznüksiz bölünmäge geçirilýär.

$f_1=\frac{1}{N\Delta}$ hasaba alyp, (5.6) deňlemäni aşaky görnüşde ýazalyň:

$$S_r = A_0 + 2\sum_{m=1}^{n-1}(A_m \cos 2\pi mr/n + B_m \sin 2\pi m\frac{r}{N}) + B_n \sin\frac{2\pi mr}{N}$$

(5.7)

ýa-da trigonometriki görnüşde

$$S_r = A_0 + \sum_{m=1}^{n} R_m \cos(2\pi m \frac{r}{N} + \psi_n) \qquad (5.8)$$

A_m we B_m koeffisiýentleri (m=0,1,2,…n) bolanda aşaky aňlatma boýunça hasaplanýar:

$$A_m = \frac{1}{N} \sum_{r=-r}^{n-1} S_r \cos\frac{2\pi mr}{N} \qquad (5.9)$$

$$B_m = \frac{1}{N} \sum_{r=-\infty}^{n-1} S_r \sin\frac{2\pi mr}{N} \qquad (5.10)$$

$$S_m = R_m e^{j\Psi}.m = A_m - jB, j^2 = -1$$

(5.11)

Şeýlelik bilen üznüksiz signal üçin Furýeniň tersine düzlen aňlatmasyny aşaky ýaly ýazyp bolar:

$$S(t) = \sum_{m=-n}^{\infty} S_m e^{j(2\pi m f t)} \qquad (5.12)$$

Diskret periodiki signalyň tersine düzmesi aşaky gatnaşyk bilen aňladylýar:

$$S_r = \sum_{m=-n}^{n-1} S_m e^{j(2\pi r / N)} \qquad (5.13)$$

Üznüksiz we diskret signallar üçin kompleks amplituda degişlilikde aşaky aňlatma hasaplanýar:

$$S_m = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} S(t)e^{-j2\pi mf_1 t}\,\mathrm{dt} \qquad (5.14)$$

$$S_m = \frac{1}{N}\sum_{r=-n}^{n-1} Sr e^{-j(2\pi mr/N)} \qquad (5.15)$$

Periodiki däl signalyň spektri, (5.15) deňlemeden görnüşi ýaly, ýygylygyň üznüksiz funksiýasy we bitewidir.

Amplituda we faza spektorleri signal üçin 13-nji suratda şekilendirilen.

Amplituda we faza spektrler signaly häsietlendirýändigini belläliň. Olar boýunça, Furýeniň ters düzmesini ulanmak bilen, başga signaly doly dikeltmek bolar.

5.2. Meňzeşlik baglanyşygyň barlygy hakdaky çaklamanyň derňelişi

Geologiki obýektleriň aýry-aýry häsiýetleriniň aralaryndaky baglanyşygy ýüze çykarmakda, şonuň bilen birlikde giň geologiki meseleleri çözmekde meňzeşlik baglanyşygyň orny uludyr.

Meňzeşlik (korrelesion) derňewler aşakdaky öwrenýän geologiki hadysalara ulanylýar:

- gaty magdanlary ýaýraýşyny we gözlemegiň, işläp geçmegiň ölçeglerini öwrenmekde;
- geologiki kartalaşdyrmada öwrenmekligiň oňaýly usullaryň toplumyny saýlamakda;
- gazma baýlyklarynyň ýataklaryny gözlemekde hem-de barlamakda;

Meňzeşlik arabaglanyşygyň bardygy tötänleýin ululyklaryň normal bölmesiniň baglanyşynyň ýokdygyna esaslanandyr we meňzeşlik koeffisiýent meňzeşlik gatnaşyklary nula deňdir.

Meňzeşlik koeffisientiniň saýlama bahasyny aşakdaky formula boýunça tapylýar:

$$r = \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) / nS_x * S_y ,$$

bu ýerde: $\bar{x}$ we $\bar{y}$ – X we Y – tötänleýin ululyklaryň saýlama bahalarynyň ortaça bahasy; S_x ,S_y –standart gatnaşyk; n – deňeşdirilýän jübüt bahalaryň mukdary.

