

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

S. Abdylowa

EKOLOGIÝA MESELELERINI MODELIRLEMEK

Aşgabat 2010

Türkmenistanyň ekologiki meseleleri. Modelirlemegiň esaslary.

Giriş. “Ekologiýa meselelerini modelirlemek” dersde senagat kärhanalarynyň daş töwerege edýän täsirlerini peseltmek üçin ekologiki ulgamlaryň modelirlemek usullaryny öwrenilýär.

“Ekologiýa meselelerini modelirlemek” – 16050 “Daş-töweregi goramak we tebigy baýlyklary tygşytly peýdalanmak” (DTGweTBTP) hünäri boýunça ýörite bilim alýan talyplaryň esasy dersleriniň biri.

Ekologiýa ugry boýunça çylşyrymly fiziki prosesleriň funksionirlemeginiň hiline edilýän häzirki zaman talaplar olaryň analiziniň sistemalaýyn barmaklygy talap edýär. Bu şular ýaly prosesleriň esasynda ýatýan fundamental fiziki hadysalaryň çylşyrymlylygy sebäp-seljerme baglanyşyklarynyň görnüşleriniň köp dürliligi belli bolmadyk işleriň bolmagy we şuna meňzeşler bilen häsiýetlendirilýär. Ilki bilen ekologiki meseleleriň toplumyny öwrenmek we yzygiderli beýan etmek üçin ekologiki prosesleriň we olaryň adekwat matematiki beýany esasynda durian fundamental fiziki hadysalaryň analizini göz önünde tutulýar.

Aýry meseleleri we ähli ulgamy bitewi modelirlemek üçin matematiki ugurlaryň toplumyny saýlap almaklyga esaslanýan sistema häsiýetli meseleleri çözmeklige niýetlenen ekologiýadaky fiziki prosesleriň sistemalaýyn analizi we modelirlemegiň amaly nazaryýetini beýan etmek bolup durýar. Türkmenistanyň ekologiki meseleleri we olary peseltmegi çözmek üçin teklip edilýän çäreler.

Häzirki zaman dünýäniň iň wajyp meseleleriniň biri, ol hem durmuş-ykdysady, tehnologik we senagat taýdan ösüşi birmeňzeş derejede bolmadyk döwletleriň arasynda deňhukukly, hyzmatdaşlyk we adalatly gatnaşyklaryň ýola goýulmagydyr.

Türkmenistanyň uzak möhletli ekologiýa syýasatynyň ýörelgeleri we düzgünleri “Türkmenistanda durmuş-ykdysady özgertmeleriň 2020-nji ýyla çenli baş ugry” milli maksatnamasynda beýan edilendir.

Islendik ýurduň durnukly durmuş-ykdysady ösüşiniň töwerekdäki gurşawyň ekologiýa ýagdaýyny durnuklaşdyrmak we gowulandyrmak boýunça çäreleri amala aşyrmazdan, tebigy baýlyklaryň mümkinçiliklerini netijeli peýdalanmak, gaýtadan döretmek, gorap saklamak üçin amatly şertler döretmezden, ilatyň ýaşaýşy üçin amatly şertleri üpjün etmezden mümkin däl. Milli bähbitleriň berjaý edilmegi, ýurdy ösdürmegiň tehniki, maliýe we ykdysady tärleriniň aňly-düşünjeli utgaşdyrylmagy, ekologiýa syýasatynyň ilei tutulmalary bolmalydyr. Bu döwleti mundan beýläk hem durmuş-ykdysady taýdan durnukly ösdürmekde meseleleri çözülende, mümkin bolan has ýokary peýdany gazanmaklygy üpjün eder.

Türkmenistanda daş-töweregi goramak boýunça birnäçe ugurlardan işler geçirilýär. Esasy olar ekologiki meseleler bilen bagly. Türkmenistanyň ekologiki meseleleri:

- Aral deňzi – Aral krizisi- bu meselesi derýalaryň basseýinleriniň regionyny öz içine alýar. Aral deňziniň suwunyň kemelmegi 1960-njy ýyldan bäri ýuze çykdy. Esasy bu hadysa Amyderýa we Syrderýalarynyň suw göwrüminiň azalmagy bilen baglanyşykly. Deňziň suwunyň kemelmegi ýerasty suwlarynyň

minerallaşmagynyň güýçlenmegine, daş-töweregiň dargatmagyna we ilatly ýaşayan erleriniň sanynyň kemelmegine getirýar.

- Kaspiý deňziniň meselesi.
- Adatdan daşary ýagdaýlar – ýer titreme, tozan ýeller, owgan şemalar.
- Agyz suwlaryň ýetmeşçiligi.
- Zeý (kollektor-drenaž) suwlar – olaryň daş-töwerege edýan tasirleri
- Biodürlülük.

Türkmenistanda töwerekdäki gurşawyň nebit-gaz toplumy we energetika kärhanalary tarapyndan hapalanamagy.

1. Gözleg barlag geofiziki işleri babatynda:

-mehaniki titredijiler bilen (partlamagy ulanmazdan) seýsmiki tolkunlary oýarmagy ulanyp, ekologiýa taýdan arassa seýsmiki barlag toplumlaryndan peýdalanmagy girizmek;

-geofiziki işler geçirilende inli tigirli tehnologiýa ulaglardan peýdalanmak.

2. Nebit we gaz guýularyny burawlamak babatynda:

-görnüş we tehniki taýdan könelen buraw enjamlaryny häzirki zaman, ýokary netijeli we ekologiýa taýdan arassa enjamlar bilen tanyşmak;

-burawlaryň güýç beriji enjamlary üçin ýokary hilli, ekologiýa taýdan arassa dizel ýangyjyny ulanmak;

- güýç beriji enjamlaryň önünden abatlanmagyny öz wagtynda geçirmek;

- guýular synag edilende çykarylýan kondensatdan dizel ýangyjyny, benzin, bug gazanlary üçin ýeňil ýangyç almak kiçi enjamlary peýdalanmak;

- howa goýberilýan zyňyndylary azaltmak ýa-da ýok etmek üçin elektrik bilen burawlamagyň hem-de burawlamagyň elektrik bilen hereketlendirilýän beýleki görnüşleriniň peýdalanylşyny giňeltmek.

3. Nebit we gaz kanlerini ulanmak babatynda:

-guýulary synag etmekligiň we barlamaklygyň, UW-nyň alnyşyna taýýarlyk görmekligiň UW-nyň howa goýberilýän möçberiniň azalmagyna getirýän ýokary netijeli usullaryny ulanmak;

- ekologiýa häsiýetnamasy boýunça ISO14000 ülnülerine laýyk gelýan nebit gaz enjamlaryny ulanmak;

- propan, butan, harytlyk kükürt, gaz kondensaty, parafin we beýleki gymmat bahaly önümleri öndürmek, şeýle hem töwerekdäki gurşawa düşýan zyýanly zyňyndylary azaltmak maksady bilen kükürt gazly ýataklaryň töwereginde gaz-himiýa zawodlaryny gurmak.

-düz çökündileriniň emele gelmegine we senagat akyndylarynyň köpelmegine getirýan ýokary derejede minerallaşan gatlak suwlarynyň guýulara gelip goşulmagyny azaltmak maksady bilen, gatlaklary bitum polimer we beýleki erginler bilen gurşamak.

Howany goramaklyk iň möhüm meseleleriň biri bolup durýar. Töwerekdäki gurşawy goramak boýunça hereketleriň milli meýilnamasynda howanyň hereket edýän çeşmeler sebapli zyýanlanmagyň derejesini peseltmek boýunça çäreleri işläp düzmeklik, gaty, durmuşy we iýmit galyndylaryny ýygnamak we gaýtadan ulanmaklyk göz önünde tutulýar.

Ýurduň ähli çäklerindäki howanyň ýagdaýy barada dogry we gowy hilli maglumatlary almak üçin gözegçilik ulgamyny döwrebaplaşdyrmak we onuň ýagdaýyna baha beriji hazirki zaman usullary durmuşa ornaşdyrmak bellenýär.

Ekologiýa meseleleri, tebigy gurşawy goramak, tebigy baýklyklary ýerlikli ulanmak baradaky çäreler Türkmenistanyň garaşsyz Bitarap döwlet bolmagynda, onuň halkara jebisligine we daşary ýurt kompaniýalary bilen özara bähbitli işlemäge gönükdirlen ykdysadyýetini ösdürmekde wajyp orun tutýar. Şol çäreleriň birin-de Türkmenistanyň töweregindäki guşawy goramak baradaky milli maksatnamasynyň (TGGMM), Türkmenistan hökümiýetiniň we BMG-niň Ösüş maksadynyň bilelikdäki taslamasyny, amala aşyrylmalydyr. Taslama 1997-nji ýylyň ýazynda halkara maslahatçy Filipp Tortellanyň (Täze Zelandiýa) gatnaşmagynda ýerli ekspertler tarapyndan işlenildi we taýýarlanyldy;

Milli Maksatnamanyň maksady töweregindäki gurşawy goramagyň ençeme sebitlerindäki meselelere seretmekden we baha bermekden, ýurduň bazar ykdysadyýetiniň ösýän talaplaryna we durnukly ösüş möhümliklerine laýyklykda töwerekdäki gurşawyň gowulandyrylmagyna hem-de degerli dolandyrylmagyna gönükdirlen çäreleri işläp taýýarlamakdan ybatdyr.

Taslamanyň esasy wezipeleri şulardan ybarat:

1) Töwerekdäki gurşawy goramak baradaky hereketleriniň milli meýilnamalaryny (TGGHMM) işläp taýýarlamak;

2) töwerek gurşawy hakyndaky hereket edýän kanunlaryň we hökümete hödürlemek üçin teklipnamalar bilen bileleikdäki hasabatly taýýarlamak, Türkmenistan üçin tebigat gurşawyň hiliniň nusgalygyny (standartlar) işläp taýýarlamak;

3) tebigy gurşawa ýetýän täsire baha bermek (TGTBB) boýunça işleriň netijelerini ýokarlandyrmak (Türkmenistanda TGTBB-ni geçmek boýunça gollanma döretmek);

4) habar bermek we jemgiýet bilen işlemek boýunça Tebigaty goramak ministirliginiň mümkinçiligini (potensial) ýokarlandyrmak:

a) tebigat goramak meselelerini düşündirmek boýunça jemgiýeti habarly etmegiň sebitlerindäki hereketleri işläp taýýarlamak (jemgiýete habar beriş boýunça elektron aragatnaşygy ösdürmegi goşmaklyk bilen),

b) Töwerekdäki gurşawy goramak bardaky milli hasabatly çap etmek;

5) ýerli derejede töwerekdäki gurşawy goramaga degişli çäreleri goldamaga maliýe mehanizimini döretmek (hökümete dahylsyz guramalary hem göz önünde tutmak şertleri bilen jemgiýetçilik guramalar üçin kiçi grantlaryň maksatnamasy).

Taslama Tebigaty gormak ministirliginiň, BMG-niň Ösüş maksadynyň, dürli hökümet guramalaryň wekilleriniň düzüminde saklaýan Taslamany dolandyryş toparyň (TDT) üsti bilen sazlaşdyrylýar. Topara tebigaty goramak ministiri ýolbaşçylyk edýär, Taslamanyň ýerine ýetirilmegine umumy ýolbaşçylygyny onuň ýolbaşçysyny amala aşyýar. TDT talamanyň ýolbaşçysy bilen bilelikde Taslamanyň syýasatyny baş ugurlaryny (strategiýa) we onuň ösüşünün esasy ugurlaryny kesgitleýär. Taslamanyň ýolbaşçysy BMG-niň Ösüş maksatnamasynyň şu Taslama jogapkär maksatnama gullukçysy bilen ysnyşykly aragatnaşykda işleýär.

Şeýlekde Milli maksatnama şol bir wagtyda özüne töwerekdäki gurşawy goramak sebitinde wezipeleriň toplumyna garaýan, tebigy gurşawy dolandyrmaklygy gowylaşdyrmaklyga gönükdirilen anyk çäreleri göz önünde tutýan resminamadyr hem-de Türkmenistanyň hökümetiniň we BMG-niň ösüş maksatnamasynyň garamagyndaky – goşa tabynlykdaky – gurluş guramasydyr (edara).

Ekologiki prosessleri modelirlemek.

Modelirlemek barada düşünje.

Ilkibada modeller barada kesgitleme bermeli. Nähilem bolsa bu ýönekeý däl, şonuň üçin birnäçe modelleri anyklaýan mysallary getireliň. Soň haçan birnäçe modeller barada düşnükli düşüňjeler ýygnanansoň kesgitleme berip bolar hem-de şu we beýleki modelleriň seredilmegine bagly bolan matematiki metody beýan ederis.

Modelleriň gurluş prosessine modelirlemek diýilýar. Olar esasy 2 sany uly topara bölünýar: **maddy we amatly** topara.

Maddy modelirlemä esasy geometriki, fiziki dinamiki we funksional hasiýetli öwrenilýan obýekt degişli. Maddy modelirleme fiziki we analog topara bölünýar.

Amatly modelireme özünde amatly häsiýetleri bilen tapawutlanýarlar. Esasy matematiki modelirlemek bilen gabat gelýar. Onda görkezilýar esasy

I. Nýutonyň mehaniki kanunlarynyň matematiki serişdeleri. Dürli modelleri modelirlemegiň ulanmagyň esasy ýagdaýlary.

- anyk obýektiň nahili gurluşyny düşünmek, onuň gurluşyny esasy häsiýetleri daş töweregimizi gurşap alan tebigatyň kanunynyň ösüşi we özara tasiri;

- obýekti dolandyrmaklygy we berlen maksatlar kriteriýalar boýunça dolandyrmagyň has gowy usullaryny öwrenmek;

- obýekte tasir edýan dürli usullaryň we formalaryň göni we gytaklaýyn ýerine ýetirmegiň netijelerini saklamak.

Modelleriň görnüşleri:

1. Dinamiki modeli
2. Stohatiki modeli
3. Matrisa modeli
4. Köp ölçegli modeli
5. Optimizasion we onuň modeli

Dürli modelleriň modelirlemesiniň we ulanmagynyň esasy ýagdaýlary:

- anyk obýektiň gurluşyny, esasy häsiýetlerini, daş töweregimizi gurşap alan tebigatyň kanunynyň ösüşi we özara täsiri;

- obýekti dolandyrmaklygy we berlen maksatlar, kriteriýalar boýunça dolandyrmagyň has gowy usullaryny öwrenmek.

-obyekte täsir edýän dürli usullaryň we formalaryň göni we gytaklaýyn ýerine ýetirilmeginiň netijelerini çaklamak;

Häzirki zaman ekologiýasynda häli-şindi şeýle sorag ýüze çykýar: belli bir wagtyň dowamynda ol ýa-da başga bir populýasiýanyň mukdaryny nähili kesgitlemeli? Bu soragyň jogaby diňe bir teoriýa taýdan gyzyklanma döretmän, eýsem praktiki taýdan hem uly ähmiýeti bardyr. Hakykatdan-da, muny bilmän, her dürli täzeden dikeldilýän tebigy resurslaryň, ýagny balykçylyk, awçylyk we şuna meňzeş senetçiligiň ulanylşyny dogry meýilnamalaşdyrmak mümkin däl. Bu soragyň çözgüdinde matematikanyň kömegi bolup bilermi? Eýsem-de bolsa, kömegi bolup biler. Bu soragy mysal bilen düşündirmek üçin käbir ýönekeýleşdirilen modele garamaly.

Dinamiki sistemanyň fazalaýyn görnüşi. Populýasiýanyň dinamikasy.

Eger biomassany t wagt pursadynda x bilen onuň wagt Δt aralygyndaky pursadynda üýtgemegini Δx diýip belgilesek golaý bolan deňligi şular ýaly edip ýazmak bolar:

$$\Delta x = (kx - xx^2)\Delta t \quad (1)$$

Bu ýerde x we k - položitel hemişelik (parametrler).

Differensial formada bu gatnaşygyň şular ýaly görnüşi bar:

$$\frac{dx}{dt} = kx - xx^2 \quad (2)$$

Munuň özi hem populýasiýanyň biomassasynyň üýtgemek prosessiniň matematiki modeli bolup durýar. Ekologiki edebiýatlarda deňlemä (2) käwagt logiki diýip atlandyrylýar.

Eger indi T wagt pursatynda biomassa nähili bolup biler diýlip sorag berlende oňa eksperimental taýdan jogap bermek, mümkin, ýagny bu pursada garaşmaly we ölçemek arkaly biomassasyny kesgitlemeli. (bular ýaly ölçemäni fiziki taýdan geçirmek bolar).