Elde sanalan ýagdaýlarda başga aňlatma ulanylýar:

$$r = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)\right]}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{1}{n} x\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2\right]\left[\sum_{i=1}^{n} y_i^2\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2\right]}}$$

meňzeşlik koeffisiýentiniň golaý bahasyny nokatlaryň meňzeşlik meýdanyň grafikleriň üsti bilen hem hasaplap bolýar. Nokatlaryň döredýän meýdanyny dört kwadrata bölünýär we X, У ululyklaryň medianasyna deň bolýar. Meňzeşlik koeffisiýentini hasaplamak üçin şu aňlatma ulanylýar:

$$r = (n_1 - n_2) / (n_1 + n2),$$

bu ýerde: n_1 – I, III kwadrantlardaky nokatlaryň sany; n_2 – II, IV kwadrantlardaky nokatlaryň sany.

Haçanda ululyklaryň arasynda meňzeşlik baglanyşygy ýok bolan ýagdaýynda hemme kwadrantlarda nokatlaryň sany deň bolýar we r ululygy 0 deňdir. Göni meňzeşlik baglanyşygynda nokatlaryň sany I we III kwadrantlarda bölýär r-položitel bolýar. Ters arabaglanyşykda nokatlaryň köp bölekleri II we IV kwadrantlarda bolýar- r otrisatel sana deňdir.

Geologiki obýektleriň häsiýetlerini öňden öwrenmek iki ululyklaryň arabaglanyşyklarynyň bardygy subut edilen bolsa, olaryň görnüşleri deňlemeleri kesgitlenen bolsa, onda bir tötänleýin ululygyň bahasy bilen beýleki ululygyň bahasyny çaklamak mümkinçiligi ýüze çykýar.

Şunuň ýaly meseleler geologiki işlerde köp duş gelýär.

Regression derňew aşakdaky ýagdaýlarda ulanylýar:

- gaty gazma baýlyklaryndaky esasy komponentleriniň mukdarlary boýunça kömekçi bölekleriniň mukdarlaryny öwrenmek;
- gaty maddanyň garyndysynyň göwrümini kesgitlemek;
- geofiziki usullaryň netijelerini teswirlemek;
- maglumatlary täzeden işlemegiň netijesinde gaty magdanlaryň parametrleriniň bahalaryny takyklamakda;

Regression-meňzeşlik derňewi, olaryň ulanylyşy baradaky maglumatlary köp alymlaryň işlerinde görmek bolýar, olardan Milleriň, Dž. Delisa, Nikitiniň, Strahowyň, Şraýbmanyň we başgalaryň işlerini görkezmek bolar.

VI. Bölüm

6.1. Matematiki usullary ulanmaklygyň faktorlary, kesgitli saýlawy we peýdalylygy

Geologiýada ulanylýan bölünmegiň (paýlawyň) esasy statistiki kanunlary. Geologiýa obýektlerinde görkezijileriň bölünmeginiň gipotezalaryny barlamak.

Geologiýa obýektleriniň häsiýetleriniň empiriki bölünmeginiň approksimasiýany (ilkibaşdaky ýazgysyny) ýerine ýetirmek üçin dürli bölünme kanunlary teklip edilipdir: normal, logorifimiki normal, binominal, Weýbulyň, Puassonyň, Gamma (γ) we beta (β) bölünmeler we başgalar.

Geologiýada statistiki usullary ulanmagyň tejribesi, üznüksiz ululyklar üçin normal we logorifimiki normal we diskret (özgerdilen) ululyklar üçin binominal we Puassonyňky bilen çäklenmegiň mümkinçiliginiň bardygy kesgitlenildi.

I. Normal bölünme iki görkeziji bilen kesgitlenýär – matematiki garaşma Mx we dispersiýa **σ²**:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e = \frac{(x - M_x)}{2\sigma^2} dx$$

Beýle bölünmäniň dykyzlyk funksiýasy (baglanyşygy) aşaky görnüşde bolýar.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-Mx)}{2\sigma^2}}$$

Normal bölünme matematiki garaşma degişlilikde ýa-da onuň matematiki garaşmasy, moda we mediana gabat gelýär.