Beýleki ýaly- başlangyç şerti bolan deňleme üçin (9.2.) Koşyň meselesini çözüp matematiki modelden peýdalanmaly

$$X(t_0)=x_0 \quad (3)$$

Deňlemede (9.2.) üýtgeýjileri bolup, deňlemäni differensiallarda alýarys:

$$\frac{dx}{x(k-ax)} = dt \quad (4)$$

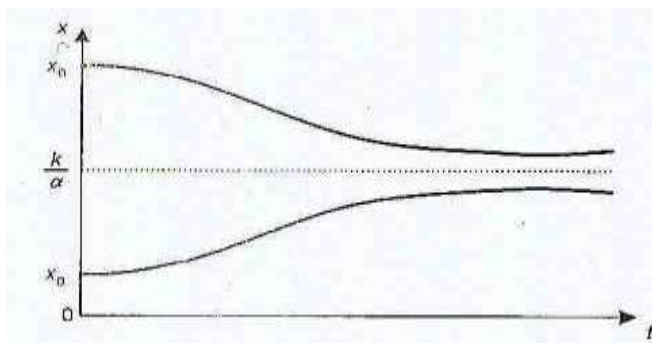
Mundan beýläk täze üýtgeýjini girizmek amatly

$$Z = ax \quad (5)$$

Şonda (9.4.) şu görnüşde göçürmek mümkin:

$$\frac{dz}{z} + \frac{dz}{k-z} = kdt \quad (6)$$

berlen deňlemä (9.2.) gaýdyp gelip, eger eger $x_0 = \frac{k}{\alpha}$ (ýagny $z_0 = k$) bolanda Koşın meselesi çözlüşiniň $x(t) = x_0$ bolýandygyny görmek bolar. (sur. 1.)



Surat. N 1 Biomassanyň kx we x_0 parametrleriniň dürli bahasy ösen wagta baglylykdaky garaşsyzlygy

Eger $x < \frac{k}{\alpha}$ ($z_0 < k$) bolanda deňleme (6) aşaky ýaly integrirlenýär

$$(nz - n(k-z)) = nz_0 - k(k - z_0) + k(t - t_0)$$

$$\text{Bu ýerde } \frac{z}{k-z} = \frac{z_0}{k-z_0} e^{k(t-t_0)} \quad (7)$$

Şeýlelik bilen

$$X(t) = \frac{kx_0k(t-t_0)}{(k+\alpha x^0)(e^{kt}-t)} \quad t > 0 \quad (8)$$

Eger $x_0 > \frac{k}{\alpha}$ bolanda öňki ýagdaýa meňzeş bolan formulany (9.8.) täzeden alýarys.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\alpha k x^0 \left(\frac{k}{\alpha} - x^0 \right) e}{(k + \alpha x^0)(e)} \quad (9)$$

Bu ýerde $x_0 < \frac{k}{\alpha}$ bolsa $x(t)$ funksiýanyň grafigi ýuwaşlyk bilen artýar, $x_0 > \frac{k}{\alpha}$ bolanda bolsa ýuwaşlyk bilen kiçelýär, şonda grafigiň ikisiniň hem gorizont alimptotasy $x = \frac{k}{\alpha}$ bolýar (sur 1.) Biz bu ýerde diňe elementar formulany getirmän, eýsem ýokarky we aşaky grafiklerde gyşarmanyň bir nokadynyň barlygyny görkezýän ikinji ýasama ululyga ägirt uly formulasyny d^2x/dt^2 çykarýarys.

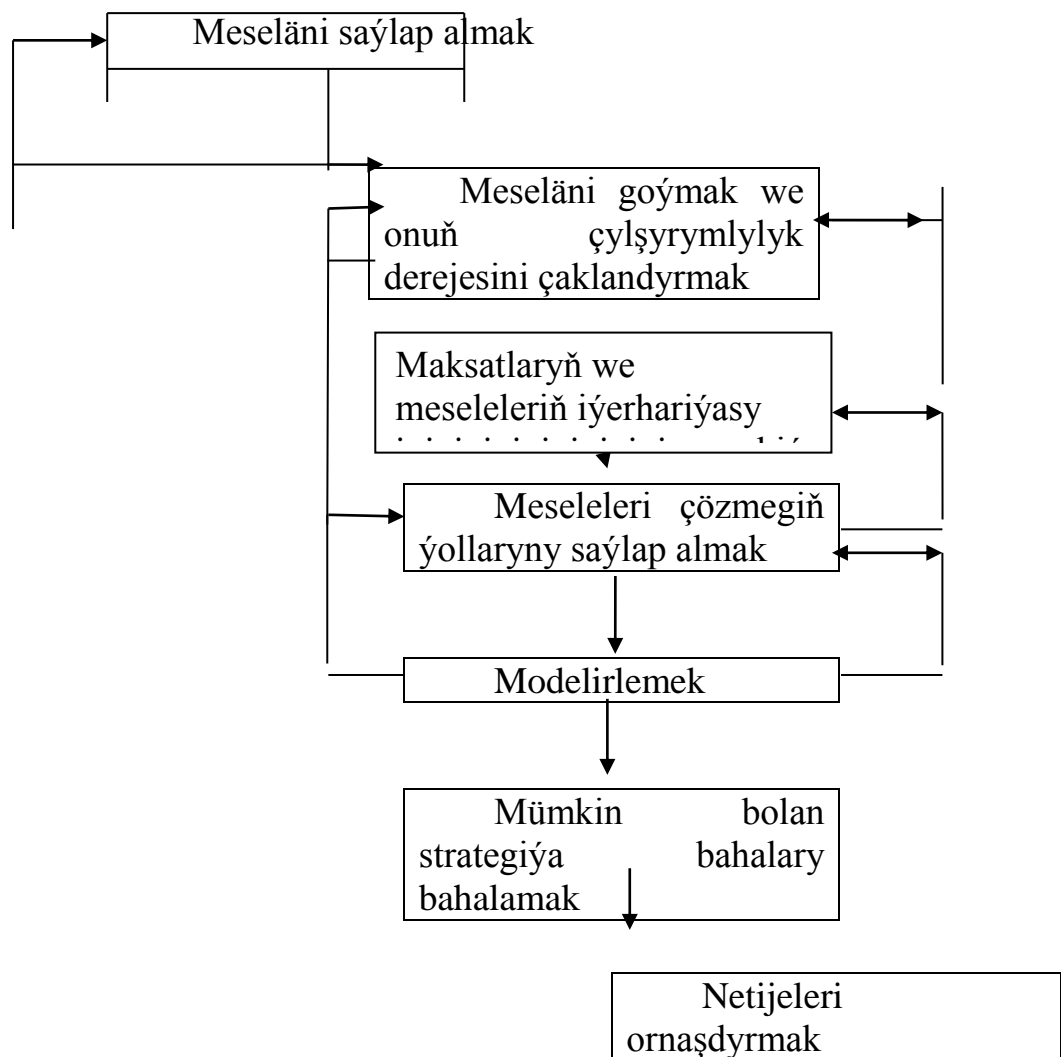
Biz örän ýönekeý ýagdaýda seredip geçdik, sebäbi populýasiýa hiç hili dürli populýasiýalar bilen täsirleşmeýär diýip göz önüne tutupdyk bu ýagdaýyň hasaba alnyşy hem, elbet-de modeli has çylşyrymlaşdyrýar.

Modelirlmegiň sistemalary.

Modelirlmek sistemalary barada düşünje.

Ekologiki düşünjesine görä sistemalaýyn analiz haýsydyr matematiki usul we hat-da matematiki usullaryň topary hem däl. Bu diňe matematiki usullary we modelleri ulanýan ylmy gözlegiň strategiýasy bolman, eýsem çylşyrymly meseleleriň çözülmeginde sistemalaşdyrylan ylmy taýdan çemeleşmegiň çägendäki hem esasy ugurlaryň biri bolup durýar. Sistemalaýyn analiz, şeýlelik bilen, obýekt baradaky biziň bilimlerimizi gurnaýar, belli karary kabul etmek üçin ol ýa-da beýleki strategiýanyň netijelerini çaklamak ýa-da gerekli strategiýany saýlap almagy aňsatlaşdyrýar. Amaly meseleleri çözmek üçin sistemalaýyn analiz ulanylanda Dž. Džeffers boýuça ýedi tapgyra bölüp bolýar.

Amatly ekologiki meseleleri çözmek üçin sistemalaýyn analiziň shemasy.



Meseläni saýlamak

Bu tapgyrda aktual ekologiki meseleleri çözmek üçin barlamagyň dogry usullaryny saýlap almak göz önünde tutulýar. Tejribelerden görnüşi ýaly bir

tarapdan ekologiýanyň amaly ugurlarynyň esasylyry köplenç hasaba alynmaýar, beýleki tarapdan goşmaça esassyz olary ulanylamak mümkin bolan ekologiki prosesler barada bir topar çaklamalar has giňden ýaýran. Bu sebäpli, bir tarapdan, sistemalaýyn analizläp bolmaýan meseleleriň çözülmegini almak bolýar. Beýleki tarapdan sistemalaýyn analiziň usullaryny doly ulanman, örän tygşytly çözmek bolýan meseläni saýlap almaly. Birinji tapgyryň iki taraplylygy ony ähli barlaglaryň üstünlügi (şowsuzlygy) üçin (örän howply) bolar ýaly edýär.

2 Meseläniň barlygy_anyklananda mazmuny amaly interpetasiýa rugsat edilýän ähli elemenlerini şol bir wagtyda saklap onuň mümkin boldugyça analiz çözülişi bolar ýaly meseläni ýönekeýleşdirmek gerekli bolýar. Üstünlük ýa-da şowsuzluk köp ýagdaýlarda ýönekeýleşme we çylşyrymlaşma aralygyndaky inçe deňagramlylyga berlen meselesi ähli bar bolan baglanyşyklary saklanýan deňagramlylyga bagly bolan dürli sistemalaýyn barlaglara mahsus bolan kritiki tapgyr we şonda aýdyň manysy bolan hil analizine boýun bolýan çözülişi almak bolýar.

3 Maksatlaryň we meseleleriň iýerhariýasyny kesgitlemek

Mesele goýulandan soň we onuň çylşyrymlylyk derejesi çaklendirilenden soň (ýönekeýleşdirilenden soň) barlagyň meselelerini we maksatlaryny kesgitlemäge başlamak mümkin. Maksatlar we meseleler esasan olaryň mümkin boldugyça käbir zynjyryny (iýerhariýasyny)düzýär; şonda esasy meseleleri örän ýönekeý (ikinji derejeli) bir topar bölüme (dekompozisiýa) geçirilýär. Bu ýerde ekosistema we onuň dolandyrylmagyna täsir edýän otnositel Kabul edilýän kararlaryň görnüşlerine köp ýagdaýlarda ylmy maglumatlary almak nukdaýy nazaryndan has wajyp meseleleriň gowşak täsir edýändigini göz önüne tutmaly.

Bu sebäpli iýerarhiki zynjyrdaky bu ýa-da beýleki meseleleriň esasylygyny kesgitlemek- sistemalaýyn analiziň merkezi meselelerinden biri bolup durýar. Bu esasan barlagçy ekologiki prosesleriň özi bilen baglanyşykly meselelerde maksimum güýçleri konsentirleýär we dolandyrmagyň kesgitlenen formalary bilen çaklendirilýär.

4 Meseläni çözmegiň ýollaryny saýlamak.

Bu tapgyrda meseläni çözmegiň birnäçe ýollaryny saýlap almak mümkin. Umumy ýagdaýda, elbet-de has umumy analitiki çözülişi gözlemeli, sebäbi bu matematiki apparata laýyk gelyän we oňa meňzeş meseleleriň barlanan netijelerini maksimal ulanmaklyga mümkinçilik berýär. Şonda analitiki çözgüdiň gözlegi geçirilýän samkalarda maşgalany saýlanyp alynýar. Analitik birnäçe

alternativ çözümleri işläp düzýär we barlanylýan mesele üçin iň gowusyny saýlap alýar.

5. Modelirmek.

Laýyk gelýän alternatiwalaryň analizi geçirilenden soň meseleleriň dürli ugurlarynyň arasyndaky çylşyrymly dinamiki özara baglanyşyklaryň iň wajyp tapgyryna başlaýars. Bu ýerde modelirleýän proseslere hem-de gaýdymalaryň baglanyşygynyň mehanizimlerine sistemanyň özüni şolar ýaly-da ony dolandyrmagyň mümkinçiliklerini düşünmegi has çylşyrymlaşdyrýan içki aýgynsyzlygy mahsus.

6 Mümkün bolan strategiýalary bahalamak.

Modelirlemegi, modeli ulanyp bolýan tapgyra çenli ýetirilende modelden alynýan potensial strategiýalaryň bahalamagyň tapgyry başlaýar. Baha berilende, model gurlanda goýberilen esasy netijeleriň dugalary barlanýar. Eger-de esasy rugsat bermeler korrektiz bolan ýagdaýynda modelirmek tapgyryna gaýdyp barmaly bolýar we modele düzediş girizmeli bolýar.

Dinamiki modeller.

1. Dinamiki ulgamlarda ulanylýan deňlemeler we çyzgylar.

Bular ýaly modeliň birine seredip geçeliň. Iki populýasiýanyň biomassasyna laýyklykda x we y üsti arkaly belläliň. Populýasiýanyň ikisi hem mukdary çaklandyrylan şol bir iýmiti sarp edýär diýeliň we bu sebäpli bir-biri bilen bäsleşikli göreşde bolýarlar.

Fransuz matematigi W. Volterra 1926-njy ýylda bular ýaly çaklananda populýasiýalaryň dinamikasy aşakdaky differensial ulgamynda ýeterlikli gowy beýan edilýär.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= k_1 x - \varepsilon_1 x (\lambda_1 x + \lambda_2 y) \\ \frac{dy}{dt} &= k_2 y - \varepsilon_2 y (\lambda_1 x + \lambda_2 y) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Bu ýerde $k_1, k_2, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \lambda_1, \lambda_2$ - kesgitlenen položitel sanlar.

Ulgamyň sag böleginiň birinji agzalary (10) çaklandyryjy faktorlar bolmadyk ýagdaýynda populýasiýanyň ösüş tizligini häsiýetlendirýär.

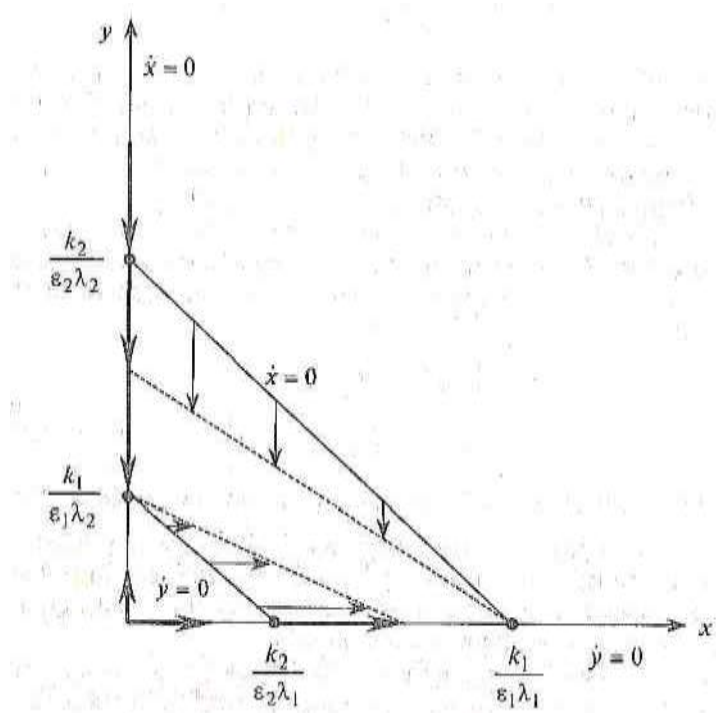
Ikinji agzalary önümiň çaklendirilmegi bilen bolup tizlik üýtgemeleri hasaba alýar.

Parametriň dürli bahalaryny bilip ulgamyň (10) kömegi bilen, birisi-ýyrtyjy, beýlekisi bolsa onuň pidasy bolan iki populýasiýanyň özara täsirleşmesini beýan etmek bolar.

Barlag geçirmezden öň sistemanyň x we y belgilerinde onuň ýagdaýynyň wagtyň dürli pursatynda t doly belläliň: ulgamyň her bir ýagdaýyna faza tekizligi diýip atlandyrylýan xoy tekizlikde käbir nokatlar $(x;y)$ laýyk gelýär. Faza tekizliginiň her nokadynda, bu bokatda hereketlenýän ugruny görkezýän ulgamyň sag bölegi bolup durýan koordinataly wektory şoňa laýyklykda goýmak bolýar. (strelkany 2. surat)

Bu wektorlara degip geçýän başlangyç nokatdan çyzyk geçirip, onda ulgamyň hereketlenmegi bolup geçer ýaly traýektoriýany, ýagny başlangyç şertli ulgam (9.10.) üçin Koşyň meselesiniň çözülmegini alýarys.

$$\mathbf{X}(t_0)=\mathbf{x}_0 \quad \mathbf{y}(t_0)=\mathbf{y}_0 \quad (\mathbf{x}_0;\mathbf{y}_0) \in \mathbf{xoy} \quad (11)$$



Surat N 2. Dinamiki ulgamynyň faza suraty

Ulgamyň hereketlenme ulgamy barada çaklama düzmek üçin, onda $x=0$ (bu ýerde wektorlar Oy okyna parallel) we $y=0$ (bu ýerde wektorlar Ox okuna parallel) bolan çyzyklary gurmaly. Gysgaltmak üçin $\frac{dx}{dt}$ ýasama ululygy x üsti bilen, $\frac{dy}{dt}$ bolsa y üsti bilen belläliň.

Şonda haçanda $k_1 x - \epsilon_1 (\lambda_1 k + \lambda_2 y) = 0$,

haçanda $k_2 x - \epsilon_2 (\lambda_1 x + \epsilon_2 (\lambda_1 x + \lambda_2 y)) = 0$ bolanda $y=0$ bolýar,

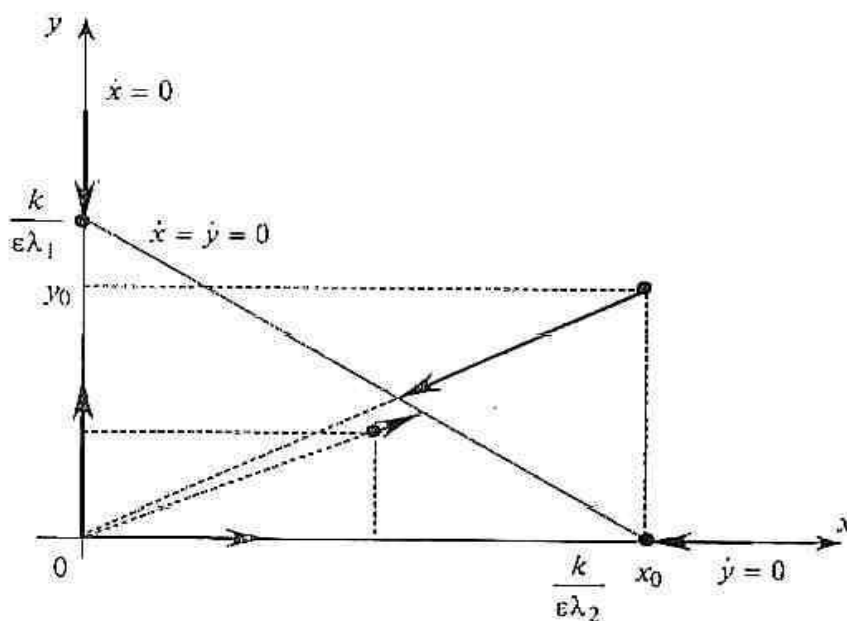
ýagny $x=0$ faza tekizliginiň iki göni çyzgysynda $x=0$ we $\lambda_1 x + \lambda_2 y = \frac{k_1}{\epsilon_1}$ bolýar,

$y=0$ bolsa iki göni çyzykda:

A phase portrait in the $x-y$ plane showing the trajectories of a linear system. The horizontal axis is x and the vertical axis is y . The origin is marked with a dot. Two lines represent the nullclines: a solid line labeled $\dot{y} = 0$ and a dashed line labeled $\dot{x} = 0$. The $\dot{y} = 0$ line intersects the y -axis at $\frac{k_1}{\varepsilon_1 \lambda_2}$ and the x -axis at $\frac{k_2}{\varepsilon_2 \lambda_1}$. The $\dot{x} = 0$ line intersects the y -axis at $\frac{k_2}{\varepsilon_2 \lambda_2}$ and the x -axis at $\frac{k_1}{\varepsilon_1 \lambda_1}$. Arrows on the trajectories indicate the direction of flow towards the origin, which is a stable node. The trajectories are shown as solid lines with arrows pointing towards the origin.

Bu suratlar bo'yuncha shu aşaky ýaly netije çykarmak mümkin. Iki ýagdaýda hem şol bir wagtda $x=0$ we $y=0$, we edil (O_1O) $(O_1\frac{k_1}{\varepsilon_1 k_1})$ we $(O_1\frac{k_2}{\varepsilon_2 \lambda_2})$ belli klassifikasiýa bo'yuncha düwün bolup durýan üç stasioanr nokadyny alýarys. Şonda eger $\frac{k_1}{\varepsilon_1} > \frac{k_2}{\varepsilon_2}$ (2 sur) bolanda diňe $(\frac{k_1}{\varepsilon_1 k_1}, 0)$ düwüni durnukly bolýar, eger $\frac{k_1}{\varepsilon_1} < \frac{k_2}{\varepsilon_2}$ (sur 3.) bolanda düwün $(O_1\frac{k_2}{\varepsilon_2 \lambda_2})$ bolýar. Şeýlelik bilen, eger $\frac{k_2}{\varepsilon_1} > \frac{k_2}{\varepsilon_2}$ bolanda, ikinji populýasiýa ölýär $y(t) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$, birinjisi bolsa durnuklaşýar, $x(t) \rightarrow \frac{k_1}{\varepsilon_1 k_1}, t \rightarrow \infty$. Eger $\frac{k_1}{\varepsilon_1} < \frac{k_2}{\varepsilon_2}$ bolanda, biz gaýdymly şular ýaly ýagdaýy görýäris: birinji populýasiýa ölýär, $x(t) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$ ikinjisi bolsa durnuklaşýar, $x(t) \rightarrow \frac{k_2}{\varepsilon_2 \lambda_2}, t \rightarrow \infty$. Iň soňunda hem eger $\frac{k_1}{\varepsilon_1} = \frac{k_2}{\varepsilon_2} = \frac{k}{\varepsilon}$ bolanda, durnuksyz düwünden $(0,0)$ başga stasionar nokatlaryň çyzygyny $-\lambda_1 x + \lambda_2 y = \frac{k}{\varepsilon}$ göni kesimini alýarys. (sur 3.) bulardan soň ýönekeýlik üçin $k_1 = k_2 = k$ we $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$ hasaplalyň. Şonda ulgamyň ikinji deňlemesini (10.) birinjä bölüp $\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x}$ alýarys, ol ýerden $y(t) = \frac{y_0}{x_0} x(t)$ (12.) ýagny, koordinatanyň başlanýan ýerinden, çykýan göni kesimleri traýektoriya bolup durýar. (sur 4.) populýasiýalaryň ikisi hem ölmeýär we olaryň mukdary $\lambda_1 x + \lambda_2 y = \frac{k}{\varepsilon}$ we $y = \frac{y_0}{x_0} x$ göni çyzyklaryň kesişýän koordinatalary ýaly tapmak bolýan bahasyna görä durnuklaşýar, bu ýerden hem

12



Surat N 4. $k_1=k_2=k$, $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon$ şertlerinde dinamiki ulgamynyň faza suraty

Ýönekeý modeller.

Adamzadyň döräli bäri köp ýyllaryň içinde dürli epidemiýalardan adamlaryň ägirt uly mukdary ýogaldy. Epidemiýalardan goranmak üçin, ýagny wagtly - wagtynda ol ýa-da beýleki toplumlaýyn çäreler (sanjymlar, waksinalar, karantin we ş.m.) geçirmeli. Şular ýaly her toplumyň netijeliligini bahalandyrylmagy we epidemiýanyň her bir görnüşiniň (holera, çuma, grip, SPID we ş.m.) optimal görnüşini saýlap almagy öwrenmeli. Bu ýerden çaklamagyň maksadyna gulluk eder ýaly modeli gurmagyň meselesi ýüze çykýar. Iň ýönekeý model bu haýsydyr bir önüni alyş çäresi ulanylmazdan epidemiýanyň tebigy gidişiniň beýanydyr.

Eger sagdyn adamlaryň N sany bar diýeliň we $t=0$ wagt pursadynda bu topara ýaramaýan bir adam düşýär (infeksiýa çeşmesi). Topardan kesellän adamy aýyrmasalar, ol adamyň özi infeksiýa çeşmesi bolýar.

T wagt aralygyndaky infeksiýa çeşmesiniň mukdaryny $x(t)$ diýip belgilesek, $y(t)$ üsti bilen bolsa entek kesellemedik adamlaryň mukdaryny belläris (olaryň käbiriniň wagtyň geçmegi bilen kesellemegi mümkin). Görnüp durşy ýaly $x(t)+y(t)=N+1$ dürli wagt aralygynda t_1 şonda $t=0$ bolanda $x(0)=1$ şert ýerine ýetirilýär. $x(t)$ ýeterlikli az bolanda $t_0t+\Delta t$ wagt interwalyna seredip geçeliň. Bu interwalda emele gelen hassalaryň mukdary Δx , elbetde $\Delta t(\Delta x \approx \Delta t)$ proporsional bolýar. Eger bu san hassa we sag adamlaryň gatnaşyklarynyň, ýagny emele getirmeleriň mukdaryna $\Delta(t)y(t)$ proporsional. Şeýlelik bilen, $\Delta x \approx dx(t)y(t)dt$, bu α - proporsionallık koeffisienti. Soňky gatnaşykda n ula gönükdirilen Δt differensial deňlemäni alarys:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x(t)(N+1-x(t)) \quad (14)$$

$x(0)=1$ başlangyç şerti bilen birlikde (9.15)

$x(t)$ funksiýany kesgitleýär. (9/14) Deňleme görnüşi boýunça logistiki bolup durýar. Bu sebäpli derrew Koşun meselesiniň(9.14) $x(t)$ çözüşi amatly görnüşde (9.15) ýazmak bolýar.

$$X(t) = \frac{N+1}{e^{\alpha(N+1)t} + 1} \quad (16)$$

Şeýlelik bilen, ýaramaýanlaryň mukdary wagtyň funksiýasy. Bu funksiýany analizläliň. (16) deňlemeden wagtyň geçmegi bilen hassalaryň sanynyň diňe artýanlygyny, we ähli sag adamlaryň keselleýänligini görmek bolýar, sebäbi $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = N+1$. Ýöne gödek model bolup bu kesele bolan sag adamlaryň tebigy immunitetini hasaba almaýar.

Hassalaryň mukdarynyň artmak tizliginiň üýtgemegini anyklamak has gyzykly.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\alpha(N+1)^2 e^{-\alpha(N+1)t}}{(N e^{-\alpha(N+1)t} + 1)^2}, \quad t \geq 0; \quad (17)$$

Bu soragy çözmek üçin $\frac{d^2x}{dt^2}$ ululugy öwrenmeli. Deňlemäni (17.)

differentirläp alýarys.

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\alpha^2(N+1)^2 e^{-2\alpha(N+1)t}}{(N e^{-\alpha(N+1)t} + 1)^3} [N e^{-\alpha(N+1)t}] t \sum 0 \quad (18)$$

Bu deňlemeden:

$$t \in (0, \frac{1}{\alpha(N+1)}) \text{ bolanda } \frac{d^2x}{dt^2} > 0 \text{ we } t \in (\frac{1}{\alpha(N+1)}, \infty) \text{ bolanda } \frac{d^2x}{dt^2} < 0 \text{ gelip çykýar.}$$

Şunlukda kesellän adamlaryň sanynyň artýan tizligi $\frac{dx}{dt}$ funksiýa $-t = \frac{nN}{\alpha(N+1)}$ pursada çenli artýar, soňra bolsa azalýar. Modeliň gödekligine seretmezden netije eksperimental maglumatlar bilen gabat gelýär. Epidemiýa başlananda kesellänleriň sany çalt artýar, soňra bolsa infeksiýanyň ýaýrama tizligi peselýär.

Deňeşdirmek üçin ilaty 8,5 mln adam bolan Moskwa şäherinde grip epidemiýasynyň ýaýramagynyň örän çylşyrymly modelleriň ulanylmagynyň netijelerini göreris. Bu biziň modelimiziň hakykylygyny (hakykatdan hem şeýledigini) N we L parametrleriniň mukdar bahasyny hem kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Epidemiýanyň başlan wagty kesellän adamlaryň mukdary 79,1 müňe gabat gelýär. Bu ýerden $N=8,5$ mln (79,1 müň) ≈ 1100 adam. Ýarawsyzlygyň iň ýokary derejesi 46-njy diňe düşýär., ýagny $46 \alpha = \frac{n \cdot 1100}{1101}$, bu ýerde $\alpha \approx \frac{7}{46 \cdot 1101} \approx 10^{-4}$.

Formula (16) boýunça ýarawsyzlaryň mukdaryny tapýarys $x(46) = \frac{1101}{1101e^{-5} + 1} = 125$ 1100 adama görä hasaplananda 11% bolýar, hassalaryň mukdary 981 müň adama deň bolup, 11,5% düzýän eksperimental maglumatlar bilen ylalaşýar. Degişli öňüni alyş çäreleriň ulanylmagy uly položitel effekti berýär, keselleriň ýokary derejesiniň mukdary 98 adamdan 122 müň adama çenli ulalýar. Ýöne degişli matematiki modeli döretmek örän kyn mesele.

Gursawyň tötänleýin üýtgemegi.

Populýasiýanyň t - $p_0(t)$ funksiýasy döwründe ölmek (ýitmek) ähtimallygyny hasaplamak.

Geliň indi gursawyň tötänleýin ölçemelerini hasaba alýan modele seredip geçeliň. (10.1) deňlemä laýyk gelyän ýönekeý modeliň şular ýaly görnüşi bar

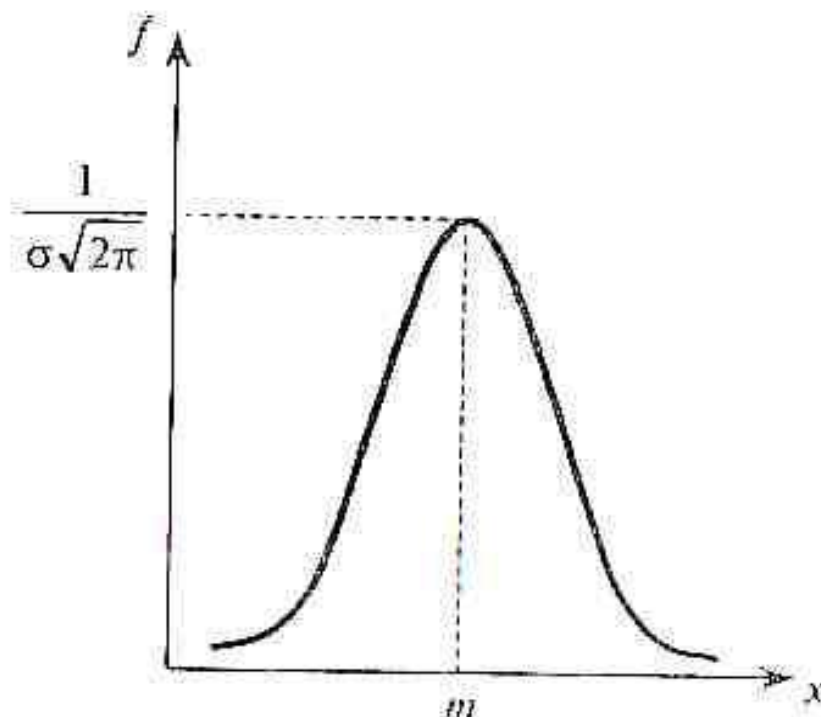
$$\frac{dN}{dt} = \langle a + y(t) \rangle N \quad (18)$$

$$N(0) = N_0 \quad (19)$$

bu ýerde $y(t)$ - barada bolan ortaça bahaly tötänleýin ululyk. (10.16) şerti boýunça (10.15) deňleme boýunça meseläniň çözüşiniň şular ýaly görnüşi bar

$$N(t) = N_0 e^{at + \int_0^t y(t) dt} \quad (20)$$

$\int_0^t y(t) dt$ integralyna $y(t)$ tötänleýin integralyna many bermegi üçin, käbir sadalaşdyrjy çaklamalary edeliň. $\dot{Y}(t)$ - başgançaklaýyn funksiýa, $i-1 \leq 1 \leq i$, $i = 1, 2, \dots$ bolanda $y(t) = y_i$, hasaplap edeliň, şonda ähli tötänleýin ululyklaryny, kadaly bölünmesi bar. Tejribelikde köplenç bölünmegiň kadaly kanunyna (köplenç Ganstyň kanuny diýip atlandyrylýan) has giňden düş gelinýär. Tejribelikde köplenç düş gelinýän tötänleýin ululyklaryň, meselem, ölçemeleriň ýalňyşlyklary ýaly ululyklar beýlekilere bagly bolmadyk aýratyn sebäpleriň täsiri bilen emele gelyän her bir elementar ýalňyşlyklaryň – örän kiçi emele gelmelriň köp mukdarynyň jemi ýaly berilýär. Haýsydyr bir kanuna elementar ýalňyşlyklaryň degişli bolmagyna garamazdan, goşulýan uly sanlaryň jemi bu bölünmeleriň aýratynlygy deňleşdirilýär umumy jemi bolsa kadalaşdyryja golaý bolan kanuna degişli bolýar. Meselem, tokaýda agaçlardan gaçan, düşen ýapraklaryň uzynlygynyň ölçegini geçirip, biz tötänleýin X ululygyny – ýapraklaryň uzynlygyny alýarys. XIX, ýagny $P = \{ \dot{S}H < x \}$ ähtimallygyna görä tötänleýin ululygynyň bölüme fumesiýa diýilýär we $F(x)$ üsti bilen aňladylýar, onuň $F(x) = f(x)$ emele getirjisine bolsa, bölünme dykzlygy diýilýär we bölünmäniň kadaly kanuny bolan ýagdaýynda şular ýaly görnüşi bolýar (sur 5) $f(x) \dots (20)$