Statistiki modelleşdirmegiň tejribeliginde adaty ýagdayda aňlatma ulanylman, matematiki garaşmasy **0** deň we dispersiýasy 1 deň bolan, (Laplasyň çäklendirlen funksiýasy) tablisa ulanylýar. Islendik normal bölünmedäki öwrenilýän ululygyň bahasyna **(X)** getirip bolar, hem-de olaryň matematiki garaşmasynyň gyşarmasyny, standart gyşarma bölmek bilen çalşyrylyp bolar:

$$\tau = \frac{x - M_x}{\sigma}$$

Köp statistiki meseleleriň çözülmeginiň çözgüdi Laplasyň funksiýasynyň Φ(τ) deňeşdirme usulynda ýerine ýetirilýär.

Laplasyň funksiýasynyň tablisalaryny [10] tapyp bolar.

Normal bölünme şertlerinde gabat gelýän ululyklaryň matematiki garaşmadan tapawutlanýan az bahalaryny, saýlanýan çäklendirlen göwrumde kesgitlemek amaly tarapdan mümkin däldir.

saýlanan bahalar köplenç (≈95%) $M_x \pm 2\sigma$ aralykda ýerleşär.

Normal tötenleýin bölünmeler ululygy köp şertlerde bagly bolan ýagdaýlardaky häsiýeti häsiýetlendirilipdir hem-de olaryň täsiri deňölçeglidir.

Meselem, normal bölünmelere – ölçegleriň tehniki ýalňyşlyklygy, dag jynslaryny emele getiriji minerallaryň magdanlardaky mukdary, dykyzlygyň bölünmegi we jynslaryň öýjükliligi golaý bolup bilerler.

2. Logorifmiki normal (lognormal) bölünme diýip, totänleýin ululyklaryň bahalarynyň logarifmleriniň normal bölünmegine düşünilýär.

Beýle bölünmeler meňzeş däl položitel bölünme bolup, položitel eksesse eýedir.

Matematiki garaşma, moda we mediana lognormal bölünmä tötänleýin ululyklar bilen gabat gelmeýär, onda

$$M_o < Me < Mx$$

Lognormal bölünme funksiýasy normal bölünme funksiýasy bilen gabat gelýär, bu ýerde tötänleýin ululyk häsiýeti deregine olaryň logarifm bahalary girizilýär:

$$F(\ln x) = \frac{1}{\sigma_{\ln x}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\ln x} e^{-\frac{(\ln x - M\ln x)^2}{2\sigma_{\ln x}^2}} d\ln x$$

Onda lognormal bölünmesiniň dykyzlyk funksiýasy indiki görnüşe eýe bolar:

$$f(\ln x) = \frac{1}{\sigma_{\ln x}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - M\ln x)^2}{2\sigma_{\ln x}^2}}$$

Lognormal bölünmäň ululygy üçin $Me=e^{Mlnx}$ bahasy, medianaň ululygyna, $M0=e^{Mlnx-\sigma 2lnx}$ bahasy moda deň gelýärler.

Lognormal bölünmäniň, hem-de normal bölünmäniň ýüze çykmasy, öwrenilýän obýekte köp şertleriň täsir etmeginde emele gelýär. Emma, her bir şertiň täsir güýji birmeňzeş bolup bilmez, ol berlen şertiň ýüze çykyşynyň üýtgeýiş güýjüne proporsional bolar.

Binominal bolünmäniň ulanmak şeýle ýagdaýda, ýagny synaglar geçirilende, A we B iki wakanyň birine gözegçilik edilende amatlydyr. Beýle ýagdaýlar geologiýa obýektleri öwrenilende örän köp ýagdaýlarda ýüze çykýandyr.

Meselem, magdan jynslaryň arasy bölünen şertlerde magdanlaşmagynda – ýagny buraw işinde kesgitlen toparda ýerine ýetirlende, her guýy magdany kesip biler (A ýagdaý), ýa-da guýy magdansyz zolaga duşup biler (B ýagdaý). Guýularyň magdanlaşma böleginden alnan mukdarynyň **(X)** umumy guýudan konturda magdanly mukdarynyň sanyna bolan gatnaşygy **(n)** – magdanlaşma koeffisiýenti diýip at berilýär. Bu bolsa, magdanlaşmagyň üznükliligine baha bermek üçin giňden ulanylýar we peýdaly gazylyp alynýan baýlyklaryň ätiýaç gorlaryny kesgitlelende örän wajyp ähmiýete eýedir.