Surat N 5. Kadaly kanun boýunça bölünme dykyzlygynyň çyzgysy

M – sanly parametrlr we Q - bu tötänleýin ululygyň ortaça kwadratiki gyşarmasy we matematiki garaşylmagy (ortaça bahasy). Hakykatdan hem,

$M[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx$ üýtgeýji çalşygy ulanyp, şuny alýarys

$$M[x] = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} (\sigma\sqrt{2}t + m) e^{-t^2} dt = \sigma\sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} t e^{-t^2} dt + \frac{m}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} dt \quad (22)$$

(22) deňleme iki integraflaryň birinjisiniň nyly barabardygyna ynanmak kyn däl, ikinjisi bolsa Eýler – Puassonyň belli integraly bolup durýar.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} dt = \sqrt{\pi} \quad (23)$$

Şonuň üçin (22) deňlemeden $M[x]=m$ gelip çykýar. X ululygyň dispersiýasyny hasaplap çykaralyň:

$$D[x] = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} (x-m)^2 e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Täzeden $\frac{x-m}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ üýtgeýäni ulanyp, alýarys

$$D[x] = \frac{2\pi^2}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} t^2 e^{-t^2} dt \quad (24)$$

Bu aňlatmany bölekler boýunça integrirlerýäris:

$$D[x] = -\frac{\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} t d(e^{-t^2}) = \frac{\sigma^2}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} dt = \sigma^2 \quad (25)$$

šoňa göräde, (21) aňlatmadaky ó dispersligine köküne ýagny ortaça kwadratiki gyşarma barabar. Şeýlelik bilen,

$$E[y_i] = m, D[y_i] = \text{var}(y_i) = \sigma^2 \quad (26)$$

Görkezeliň eger-de, $m = -\frac{\sigma^2}{2}$ bolanda $Ee^{y_1} = 1$ bolýar. Hakykatdan hem,

$$Ee^{y_i} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^y * e^{-\frac{(y+\frac{\sigma^2}{2})^2}{2\sigma^2}} dy = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(y-\frac{\sigma^2}{2})^2}{2\sigma^2}} dy$$

Ýene-de gaýtadan $x = \frac{y-\frac{\sigma^2}{2}}{\sigma\sqrt{2}}$ ulanyp, alýarys .

$$Ey_i = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = 1 \quad (27)$$

Biziň çaklamamyzdaky şular ýaly görnüşli bolan

$$N(t) = N_0 e^{at + y_1 + y_2 + \dots + y_t} \quad (28)$$

(19) formula gaýdyp geleliň, ol ýerden $N[t]$ ortaça bahasy üçin şu aňlatmany alýarys.

$$N(t) = N_0 e^{at} E(e^{y_1 + y_2 + \dots + y_t}) = N_0 e^{at} \prod_{i=1}^t E[e^{y_i}] = N_0 e^{at} \quad (29)$$

$D[N] = \text{waz}(N)$ dispersiasy üçin bolsa –

$$\begin{aligned} \text{Var}(N) &= N_0 e^{2at} E(e^{i=1} - 1)^2 = N_0 e^{2at} E(e^{i=1}) - 2(E(e^{i=1}) + 1) = \\ &= N_0 2 e^{2at} [E(e^{i=1}) - 1] \quad (30) \end{aligned}$$

Indi şulary alarys

$$\begin{aligned} E(e^{2y_i}) &= \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{2y} e^{-\frac{(y+\frac{\sigma^2}{2})^2}{2\sigma^2}} dy = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(y-\frac{3}{2}\sigma^2)^2}{2\sigma^2} - 2\sigma^4} dy = \\ &= e^{\sigma^2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(y-\frac{3}{2}\sigma^2)^2}{2\sigma^2}} dy = e^{\sigma^2} \quad (31) \end{aligned}$$

$$\text{Muña görä-de,} \quad \text{var}(N) = N_0 2 e^{2at} (e^{\sigma^2 t} - 1) \quad (32)$$

we wariasiýa kofisiýanti $t \rightarrow \infty$ barabar bolanda

$$\frac{\sqrt{\text{var}(N)}}{N(t)} = \sqrt{e^{\sigma^2 t} - 1} \approx e^{\sigma t} \quad (33)$$

(29) we (33) formulalary boýunça, edil deferminist ýagdaýyndaky ýaly $N(t)$ onuň ortaça bahasynyň gyşarmalary hem eksponential artýar. Şeýlelik bilen, wagtyň geçmegi bilen populýasiýanyň mukdarynyň üýtgemegi örän güýçli bolup geçýär. Şonda determinist ulgamynyň stasinar ýagdaýynyň bolmaýandygy görkezilýär ondan başga-da a we σ arasyndaky kesgitlenen gatnaşyklarda onuň ýitmek (ölmek) ähtimallygy birlige golaýlaşýar. Populýasiýa t -po(t) funksiýasy döwründe ölmek (ýitmek) ähtimallygyny tapalyň :

$$p_0(t) = p\{N(t) < 1\} = p\left\{N_0 e^{at + \sum_{i=1}^t y_i} < 1\right\} = p\left\{e^{\sum_{i=1}^t y_i} < \frac{1}{N_0 e^{at}}\right\}$$

Eger $y_1 = \sum_{i=1}^t y_i$ bolanda, y_t - kadaly bölünşi bolýar, şonda

$$E y_t = -\frac{t\sigma^2}{2}, \quad \text{var}(y_t) = t\sigma^2 \quad \text{şoňa göräde,}$$

$$e^{-\frac{z^2}{2}} p_0(t) = p\{y_t < 1n(N_0 e^{at})\} = \int_{-\infty}^{-1N_0 - at} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi t}} e^{-\frac{(y + \frac{t\sigma^2}{2})^2}{2\sigma^2 t}} dy.$$

$Z = \frac{y + t\sigma^2}{\sigma\sqrt{t}}$ göz önünde tutup, şuny alýarys

$$p_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{-1KN_0 - at + \frac{\partial^2 t}{2}}{\partial\sqrt{t}}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \Phi\left(\frac{(\frac{\partial^2}{2} - a)t - 1nN_0}{\partial\sqrt{t}}\right) \quad (34)$$

bu ýerde $\Phi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$ ýalňyşlary infegraly diýip atlandyrylýar.

Eger, $\frac{\partial^2}{2} - a > 0$, ýagny $\partial^2 > 2a$, onda $\frac{(\frac{\partial^2}{2} - a)t - 1nN_0}{\partial\sqrt{t}} \rightarrow \infty$ $t \rightarrow \infty$ bolýar şonda

$$p_0(t) \rightarrow \Phi + (+\infty) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 1$$

Geçilen analiz stohastiki modelleri ulanmakdan deterministiki modelleri ulanmagyň artykmaçygy diňe matematiki taýdan olaryň has ýönekeý we amatlydygyny görkezdi. Şonda eger deterministiki model durnukly deňagramlyk barada şaýatlyk edýän bolsa, onda degişli stohastiki model bolsa dowamly

saklanyp galmagyny görkezýär, deferministiki model bolsa deňagramlylygy ýüze çykarmasa ýa-da durnuksyz deňagramlylygyň bolmagyny görkezende, stohastiki model ölmegiň (ýitmegiň) ähtimallygyny çak etmek mümkin.

Ekologiki prosessleri modelirlemek

Ekologiki prosessleri modelirlemek,tebigy gurşawa gerek bolmadyk käwagtlarda bolsa düzedip bolmajak zyýan ýetmez ýaly oňa edilýan täsirleri gowy meýilleşdirmeli. Şonda adamyň edýän işiniň netijesinde tebigi gurşawy işi goramak bilen tebigatyň hasabyna adamyň talaplaryny kanagatlandyrmak bilen utgaşdyrmaly. Düzgün bolşy ýaly, bu maksatlar bir-birini ret etmeýär, ýöne käbir ýagdaýlarda komponis kriterialary kabul etmeli boýar.

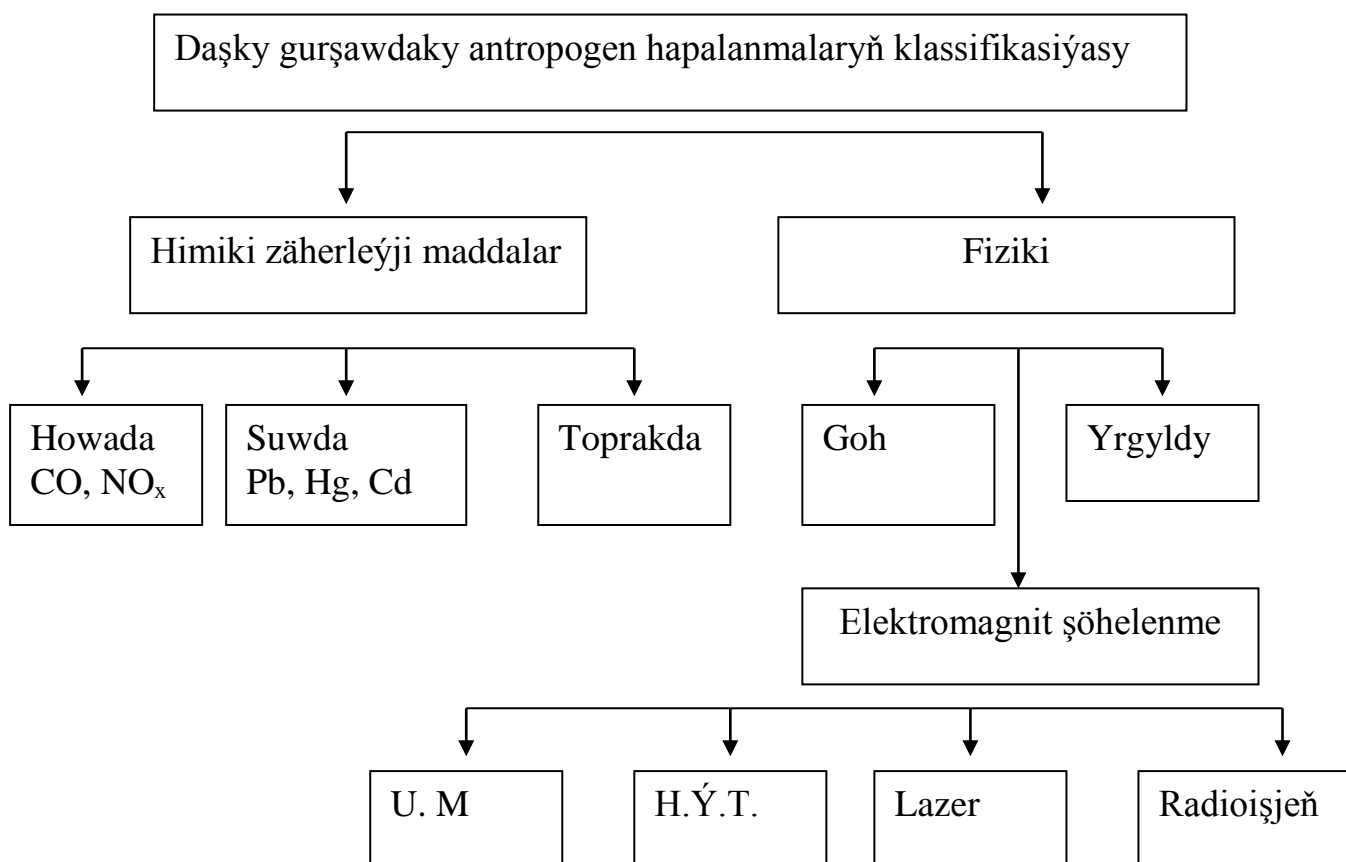
Adamyň ýaşamagy üçin iýmit, suw, egin – eşik we şm. bolmaly. Bularyň hemmesi-de daşky gurşawa düşýan dürli görnüşli zyňyndylaryň emele gelmeginiň gutulgysyzlygy bilen baglanyşykly. meýilleşdirmeli. Meselem, bir million adam ýaşayan Amerikan şäherine düşýan zyňyndylaryň mukdary haýran galdyrdy.

<p><u>Suw</u> 625000 t bir gije- gündizde</p> <p><u>Iýmit</u> bir gije -gündizde 2000 t</p> <p><u>Kömür</u> bir gije -gündizde 4000 t</p> <p><u>Nebit</u> bir gije- gündizde 2800 t</p> <p><u>Tebigy gaz</u> bir gije- gündizde 2700 t</p> <p><u>Awtomobil üçin ýangyç</u> bir gije- gündizde 100 t</p>	<p>1 mln adamly ilaty bolan şäher</p> <p>ýangyç</p>	<p><u>Akyndy suwlar</u> bir gije- gündizde 500.000 tonna</p> <p><u>Gaty galyndylar</u> bir gije- gündizde 2000 tonna</p> <p><u>Bölejikler</u> bir gije- gündizde 150 tonna</p> <p><u>Kükürdiň dioksidi</u> bir gije -gündizde 150 tonna</p> <p><u>Azodyň diokzidi</u> bir gije- gündizde 150 tonna</p> <p><u>Uglewodarodlar</u> bir gije- gündizde 1000 tonna</p> <p><u>Uglerot oksidi</u> bir gije- gündizde 450 tonna</p>
---	---	---

Surat N 6 Şähre girýän (suw, iýmit, ýangyç) we çykýan (akyndy suwlaryň gaty zyňyndylar, howany hapalaýarlar) esasy akymlar.

Şeýlelik bilen adamyň edýän hereketi onuň gowy işleri ýerine ýetirmek hyýallaryna bagly bolman daşky gurşawa zyýan ýetirýän we bu işiň netijesiniň has zyýansyz etmek baradaky mesele durýar. Daşky gurşawyň hapalanmagyny (sur

4.2) şular ýaly toparlara bölmek bolýar, fiziki (goh, yrgyldy, şöhlenenmäniň dürli görnüşleri) we himiki (dürli maddalar: howadaky-zäherli gazlar we buglar, suwda we toprakda-agyr metallar)



Surat N 7. Daşky gurşawyň antropogen hapalanmagy

Stohastiki modeller.

Gurşawyň tötänleýin üýtgemegi stohastiki modellerde hasaba almak.

Ýokarda seredilen modeller – deterministiki. Onuň haýsydyr bir esasy bolmaly, geliň olary ara alyp düşünjek bolalyň. Eger populýasiýanyň dinamikasy barada gürrüň edilende hakyky ekologiki ulgamyň takyk sudury bolup bilmejek determinist modeli boýunça in azyndan iki ugry bölüp aýyrmak bolýar: birinjiden, ol populýasiýanyň tükeniksiz uly mukdaryny goýberýär, ikinjiden bolsa, wagt aralygynda gurşawda bolup geçýän tötänleýin yrgyldylary hasaba almaýar.

Ekologiki determinist modeliň mysaly hökümünde deňlemä seredeliň.

$$\frac{dN}{dt} = aN, \quad (34)$$

Bu ýerde

N-t - wagt pursadynda gönüşleriň mukdary,

a- ösüşin hakykytizligi

Başdaky şerti kanagatlandyryan bu deňlemäni çözmek bilen

$$N(0)=N_0, \quad (35)$$

funksiýa bolup durýar.

$$N(t)=N_0 e^{at} \quad (36)$$

(Maltusuň kanuny diýip atlandyrylýan – populýasiýanyň bäsleşiksiz ösüş kanuny). Bu ýerde in esasy goýberilmeleriň esasy gysga wagat aralygynda t her bir gönüşiň täze Δt görnüşleri döredýänligi bolup durýar.

Populýasiýanyň beýanynda tötänleýin prosesleri modelirmek we stohastiki modelleri düzmek.

Her bir stohastiki modelde hakykata laýyk gelýän goýbermeler kabul edilýär, olara görä belli bir wagat aralygynda λ ähtimallyk bilen bir görnüş Δt bir nesli emele getirýär we μ Δt ähtimallyk bilen ölýär.

Bir $P_i(t)$ bilen T wagat pursadynda populýasiýanyň mukdary i barabar, $i=0,1,2,\dots$ bolandaky ähtimallygy belgiläliň, $P_i(t+\Delta t)$ ululyga seredip geçeliň.