Mysal üçin magdanlaşma koeffisiýenti **K=x/n=9/28=0.32** deňdir.

Eger-de guýularyň tory olaryň arasynyň ýarsyna süýşürilse, onda magdanly topluma 9 dälde, 8 guýy düşer, magdanlaşma koeffisiýenti 0,29 deň bolar.

Torlary süýşürmegiň başga görnuşlerinde dürli koeffisiýentler alnar, näçe köp bolsa, şonça azalar, ýagny magdanlaşma koeffisiýentleriň bahalary guýularyň ýerleşişine görä, diňe belli bolmadyk hakyky baha bolar.

Koeffisiýentleriň ol ýa-da beýleki bahalarynyň bolmak mümkinçiligi dürli şertlere: magdanly we magdansyz meýdanlaryň hakyky gatnaşygyna we guýularyň umumy sanyna bagly bolmagy şeýle aňlatmada kesgitlenýär:

$$P_n(x) = C_n^x p^x (1-p)^{n-x},$$

bu ýerde: **n** – barlaglaryň mukdary; **x** – magdan açan guýularyň sany; **P** – A wakanyň mümkinçiligi ýa-da magdanly meýdanlaryň hakyky ülşi (bölegi); C_n^x – x boýunça n - utgaşmalaryň sany; **P_n(x)**–n barlagda A wakanyň x gezek bolup geçmegi.

Binominal bölünme diýip x=0,1,2......n bolan **P_n(x)** ähtimallyklaryň jemine aýdylýar. Hemme mümkin bolan **P_n(x)** bahalarynyň jemi 1 deňdir. C_n^x –ululyga binominal koeffisiýenti diýip aýdylýar, **n** we **p** bolsa binominal bölünmäniň parametrleri (görkezijileri). **M_x=np** ululyga binominal bölünmegiň (matematiki garaşma bilen) ortaça bahasy diýip atlandyrylýar. **τ^2 = np (1-p)** ululyga-dispersiýa diýilýär.

Binominal bölünmede asimmetriýa koeffisiýenti aşaky formula boýunça kesgetlenýär. $A = 1 - 2p / \sqrt{np(1-p)}$, eksessa koeffisiýenti bolsa, aşaky aňlatma boýunça kesgitlenýär.

$$E = \frac{1 - 6p + 6p2}{np(1-p)}$$

Binominal bölunme kanuny derňew şertlendinde ulanylýar, meselem: käbir organizimiň dürli dag jynslarda duşmasy ýa-da minerallaryň şliflerde duşmagy we başgalar.

Puassonyň bölünmesi. Eger-de synag sany köp bolup, her synagda tötänleýin şertiň döremek mümkinçiligi örän az bolsa, onda **A** wakada n synag toplumynda x gezek ýüze çykýan ýagdaýynda, Puassonyň bölunmesi ulanylýar:

$$Pn(x)=\lambda^x e^{-\lambda}/x!,$$

bu ýerde: λ=np, - n synaglarda A wakanyň ýüze çykmasynyň ortaça sany.

Puassonyň bölünmesi üçin ortaça sany we dispersiýa gabat gelmeli we λ deň bolmaly. Ol himiki elementleriň radioaktiw dargama prosessini beýan etmek üçin ulanylýar, nusglarda iri almazyň, tebigy arassa altynyň we başgalaryny duşmak mümkinçiliginiň ähtimallygy kesgitlenilýär.

Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.

9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии. Учебник для вузов. М., Недра. 1990.
11. Крамбейн У., Грейбилл Д. Статические модели в геологии. Мир. 1967.
12. Программа курса Математические методы и ЭВМ в поисково-разведочных работах. МИНХ и ГП им. И.М. Губкина. Москва. 1975.
13. Холин А.И. и др. Применение математики в геологии. М., Недра. 1972.
14. Шарапов И.П. Применение математической статистики в геологии. М., Недра. 1971.

Mazmuny