$i-1$ mukdary populýasiýada nesliň emele gelmegi dogulyş ýagdaýlarynyň bolmazlygy we i mukdary populýasiýanyň ölmegi we $i+1$ mukdary populýasiýanyň ölümi ýaly üç sany garaşsyz hadysalaryň bolmagy natijesinde populýasiýanyň mukdarynyň öňküsi ýaly bolup geçýär diýip hasaplamak bolýar. Şoda ähtimallyk $P_i(1+\Delta t)$ şu hadysalaryň ähtimallyklaryň jemine barabr:

$$P_i(t+\Delta t)=(i-1)\lambda P_{i-1}(t)\Delta t+(1-i)(\lambda+\mu)P_i(t)\Delta t+(i+1)\mu P_{i+1}(t)\Delta t.$$

bu ýerden

$$\frac{P_i(t+\Delta t)-P_i(t)}{\Delta t} = (i-1)\lambda P_{i-1}(t) - i(\lambda+\mu)P_i(t) + (i+1)\mu P_{i+1}(t)$$

Alnan gatnaşykdan $t \rightarrow \infty$ çägene geçip Kolmogorow deňlemeler ulgamyny alýarys:

$$P_i(t) = (i-1)\lambda P_{i-1}(t) - i(\lambda+\mu)P_i(t) + (i+1)\mu P_{i+1}(t) \quad (10.4)$$

Deňleme (10.4) görnüşinde $i=2,3,4$ bolanda dogry bolýar.

Deňlemeden (10.4) $i=1$ bolanda şu deňlemäni alýarys

$$P_1(t) = -(\lambda+\mu)P_1(t) + 2\mu P_2(t) \quad (37)$$

$i=0$ bolanda—deňleme $P_0(t)=\mu P_1(t)$ (10.6)

(elbetde $P_1(t)=0$ diýip almaly)

Eger-de $t=0$ wagtyň başlanýan pursadynda populýasiýa N_0 görnüşini bolanda hemişelik koeffisientleri (10.4)–(10.6)

Berilen ýönekeý differensial deňlemeli ulgam üçin başlangyç şertleriň şular ýaly görnüşini bolýar.:

$$PN_0(0) = 1; \quad P_i(0) = 0; \quad t \neq N_0 \quad (38)$$

Seredilýän ölmek we dogulmak proseslary tötänleýin poses bolup durýar (Markowyň zynjyrynyň klassiki mysaly), meseläniň çözüşini (10.4)–(10.7) bolsa ýönekeý differensial deňlemesiniň nazaryeti arasynda standart usullar bilen almak mümkin

$$N(t) = \sum_{i=1}^{\infty} i P_i(t) \quad (38)$$

we wariasiýa (dispersiýa), ýagny $N(t)$ -dan ortaça kwadratiki gyşarma.

$$(N) = \sum_{i=1}^n (i - N(t))^2 P_i(t) \quad (39)$$

$N(t)$ hasaplamak üçin deňlemeden (10.5) we (10.4) birinji deňlemäniň gelip çykandygyny görýäris:

$$P_1'(t) + 2P_2'(t) = (\lambda - \mu)P_1(t) + 2P_2(t) + 3\mu P_3(t),$$

ýagny

Ýönekeý differensial deňleme

$$N'(t) = (\lambda - \mu)N(t) \quad (40)$$

Başlangyç (10.7) şerti bilen:

$$N(0) = \sum_{i=1}^{\infty} i P_i(0) = N_0 \quad (41)$$

Onuň çözüşiniň şuňa degişlidigi görnüp dur:

$$N(t) = N_0 e^{(\lambda - \mu)t} \quad (42)$$

$\lambda > \mu$ bolanda populýasiýanyň mukdary eksponensial taýdan artýar ($\lambda = \lambda + a$ bolanda $t \rightarrow \infty$ weksponensial çykýar.

Şoňa meňzeş [17] wartasiýa hasaplanýar:

$$\text{Var}(N) = N_0 \frac{\lambda + \mu}{\lambda - \mu} (1 - e^{-(\lambda - \mu)t}) \quad (43)$$

bu ýerden wariasiýa koeffisiýenti üçin $\lambda > \mu$ bolanda şu aňlatmany alýarys:

$$\frac{1}{N(t)} = \text{war}(N)^{1/2} = \sqrt{\frac{\lambda+\mu}{\lambda-\mu}} * \frac{1}{N_0} (1 - e^{-(\lambda-\mu)t}) \quad (44)$$

$t \rightarrow \infty$ bolanda $\sqrt{\frac{\lambda+\mu}{\lambda-\mu}} * \frac{1}{N_0}$ ululyga tarap gönükýär.

Şunuň bilen populýasiýanyň ýeterlikli uly başlangyç bahasynda N_0 -nyň $N(t)$ -dan ortaça kwadratiki gyşarmasy deň kiçilikde bolýar we deterministik modeli uly wagtyň içinde populýasiýanyň özüni alyp barşy barada biri-birine meňzeş düşüňjani berýär.

Matrisa modelleri

Matrisa modelini dinamiki modelniň soňky tapawutly analogy hökümünde seretmek bolýar. Matrisa modeliniň oň irki wagytlardan bäri Lesli tarapyndan urkaçylaryň gelejekki populýasiýasynyň häzirki wagyt pusadyna belli struktura boýunça hem-de ýaşamagyň we ýaýramagyň gipotetiki koeffisiýenti barada habar berýän defferensial modeli hökümünde işlenip düzüldi. Populýasiýon+1 ýaşly topara bölünýär, ýagny $(0,1,2,\dots,n)$, şonda her topar bir meňzeş ýaly görnüşlerinden durýar), şonuň üçin iň uly topara ýa-da berlen ýaş aýanly ýaşap ölyän haýwanlaryň girýän topary, sanawy n . görnüşleriniň mukdaryny X_n arkaly sebäpli her ýaşly toparda t wagyt pusadyna ýaşly strukturany görkezýän FORMULA wektory alýarys.

Matrisa modelleriň düzülişi, matematiki deňlemeler.

Model matriki deňleme bilen beýan edilýär.

$$\overrightarrow{a_{t+1}} = A \overrightarrow{a_t} \quad (45)$$

ony açyk görnüşinde beýan edip şular ýaly

ýazmaly:

$$\begin{bmatrix} X_{0,t+1} \\ X_{1,t+1} \\ \vdots \\ X_{n,t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_0 & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ p_0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & p_2 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & p_3 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & p_{n-1} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{0,t} \\ X_{1,t} \\ \vdots \\ X_{n,t} \end{bmatrix} \quad (46)$$

Bu ýerde $f_i (i = 0,1 \dots \dots, n)$ ululyk i ýaşly urkaçylardan doglan urkaçylaryň sany bolmaly.

$P_i (i = 0,1, \dots n-1)$ ýaş aýanly ýaşap biljek urkaçylaryň ähtimallygy.

Modelleriň özüni alyp baryşy A matrisanyň käbir formal häsiýetlerini analizläp bolýanlygyny görkezmek bolýar. Biriunjiden deňlemäni (9.19) A matrisa

yzygiderli köpelmek bilen almak bilen to+k: wagyt pursadynda bolan ýaş toparynyň mukdary üçin örän umumy deňleşmäni aňsatlyk bilen almak bolýar:

$$\overrightarrow{a_{t_0+1}} = A^k \overrightarrow{a_{t_0}} \quad (47)$$

Ikinjiden A matrisiýanyň (n+1) setirli we sütünli inedördülligi sebäpi, ol şahsy sanly n+1 we şahsy (n+1) (birikdirmek) şahsy (n+1) (gaýtalanylýandygy hasaba alnyp)

A elementler položitel sanlar ýa-da nul bolup durýar, şonuň üçin iň uly hususy sany (absolýut ululyk boýunça) we oňa jogap berýän şahsy wektorlaryň koordinatolar polajitel we şonda belli bolan ekologiki manysy bar. Uilýamson tarapyndan teklip edilen sadaja modellerden birini görkezýäris.

Berilen populýasiýanyň ýaş strukturasý bolan wektory bar, ýagny populýasiýa uly ýaşly bir urkaçýdan durýar. A matrisanyň şular ýaly görnüşý bar.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix}$$

Bir wagyt interwaly geçende şular ýaly bolýar, ýagny $a_1 = (12.00)$ we populýasiýada eýýäm kiçi ýaşly 12 urkaçysý bolar.

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Modeliň gaýtadan ulanylmagy şular ýaly netije berýar:

$$AQ_1 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 12 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 4 \\ 0 \end{bmatrix} = a_2, \quad Aa_2 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 36 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$AQ_3 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 36 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 24 \\ 12 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Matrisanyň baş şahsy sany we şahsy wektoryny belli usullar bilen şu aşakdakyny almak bolar:

$$A\bar{v} = \lambda \bar{v} \quad (47)$$

ýa-da FORMULA –algebratik deňlemeleriň göni ulgamyny göz önüne tutup:

$$(48) \begin{cases} 9y + 12z = \lambda x \\ \frac{1}{3}x = \lambda y \\ \frac{1}{2}y = \lambda z \end{cases}$$

Şular ýaly kesgitleýjisi bolanda:

$$\begin{vmatrix} -\lambda & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & -\lambda & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & -\lambda \end{vmatrix} = -\lambda^3 + 3\pi + 2 = (2 - \lambda)(\lambda + 1)^2 \quad (49)$$

Şonlukda hususy baş sany $\lambda_1 = 2$ we şahsy sektor güýji bilen (9.23) $\bar{v}_1 = (24, 4, 1)$ görnüşi bar. Galan şahsy sanlar güýji boýunça (48) $\lambda_2 = -1$, $\lambda_3 = -1$ görnüşi bar. Şahsy wektor güýji boýunça $\bar{v}_2 = (6, -2, 1)$ görnüşli bolýar. Şahsy sanyň-1 iki gezekleýin bolýanlygy üçin $(A - \lambda_2)\bar{v}_3 = \bar{v}_2$ wektory (birikdirilen diýip atlandyrylan) tapmak üçin FORMULA deňlemäniň ulgamyny çözüýäris:

$$\begin{bmatrix} 1 & 9 & 12 \\ \frac{1}{3} & 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (50)$$

Ulgamyň $\bar{v}_3 = (0, -2, 2)$ (9.25) çözüşi rugsat edilýänligini barlamak kyn däl. Geomrtriki taýdan göz ýetirip, populýasiýanyň ýaş strukturasynyň üç ölçegi giňişlikde wektor bolup durýanlygy, we onda $\bar{v}_1 = (24, 4, 2)$ $\bar{v}_2 = (6, 2, 1)$ we $v = (0, -2, 2)$ –basyşly (esasy) ýagny:

$$\bar{a}_0 = \alpha_0 \bar{v}_1 + \beta_0 \bar{v}_2 + \gamma_0 \bar{v}_3 \quad (51)$$

bolup durýanlygy barada netije çykarýarys. Bu ýerde $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ -käbir položitel sanlar (meselem, eger $\bar{a}_0 = (258, 30, 17)$ bolanda $\alpha_0 = 10, \beta_0 = 3$ we $\gamma_0 = 2$) bolýar:

$$\bar{a}_k = 2^k \alpha_0 \bar{v}_1 + \beta_0 + k \gamma_0 \bar{v}_2 \quad \gamma_0 \bar{v}_3 = (2^k \alpha_0 \bar{v}_1 + \frac{\beta_0 + k \gamma_0}{2^k} \bar{v}_2 \frac{\gamma_0}{2^k} \bar{v}_3) \quad (52)$$

$\rightarrow \frac{k}{2^k} \rightarrow 0, k \rightarrow \infty$ bolanda $t = +k \rightarrow \infty$ populýasiýa eksponential kanuny boýunça artýar:

$$\overline{a_{+k}} \approx 2^k \alpha_a v_1 \quad (53)$$

Esasy şahasy san λ_1 populýasiýanyň ölçegini artdyryan tizligi berýär (biziň mysalymyzda her bir wagyt interwalynda populýasiýa iki esse artýar, şahsy wektor bolsa populýasiýanyň dunukly ýaşly toparlaryň görnüşleriniň mukdaryň gatnaşygy hemmeşelik bolup galýar we 24:4:1 barabar bolýar.

Eger-de her bir wagyt interwalynyň soňunda populýasiýanyň ýarysyny aýyryp alsak, we iýmit üçin ulansak, onda onuň ölçegi başlangyç $\overline{a_0}$ barabar bolar.

Matrisa modelleri EHM-de hasaplamak üçin örän amatly we has giňden ulanylýar, meselem ekoulgamlardan iýmitlendiriji maddalaryň çalşygynyň analiz üçin dürli stohastiki modellerde (markow modellerinde) we ş.m ulanylýar.

Ulgamlaýyn analiz.

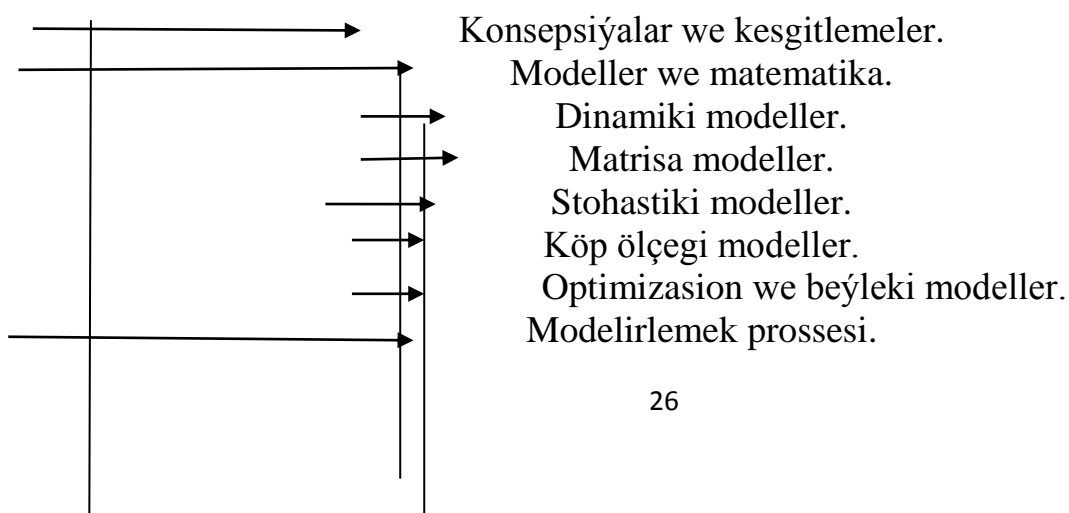
Ulgamlaýyn analiz barada umumy maglumat.

Ulgamlaýyn analiz pikirlenmegiň kesgitlenen usuly bolup durýanlygy sebäpli, tapgyrlaryň sanawy hereket etmek gollanma hökmünde seretmeli:

Bular ýaly köp tapgyrly çemeleşmäniň maksady amaly ekologiki meseleleri çözmek üçin dogry strategiýany saýlap almaga kömek etmekden ybarat. Bular ýaly meseleler has çylşyrymly, şol sebäpli EHM ulanmaklyk häzirki zaman ulgamlaýyn barlaglaryň häsiýetli aýratynlygy bolup durýar.

Ulgamlaýyn analiziň strukturasy esasy güýçleri çylşyrymly we örän ýönekeý barlaglar bilen çözüp bolmaýan, meselem gözegçilik etmek ýa-da ýönekeý eksperiment geçirmek arkaly alyp bolmaýan uly masştably meseleleri üýşürmäge ugrukdyrylýar.

“Şonda-da öňki paragraflarda köp soraglar, jogaplar berilmedi. Ähli ekologiki täsirler –dinamiki ýagny wagta bagly bolýar we hemişe üýtgeýär. Ondan başga-da, özara täsirleşme köplenç tehnikada, gaýdymly baglansyk.”diýilip atlandyrylýan aýraýnlygy bar, ýagny prosesiniň käbir effektiniň öz çeşmesine daýanyp barýanlygy, netijede bolsa bu effektlar güýçlenýänligi ýa-da položitel (effektiň güýçlenmegi) ýa-da otirisatel (effektiň gowşamagy) bolýar. Şular ýaly tipli model bilen soňrak tanyşarys.



Surat 9. Ekologiýadaky ulgamlaýyn analiziň toplumlaýyn shemasy.

Suw howdanlaryny dolandyrmagyň (ähmiýeti) meselesi.

Suw ulanmalaryny suwarmak elektrik energiýasyny öndürmek, suw bilen üpjün etmek balykçylyk telekeçiligi, dynç alynýan ýerler we ş.m üçin ulanylýar. Şular ýaly dürli häsiýetli resuslary ulanmak hemişe diýen ýaly dürli gyzyklanmalary çaknyşmasy bilen bagly ol hem öz gezeginde köp dürli meseleleri döredýär. Meselem, dolandyrmagyň dürli sortlaryny öz aralarynda nähili deňeşdirmeli? Ýa-da şol bir strategiýa ulanyjylaryň bir toparyna amatly täsir edýär we beýlekilere bolsa ugry bolýar.

Geliň örän ýönekeý meseleden–suw howdanlaryny dolandyrmakdan başlalyň ýagny süýji suwuň belli ätiýaçlyklary ýygnamak bilen we süýji suw bilen ilatyň talabyny has gowy kanagatlandyran ýaly bu ätiýaçlyklar bilen dolandyrmaklyga seredeliň. Dolandyrmak meselelerini çözmek üçin wagtyň belli bir aralygyny saýlap almaly, goý ol 5-ýyllyk döwür bolsun.

Bizi t wagtyň dowamynda suwuň ätiýaçlylygy bolan X^1 -ululyk we wagtyň geçmegi bilen onuň üýtgemegi gyzyklandyryýar.

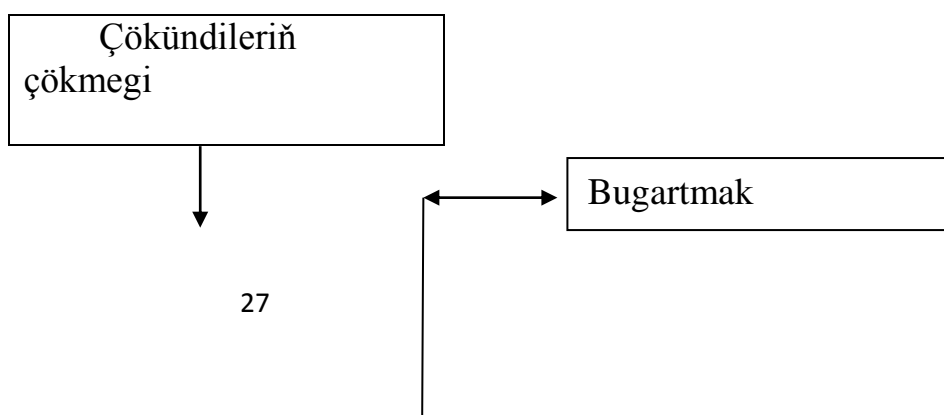
X^1 ululygyna täsir edýän faktorlary (ilki bilen tebigi) belläp aýralyň:

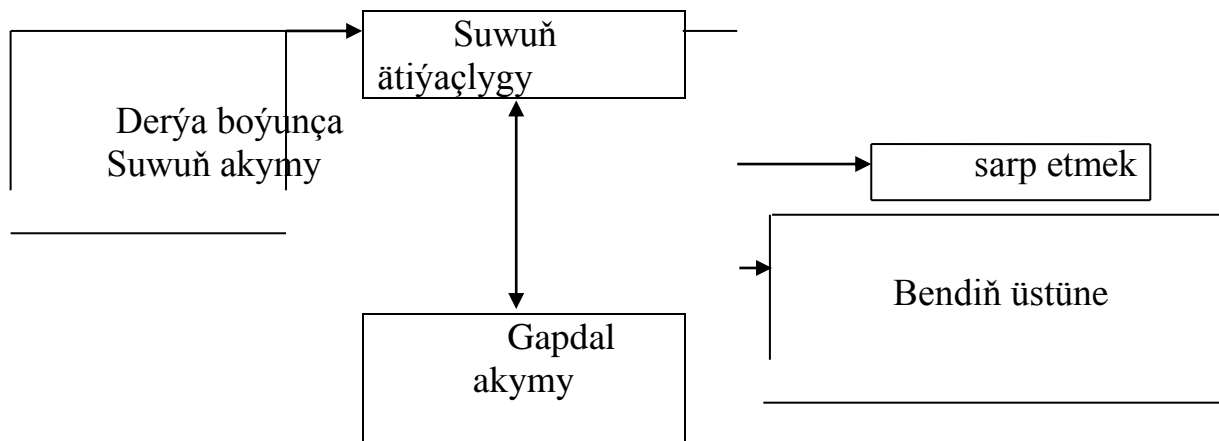
- derýada gurulan suw howdanyndaky akymyny R^1 -diýip belgiläliň.
- Gapdal akymynyň hasabyna suwuň ätiýaçlylygyny dolandyrmak- B^1
- Suw howdanynyň üst meýdanyna ýagynyň düşmegi- O^1
- Suw howdanynyň aşakgy bögerinde suwuň filtirlenmegi- F^1
- Suw howdanynyň üst meýdanynydan suwuň bugaryşy- I^1

Bulardan başga-da antropogen taýdan emele gelýän faktorlar hem bar, olardan ýönekeýlik üçin ikisini belläliň.

- Oba hojalyk üçin gerekli suwuň harçlanmagy $-S^1$ we durmuş hojalygyndaky suw üpjünçiligi- P^1
- Suwuň bir bölegi bendiň üsti bilen derýa boýunça ondan aňryk Goýberilýär - P^1

Suw howdanynda suwuň ätiýaşlylygy X min ululygyndan az bolmaly diýip çak etmek tebigi ýagdaý, ýöne suw howdanyny göwrümi $X \max \leq V$ artyk bolmaly däl. Howdandaky suwuň ätiýaşlylygynyň dinamikasyny shema görnüşinde şular ýaly görkezmek bolar.





Surat N 9. Howdandaky suwuň ätiýaçlylygyny kesgitleýän prosesleriň shemasy.
(strelkalar akymalaryň ugruny görkezýär).

Indiki çözülmeli sorag bu faktorlaryň ululygyna we wagt aralygynda olaryň üýtgemegine degişli. Goý suw howdanyň ortasynda we gapdalynda akýan ýerinde 20 ýylyň içinde çökündileriň, akymynyň (suw howdanyndan ýokarda) ortaça girdeýjili ululyklara edilen gözegçilikleriň bir topary belli diýeliň. R^1 , O^1 we B^1 bu ululyklaryň ýakyn 5 ýyllykda üýtgemegi öňki 20 ýyldaky ýaly bolup geçer, ýagny olary 20 ýyda ortaça bahalara barabar edip goýmak bolýar. Suratlarda bu ýerde $T=1,2,3,4,5$. Başga sözler bilen aýdylanda, R^1, O^1 we B^1 ululyklary determinirlenen diýip hasaplamak bolýar. Ýöne olary kesgitlemek üçin 10-njy bapda beýan edilen statistiki usullaryny hem ulanmak bolardy. Geliň suwuň harçlanma proseslerine geçeliň olardan biri bugarmak. $\dot{I}^t \approx D^t$ ýeterlikli takyklyk bilen hasaplap bolýar, bu ýerde D^t - çyglylygyň ýetmezligi bolup, ony gözegçilikden alnan maglumatlar boýunça kesgitlemesi ýaly hasaplamak bolýar. Şonda $\dot{I}^t = \epsilon D^t$, bolýar. Bu ýerde ϵ - proporsionallynyň aşaky bölegide filtirlenýän suwuň görnüşini F^t suw howdanyndaky suwuň göwrümüne proporsenal, ýagny $F^t = KX^t$. Bu ýerde k -topragyň kesgitlenen tipine laýyk gelýän proporsenallygyň emperiki koffisiýenti.

Bendiň üsti bilen suwuň harçlanşy P^t sazlanýan ululyk. Sazlanýan ululyklar S^t we K^t sarp edilen ululyklary bolup durýar, olary $Q^t = S^t + K^t$

Şeýlelik bilen suw howdanyndaky suwuň ýygnaýma prosesleriniň ählisi seredilenden soň suwuň massasynyň saklanma kanuny ýazmak bolýar.

$$x^{t+\Delta t} = x^t + Y^t - Z^t \quad (54)$$

bu ýerde,

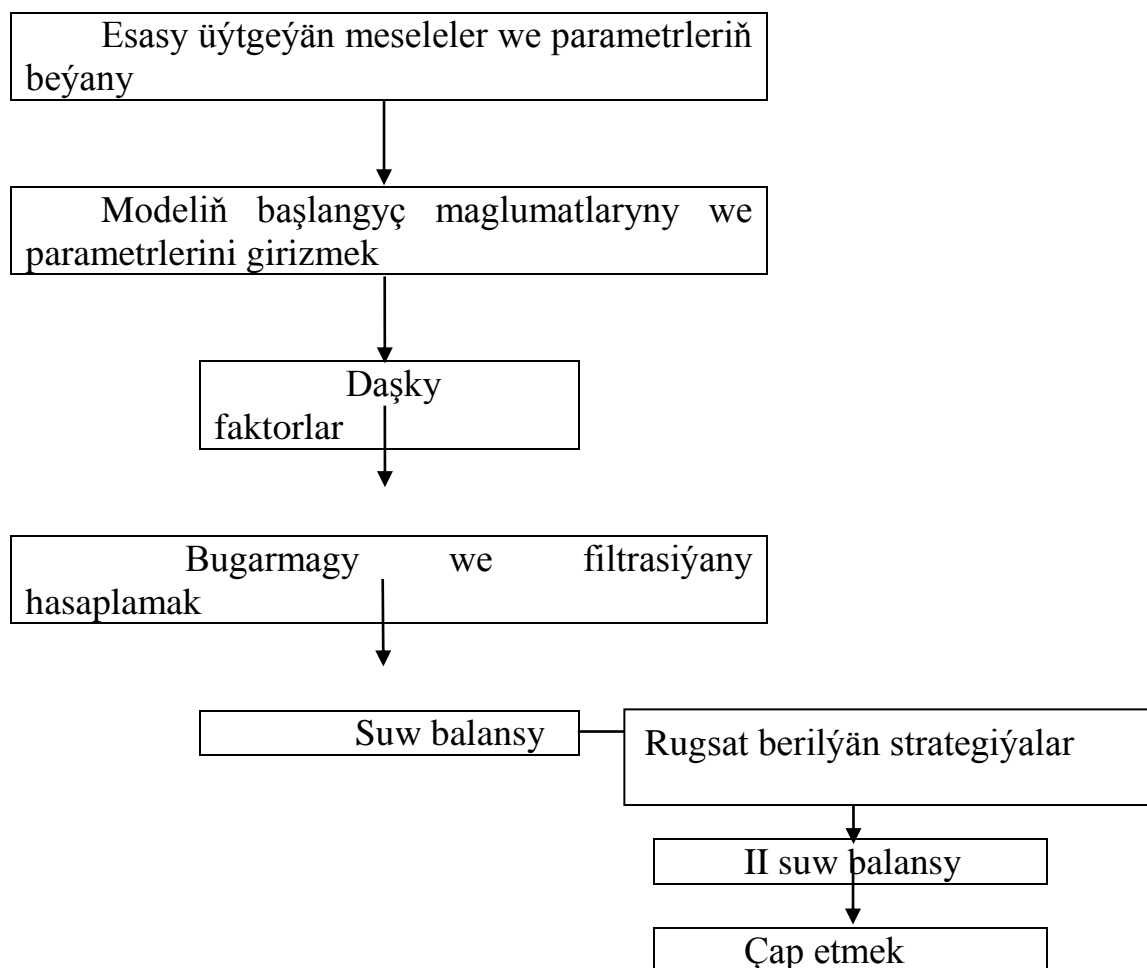
$$Y^t = R^t + O^t + B^t \quad (55)$$

$$Z^t = \epsilon^t + F^t + P^t + Q^t \quad (56)$$

Bu deňlemelere köplenç balans **deňlemeleri** diýilýär.

Şonuň ýygnaýma we harçlanma şertleri bilip we suw balansynyň deňlemesini çözüp t wagtyň her pursadynda suw howdanyndaky suwuň ätiýaçlylygynyň näme deňligi baradaky berlen soraga jogap bolmagy mümkin.

EHM–de degişli hasaplamalaryň blok shemasy görkezilýär.



Surat N 10 Suw balansynyň hasaplamagyň blok shemasy (EHM üçin)

Programma bloklarynyň aýry fragmentleriniň bahalaryny “Daşky faktorlar,, blogyny bir aýlyk bilen berlen wagt hatary boýunça daşky faktorlaryň bahasyny çaklalyň. Ondan soňky blok daşky faktorlaryň çaklanan bahasyny ulanyp, suw howdanyndan bugaran we filtirlenen suwuň hasaplanmagyny ýerine ýetirýär. “I suw balans,, blogy suw howdanyndan suw ulanylanda senagat sarp edijilik faktorlary bolmadyk ýagdaýynda bolmaly suwuň ätiýaçlygyny hasaplaýar.

“Rugsat edilýän strategiýalar,, blogy oba hojalygynda we durmuş hojalygyndaky suw üpjünçiliginiň bir aýyň dowamynda sarp edýän suwuň mukdaryny bahalaýar.

“2 suwuň balansy,, blogynda antropogen faktoryň bahasy bilen suw howdanyndaky suwuň mukdarynyň deňişli korrelýasy geçirilýär. Suw ulanýanlaryň sarp edilýän suwunuň mukdaryny hasaplap sanly ekisperimentler arkaly suw ulanmagyň çaklamasyny düzmek bolýar we onuň esasynda tejribelikde strategiýany saýlap almaklygy geçirmek mümkin bolýar.

Suw ulgamyny dolandyrmak.

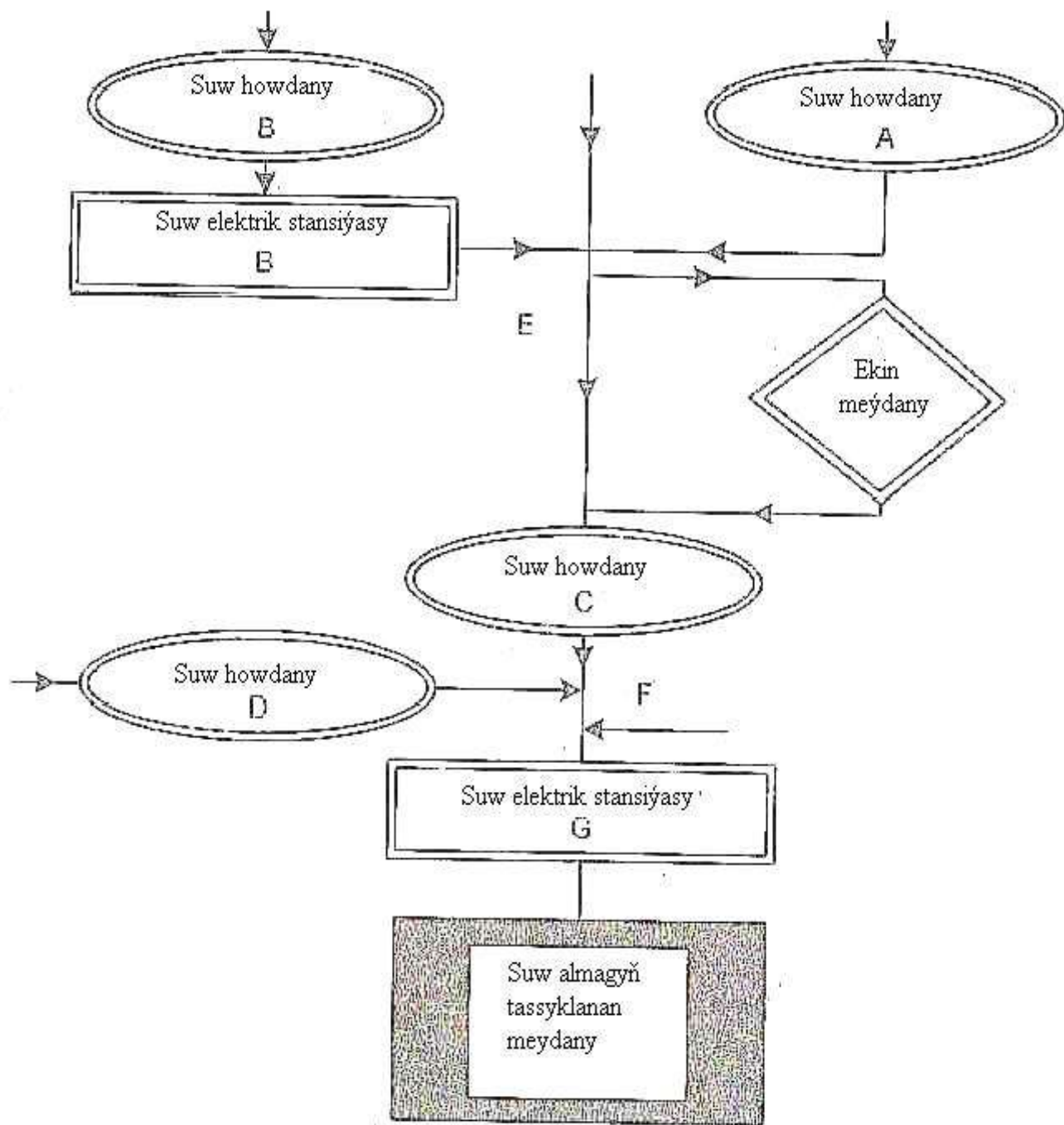
Suw howdanlaryny dolandyrmak.

Indi 12 üýtgeýjisini hasaba almak, ýagny: Üç suw howdanynyň göwrümini iki elektrostansiýanyň kuwwaty bir elektrostansiýany iýmitlendirýän suw howdanynyň içki sygymyny we “öli,, göwrümini paýlap bölmek, beýleki üç suw howdanlarynda suw joşmazlygy sazlamak üçin zerur sistemasyny bölmek, energiýa intirrigasiýa üçin suwuň her ýyllyk talap boýuça berilmegi ýaly hasaba alnan suw ulgamyny dolandyrmagyň örän çylşyrymly mysalyna seredip geçeliň. Bu ulgamyň strukturasyny 11 suratda görkezilen.

$E_t(y_t)$ –böwetleriň turba generatorlaryň, suwaryş kanallarynyň we ş.m ulgamyndaky taslanan prametirleri ýaly girdeýjileriň ululygyna täsir edýän dürli faktorlary bolup durýan komponentlary wektor-funksiýanyň y_t funksiýasy ýaly resuslary dolandyrmagyň kesgitlenen strategiýasynda alynýan t-ýyldaky umumy girdeýji:

$M_t(\bar{x})$ wektor funksiýasy ýaly t-ýylda enjamlaryň ulanylmagy, abatlanmagy ýa-da çalyşmagy bilen baglanşykly çykdaýjylar:

$K(\bar{x})$ –suw desgalarynyň ulgamyny döretmek we enjamlary taýýarlamak üçin ilki başdaky başlangyç düýpli goýumlar.



Surat N 11 Suw resurslarynyň ulgamynyň shemasynyň görkezijisi

- 1.
- 2.

S

uw howdanlaryny modelirlemek.

Haýsydyr bir kärhana pul goýup syýasatyň dürli wariýantlarynda alynýan girdeýjini banka goyulýan puluň her ýylky göterimi bilen goýulan puldan alynýan girdeýji bilen deňeşdirilmeli. Çyşyrymly göterimiň formulasyny hasaba alyp, ýagny FORMULA diskontly köpeldijini ulanyp T-ýyllyk dowamynda ulanylýan suw resurslarynyň köp maksatlaýyn ulgamlarynyň ykdysady effektivliginiň şular ýaly aňladylmagyny alyars.

$$R = \sum_{t=1}^T \frac{E_t(y_0)M_t(x)}{(1+r)^2} - k(x) \quad (57)$$

bu ýerde

$\bar{y}_t = y_t, \bar{x} = x$ (57) formulany analizläp, $(1+r)$ ululygyny sanawjyda durýanlygy sebäpli, R-däki goyum

$E_t(y_t) - M_t(x)$ näçe girdeýji giç alynsa şonça-da, az bolýar.

Bu ýerde gelejek üçin resuslary gorap saklamagyň hiç- hili manysynyň ýoklygy we $M_t(X)$ ululygy gereginden artyk ulaltmazdan resuslary has intensiw ulanmagyň syýasaty elmydama optimal boljakdygyny görkezip dur. Başga sözler bilen aýdylanda (12.10) deňleme diňe ykdysady we tehnologiýa mümkinçilikler bilen çäklendirilen maksimal gysga möhletde ähli tebigy resurslaryň ýok edilmeliliginiň dogrylygyny görkezýär. tebigy ýol–(57) deňleme bilen bir hatarda çäklendiriji şertleri girizmek. Ol her ýylda şu tipli resurslaryň alynýan mukdarynyň ähli ulgamy durnuklylygy saklaýan olaryň maksimal ululygyndaky ululykdan ýokary bolan ýagdaýlary aýyrmak üçin geçirilýär. Bu çäklendirmeleriň–sarp edijileriň ähli gyzyklanýan toparlaryň hemişelik dawaly, çeşme bolup durýanlygyny görýäris.

Şol bir wagtda ykdysady we biologiki faktorlary, eger birinjä R görkezijini ikinjä bolsa araçäk şertleri girizilende hasaba almak mümkin.

Ilki bilen $E_{t(y_t)}$ funksiýalary bahalamagyň usuluna seredip geçeliň. Köp ýagdaýlarda girdeýjini pul birliginde hasaplap bolýar y_t wektoryň şular ýaly elementlerini tapyp ýerleri suwarmakdan elektrostansiýa ýa-da bentleri gurmakdan her ýylky girdeýjini kesgitlemek mümkin:

Y1–suwarylýan meýdandan ýygňalan hasyl;

Y2–elektrik energiýasynyň mukdary;

Y3–bendiň gurulmagy netijesinde suwuň joşmagy bilen edilen zyýanyň bolmazlygyndan gutulmak we ş.m .

Şuňa R görkezijini ulanyp T ýylyň dowamynda dürli agzalaryň girdeýjilerini EHM–de modelirmek arkaly hasaplap çykarmak mümkin. Soňra R maksimal bahasyna laýyk gelýän we E_1 atlandyrylan şertler bilen utgaşýan taslamany saýlap almaly soňkysy tebigy resurslary gorap saklamagyň zerurlygy we olary diňe elektrik energiýasyny almak ýa-da suwarmak üçin däl-de, eýsem ilatyň dynç almagyny gurmak üçin ulanmak islegi bilen edilýär.

Suw ulgamynyň seredilýän matematiki analiziň we modelirlemegiň dürli usullary Mysalyň içinde beýan edilen, onda barlagyň esasy tapgyrlary sanalyp geçilýär. Barlagyň netijesinde bu çylşyrymly sistemany modelirmek üçin maksatnamasy döredilýär. Bular aşaky tapgyrlar:

1.

II

ki blen sistemanyň bitewi strukturasy shema görnüşinde beýan edilýär we suw

howdanynyň aýry böleginiň arasyndaky içki funksional baglanşyklary kesgitleýän matematiki deňlemeleriň bir howdandaky meňzeş ýagdaýlary tapyldy. Bu baglanşyklar şular ýaly:

Garaşly üýtgeýjiler:

– Irrigasiýadan alynýan girdeýji.
üpjün edi-
– Irrigation desgalaryň, paýlaýjy.
sistemalaryň we nasos bentleriniň.
kesgit-
gurluşyna edilýän düýpli goýumlar.
– Gidroelektrik stansiýalarynyň gurlyşyna.
sygymy.
edilýän düýpli goýumlar.
– Suw joşmalalrdan gelýän zyýan.
gözegçilik-
– Düýpli goýumlar.
siste-

Garaşsyz üýtgeýjiler:

Irrigasiýa üçin suwuň
len ýylylyk berilişi.
–Elektrik stansiýalarynyň
lenen kuwwaty.
–Suw howdanlarynyň
–Suwuň harlanyşy.
– GO ýylda edilen
leriň ortaça bahasyndan
manyň ähli böleklerinden su-
wuň akyşy baradaky maglu-
matlar.

2. Sistemanyň işleýiş düzgünleri berilen sistema fewraldan, awgusta çenli aşakdaky ýaly işleýär:

– C suw howdanyndan suw tä G stansiýasynyň çäkli goýberiş ukyplylygyna laýyk gelýän bellenen goýberilşine ýetilýänçä, has-da
C suw howdany boşaýançä goýberilmeyär:
– Şol bir operasiýa D suw howdany boýunça hem gaýtalanylýar;
– Eger mümkin bolsa, A suw howdany boşaýançä ýa-da Ç stansiýanyň çäklendirilen goýberiş ukyplylygyna laýyk gelýän bellenen goýberilmegi gazanylýançä A suw howdanyndan goşmaça goýberilmegi belleniýär;
– eger-de mümkin bolsa B suw howdanyndan diňe “öli,, galýançä ýa-da B we Ç stansiýalaryň çäkli goýberiji ukuplylygyna laýyk gelýän bellenen goýberilmegi gazanylýançä B suw howdanyndan suwuň goşmaça mukdary ulanylýar.
– aprel, maý we iýun aýlarynda suw joşmasyny regulirlmek üçin ýörite göwrüm göz önünde tutulýar;
– mart, aprel we maý aýlaryň dowamynda suw rezerw göwrümünde işlenenden soň olaryň doly goýberiş ukyplylygyna çenli B we Ç elektrostansiýalaryň turbinalaryň üstünden geçilýär, B suw howdanyndaky suw bolsa irrigasiýa üçin berilmegini üpjün edýär.

Seredilip geçilen funksional model–bu usulyýet boýunça öwrenilen modelleriň diňe birisi bolup durýar. Ol dolandyrmagyň dürli strategiýasyny öwrenmäge mümkinçilik berýän kompiýuter programalaryny döretmek üçin ägirt uly göwrümlü maglumatlaryň gereklidigini we kararlary kabul etmegiň prosesleriniň ähli detallarynyň bolmalydygyny görkezýär. Ýurdumyzyň ekologi

meseleleri tebigi–taryhy şertleriň ýowuzlygy we adamyň töweregindäki tebigy gurşawa özüniň täsirli aralaşmagy ýa-da oňa (gurşawa) sebäpleriň ikisiniň hem utgaşdyrylan täsiri bilen şertlendirilendir.

Ähli suw desgalary üçin meseläniň möçberi gysga häsiýetlendirilýär. Adamyň hojalyk işi we tebigy sebäpleriň täsiri netijesinde Türkmenistanyň derýalary tutuşlygyna (ýa-da aýry-aýry ýerlerinde) ol ýa-da beýleki derejede hasaplanandyr. Şonuň üçin hem olaryň suwuny, esasan hem, hapalanan ýerlerinde, diňe öňürti arassalanandan soňra peýdalanmak mümkindir.

Türkmenistanyň derýalarynyň suwuna adamyň täsiri uly, emma olaryň biogen elementler organiki maddalar bilen hasaplanylş derejesi heniz howp salar derejä ýetmeýär. Şeýle-de bolsa, olaryň esasan hem (fenollar, nitratlar) birsyhly köpelip gidip barşy seresap bolmagy talap edýär.

Optimizasion we oýun modelleri.

1. Optimizasion we oýun modeller barada düşünje.

Ýokarda iýmit resurslarynyň bäsdeşligini we oňa täsir edýän negatiw (meselem, epidemiýalaryň) täsiri bilen bolup geçýän populýasiýanyň dinamikasynyň ýönekeý modellerine seredip geçdik.

Bu modelleri olaryň sanynyň ösmeginiň nul analizi hökümünde ulanmak mümkin. Elbetde, ilat sanynyň artmagy dürli ýurtlarda has tapawutlanýan we hat-da onuň ösüş depgini ösen ýurtlarda hem birmeňzeş däl. Meselem, bu görnüşi Daniýada, Şwesiýada, Çermaniýada, Awstirýada nula golaý üýtgäp durýar. Italiýa, Polşa, Kanada we ABŞ ýaly ýurtlarda dogulýanlaryň sany ölýänleriňkiden entek artyk; ýöne adam sanynyň her ýylky ösüşi ösen ýurtlaryň köpüsünde takmynan ýylda 0,6% ösüp barýan ýurtlarda bolsa ýylda 2% golaý. Umuman, planetada adam sanynyň okgunly ösüşi bolup geçýär bu bolsa tebigy resurslary dolandyrmagy hakyky durmuş meselelerini goýýar. Şonda resurslary dolandyrmagyň ähli pudaklaryň bir ylyma-ekologiýa birleşýär we ýene-de bir umumy mesele-optimizasiýa meseleleri, hem-de ondan başga-da operasiýalary barlamak we sistemalary analiz etmek hasaplaýyş tehnikasyny ulanmak bilen baglanşykly logiki proseduralary, matematiki analiz, statistiki analiz saýlap almak ýaly şol bir usullary ulanmak zerurlygy birleşdirýär. Elbetde, bu meseleleri hat-da onuň haýsydyr bir bölegini çözmek, ýa-da analiz etmek has kyn mesele bolup durýar.

Olaryň düzülişi we gurluşy.

Geliň görnüp duran geometiriki interpretasiýasy rugsat edilýän matematiki model bolan optimal rasiony in sadaja meselä seredip geçeliň. Diýeliň iýmit önümleriň (çörek, et, süýt, kartoşka we ş.m.) n we peýdaly maddalaryň (ýag, belok, uglewod we ş.m) m bar diýeliň a_{aj} – bilen j – önüm birliginde i – maddanyň saklanmagyny, b_i bilen i – madda (bir aýda diýeliň) şahsyýetiň talabyna we c_j – bilen bolsa j önüm birliginiň bahasyny belläliň.

Şahsyýetiň sarp edýän j – önümini X_j diýip belgiläp, iýmitiň has arzan rasiony hasap almak baradaky (sarp edilýän her aýdaky azyk karzinasynyň) (harajatyňy) durýan bahasyny alýarys.

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (58)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_j, i = 1, 2, \dots, m \quad (59)$$

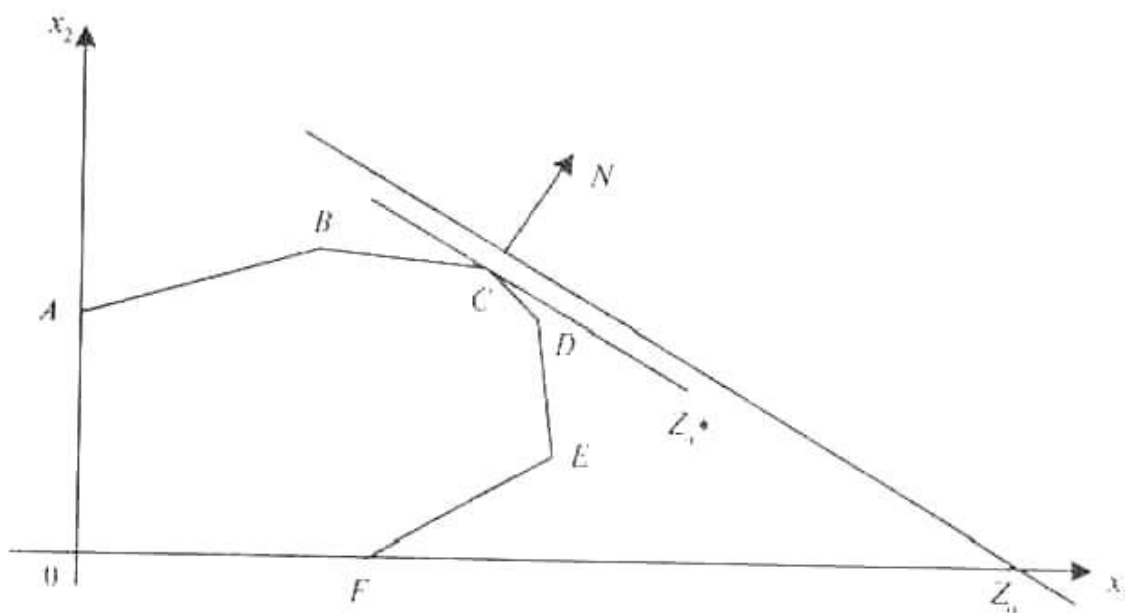
$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \quad (60)$$

Bular ýaly meseläni göni orogramalamagyň meselesi diýýärler, onuň umumy nazaryýati meselem (2) seredilen. (58) (60) meseläni çözmezden öň ony (59) we (60) şertleri kanagatlandyryýan köp nokatlarda $(x_1 \dots x_2)$ maksatlaýyn funksiýanyň $f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ minimizirlenen meselesi ýaly köplük poledrom diýip atlandyryýar we P bilen aňladýarlar.

Şeýlelik bilen biz ekistremal meseläni alýarys:

$$F(x) \rightarrow \min, x \in P$$

Berlen poliedr P tekizlikde X_1 O x_2 iki önüm bolanda X_1 we X_2 bolýandygyna düşüňýäris. (11.3) deňsizlikden P birinji kwadratynyda ýerleşýändigini, her bir deňsizlik (58) $\sum_{j=1}^2 a_j \dots x_j = b_j$ (SUR 13) göni her tarpda ýerleşen köp nokatlary geometriki taýdan kesgitlenýär, ýagny polkiedr POABSDEF köp burçlyyk bilen çäklendirilen ugurda daşynda ýatan birinji kwadratdaky çäksiz köplük bolup durýar.



Surat N 13. Geometriki interpretasiýa meselesi.

Amatly bolar ýaly maksatly funksiýa derajesiniň çyzgysyny girizýäris, ýagny X_1 O_{x_2} tekizliginde çyzykda maksatlaýyn funksiýa.

$$F(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 \quad (61)$$

Hemişelik baha eýe bolýar meselem X we ony Z_a a diýip aňladýarys. Görüp durşy ýaly FORMULA $\check{Z}_\alpha = \{(x_1; x_2): f(x)\} = \alpha$ derajesiniň her çyzgysy göni bolup durýar; şonbda graf $f(x) = \left\{ \frac{\partial f}{\partial x_1} \frac{\partial f}{\partial x_2} \right\}$ derajesiniň çyzgysyna perpenbdikulýar we (häzirki ýagdaýda) artýan tarapyňa \mathcal{E} ugradylan N wektor bolup durýar.

Şelelik bilen, biz amatly çözgüdi tapmak üçin derajäniň çyzgyny OABCDE köp burçluga degýänçä süýşirmeli, şonda Z ähtimal göni çyzyk haýsydyr bir beýiklige baryp degýär (biziň ýagdaýymyzda C), ýa-da haýsydyr bir gapyrga (meselem, CB ýa-da CD - de C_1 we C_2 parametirleri üýgedende) degýär.

Kwadratlar da gyzyklanmalary gawat gelmeýän dürli gatnaşyjylaryň öz aralaryna dürli ýagdaýlar ýüze çykýar. Matimatiki modeller we dawaly ýagdaýlar diýip atlandyrylan barlag üçin usullar oýunlaryň nazaryýeti adyny aldy (18).

Bu nazyýetiň ýönekeý düşüňjesini we netijesini görkezeliň oýun sözi diýlip oýunçylar-gatnaşyjylar tarapynda kadalara easaslanyp kadalary kawul edilmeginiň umumy jemine düşünilýär. Oýnuň netijesinde düzgüne laýyklykda utulan oýunçy utana tölemeli bolýan tölegi onuň netijesi bolup durýar diýeliň. Ilki bilen ýönekeýlik üçin (0) summaly iki adamyň oýny bilen çäkleneliň bular ýaly oýny doly kesgitlemek üçin tölegleriň tablisasyny töleg matrisany meselem 3 – 4 aşakdaky matrisany düzmeli

$$A = \begin{vmatrix} 5 & 4 & 8 & 8 \\ 0 & -1 & 5 & 5 \\ 1 & -2 & 3 & 3 \end{vmatrix}$$

Bu ýazgy A oýunçy maktrisany satirinbde birini saýlap alýan dygy B oýunçynyň bolsa, A -nyçň saýlaýandygyny bilmän matrisanyň sütünlerin de birini saýlap alýan dygyny aňladýar. Saýlanyp alnan sewitleriň we sütünleriň kesişýän ýerindäki san birinji oýunçynyň utuşyny (şoňa laýyklykda ikinjisiniň utulandygyny) kesgitleýär meselem, eger A ikinji setiri saýlap alan, B üçünji sütüni alan bolsa, onda A 5 birligi utýar, B bosa olardan utulýar. Eger – de A üçünji setiri, B ikinji sütüni saýlap alanda, A oýunçy 2 birlik utulýar, B bolsa olaryn utýar.

Her oýunçynyň maksady mümkin bolan iň kiçi utuşyň maksimizasiýasyndan ybarat diýip hasaplalyň (şoňa laýyklykda mümkin bolan iň uly utulyşyň minimizasiýasy). Oýnuň nazaryýetinde ýüze çykan esasy sorag: oýunçylaryň her biriniň oýnamak üçin iň gowy usuly barmy, ýagny olaryň optimal strategiýasy barmy?

Erginleriň hereketi.

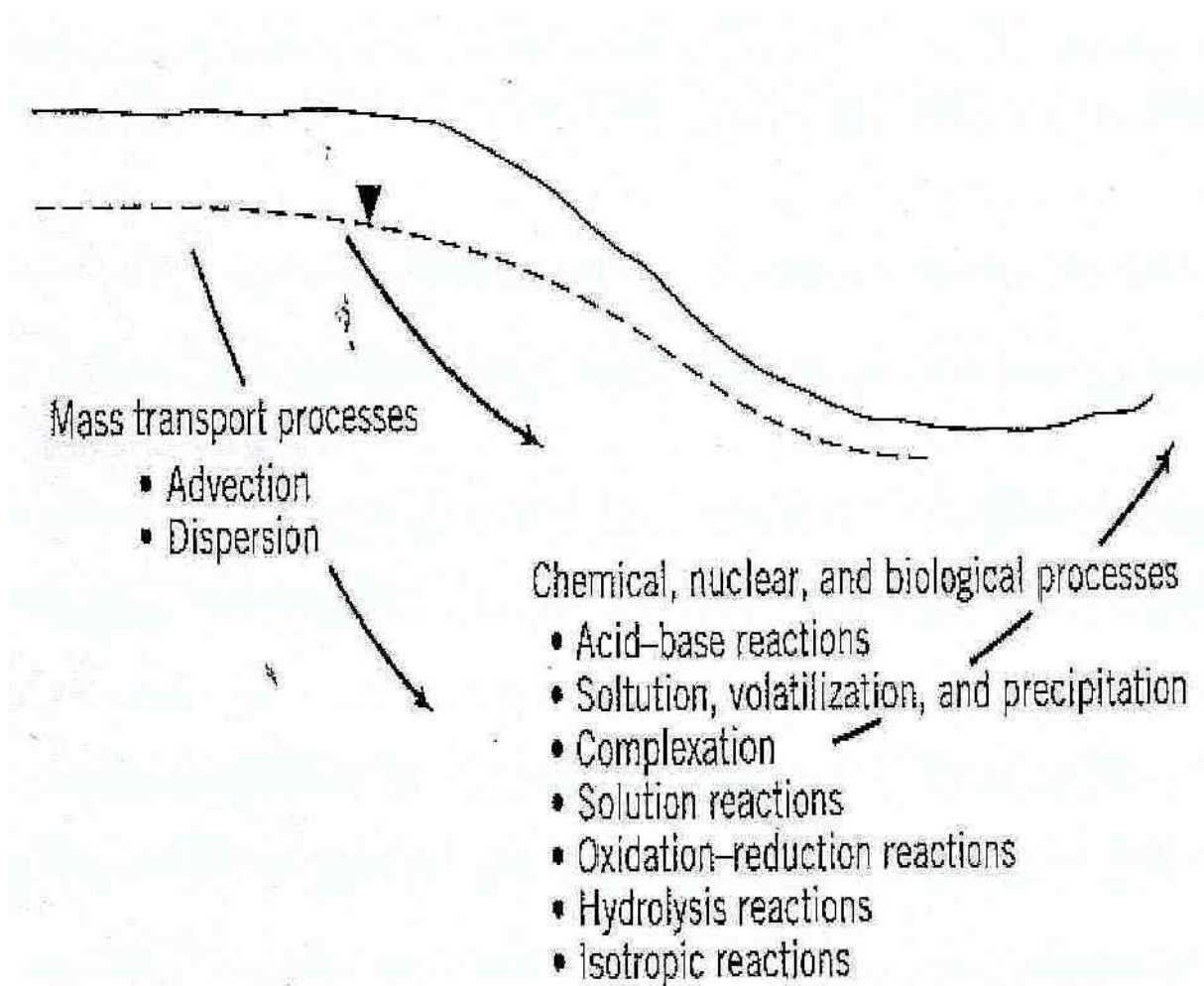
1. Adweksiýa..

Ýerasty suwlaryň ýaýraýşy we adweksiýa prosessleriň özara gatnaşygyny we olaryň aragatnaşygyny düşünmek üçin esasy ýaýratmagyň ulgamlaryny adweksiýa tarapyndan seretmeli. Mysal üçin: topografikaly ýaýratmagyň ulgamlary esasy faktorlaryň täsirleri bilen häsiýetlenýär. Olary ýerasty suwlaryň ýaýratmak modeli bilen görkezýärler. Suwuň düzüminiň tablisasy, geologiki gatlaklaryň modeli, ýerasty suwlaryň basseýniň ölçegi, maddalaryň zyňylmagy we düşmegi we olaryň gözegçiligi we massa geçirijisiniň derejesi.

1) Birinjisi adweksiýanyň täsirini turbalaryň akymy bilen baglanşyp häsiýetlendirýär, esasy bir ýa-da köp akymlar bolmagy mümkin. Beýleki prosessler (dispersiýa) massa çalyşma prosessi bilen akymyň arasynda kesgitlenýär.

2) Ýaýratma ulgamlaryň gaty gurluşlarynyň sistemasynyň dowamynda traýektorýanyň çyzyklary bilen toplumlaýyn ýaýratma ulgamyny görkezýär. Sebäbi adweksiýanyň esasy transportasiýanyň ýerasty suwlaryny ýaýratmak modelleriň bilimleri maddalaryň migrasiýa prosesslerini modelirlemeklige kömek edýär.

Eger massa geçirijiniň prosessleri ýerasty suwlaryň ýaýramagyna täsir etmese, onda täsirler peselýär we ýerasty suwlaryň geçirijilik derejesi üýtgeýär. Suwuň we maddalaryň ýaýramagy peselýär. Tejribede köp meselelere seredilende ýerasty suwlar we onda eredilen maddalar bir ugurda we bir derejede hereket edýärler.



Surat N 14 Ýerasty suw akymynda massanyň hereketiniň görnüşi

Munuň sebäbi adweksiýanyň geçirişi Darsiniň deňlemesi bilen häsiýetlendirilýär.

$$\mathfrak{g} = \frac{k \partial b}{n_e} \quad (62)$$

bu ýerde:

g-ýerasty suwlaryň akymalarynyň tizligi;

k-gidrologiki konduktiwlik;

n-effekt öýjügi;

∂b/ -gidrologiki gradient (surat N 15)



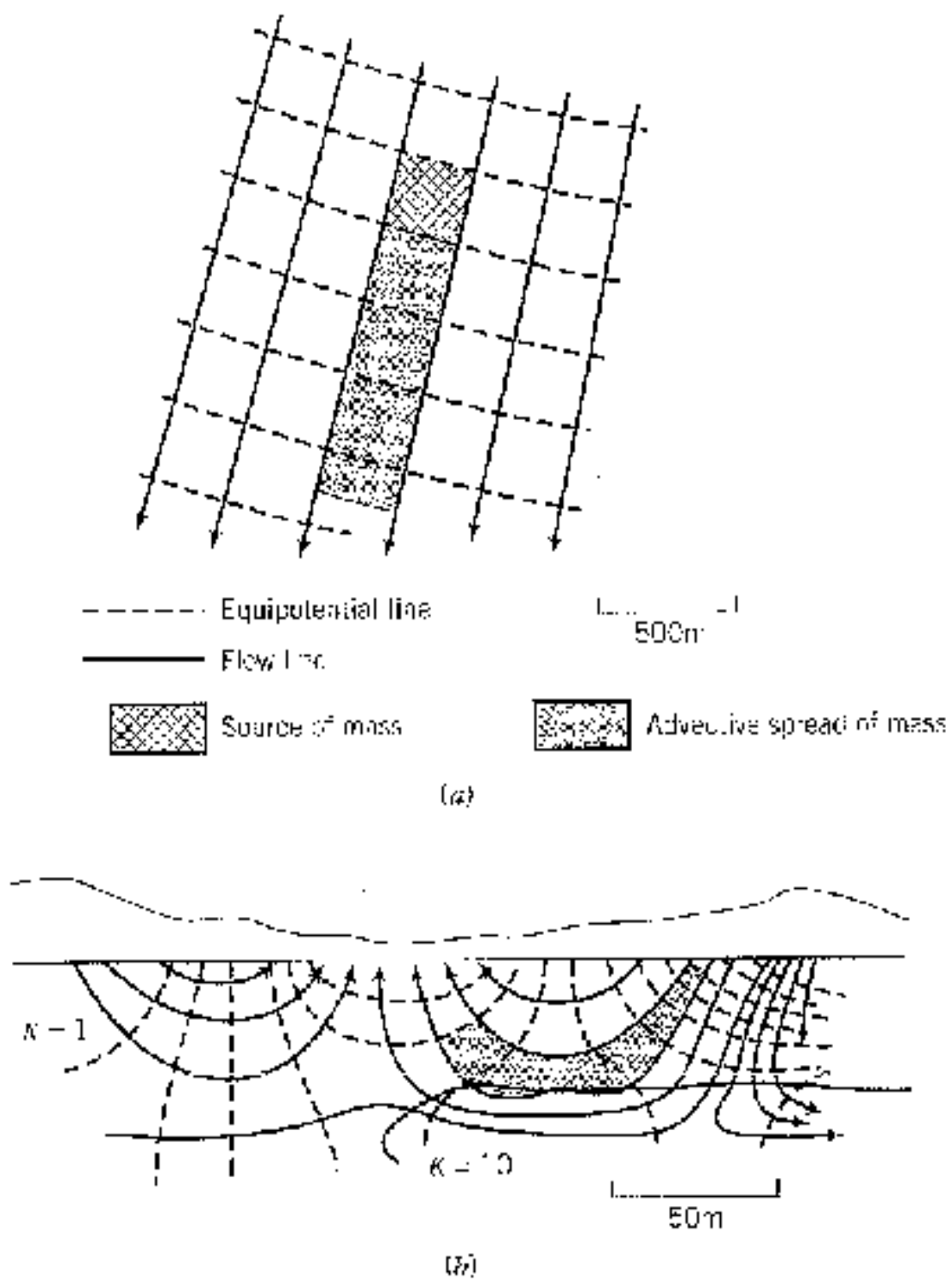
Bu sebäpli ýerasty suwlaryň akymalarynyň tizligi we adwektiw geçiriji öýjükleriniň effektiniň ulanylyşyna ulanylýar. Bu pikir wajyp daglaryň jaýryklarynda. Öýjükleriň effektini peselen ýerinde we onuň derejesiniň $1 \cdot 10^{-4}$ ýa-da $1 \cdot 10^{-5}$ aşak.

Ýerasty suwlaryň tizligi we adweksion tizligi tapawutly bolsa, onda bu ýagdaýy Koreý we Krupp alymlary seretdiler. Olar görkezdiler otrisatel zaryatly ionlaryň hereketi eredilen suwuň tizliginden uly. Elektrik häsiýetler minerallaryň gurluşy bilen we anionlar şýjüklereň merkezinde ýerleşýärler. Olaryň tizligi ýokary öýjüklere uly. Suwda öz-özünden kiçi tizlikde hereket edýän öýjüklereň arasynda alternatiw ýagdaýda adweksion tizligi položitel. Sebäbi geologiki merkezi membranalaryň häsiýetleri ýaly bolýar. Erginler membranadan süzülýär. Sebäbi olaryň elektrokinetikasy meňzeş. Membrana süzmek prosessler basseýnlerde geýýän prosessler bilen gabat gelýär.

Tejribede köp meseleleri seredilende ýerasty suwlar we onda eredilen maddalar bir ugurda we bir derejede hereket edýärler.

2 Dispersiýanyň esasy konsepsiýalary. Ýerasty suwlaryň maddalaryň ýaýramagyny gözegçilik edende birinjiden dispersiýanyň konsepsiýasyna seretmeli. Dispersion ýaýramagy kesgitlenen sebitlerde massa ýaýramagy hadysalar bilen bagly. Bu pikiri 3-nji suratda ýönekeý apparat bilen görkezmek mümkin. Apparat ýönekeý we ony Darsi kolonna bilen kesgitleýärler we permiýatyň barlagyny traser bilen häsiýetlendirýärler. Maddalaryň suwda ýaýramagy hasap edilende kolonnanyň göçmegi bilen meňzeş. Prosess bilen baölänýän maddalaryň eremegi bilen we onuň konsentrasiýasyna tapawudy çyzgyda görkezilen (konstruksiýanyň kinetikasy). Maddalaryň ýaýramak kolonnadan geçirende wagtlaýyn funksiýasy we onuň üýtgemegi konstruksiýa we wagt bilen bagly. Ýerasty suwlarda hakyky maddalaryň konsentrasiýasynyň üýtgemegi kolonna girende we çykanda 3^a çyzgyda görkezilen.

Hakyky konsentrasion suwdaky migrasiýaly konsruksiýasy 3^a suratda görkezilşi ýaly kolonnadan ösýär we peselýär. Konsentrasion bu üýtgemesi wagtlaýynça (kinetika). Belli bolşy ýaly funksiýanyň çyzgysynda üýtgeýän agram



Surat N 15 Çüňňur däl (a) we çäklendirmedik suwly gatlaklarda (b) adwekşiniň kömegi bilen massanyň ýaýraşy

we tiz yrgyldynyň gyşarmasynda baglanýar. Täsirlenýän çyzgynyň ýarylmagy we üýtgemegişol bir derejäni agram funksiýanyň akymyndaky ýaly saklaýar.

Dispersiýa garyşýan zona bilen çalyşýan elementiň hem-de grasiýanyň arasynda döreýär. Kābir massa derejesiniň üýtgeşmesi girýän we çykýan kolonnada önüm hökmünde üýtgeýär. Ýaýrama pozisiýasy we çyzgy konstruksiýasynyň üýtgemegi e/C0 **3^a** suratda görkezilen we dispersiýa prosessi hökmünde we beýleki prosessler agram funksiýasy bolup, baglylyk çyzgysy meňzeşdir. Garaşma zonasy giriş frontuň töwereginde döreýär **3^b**. Dispersiýa hem şol görnüşde ugrukdyrylan traýektoriýa hökmünde frontuň başyndan frontuň ahyryna çenli döreýär. (surat 16)

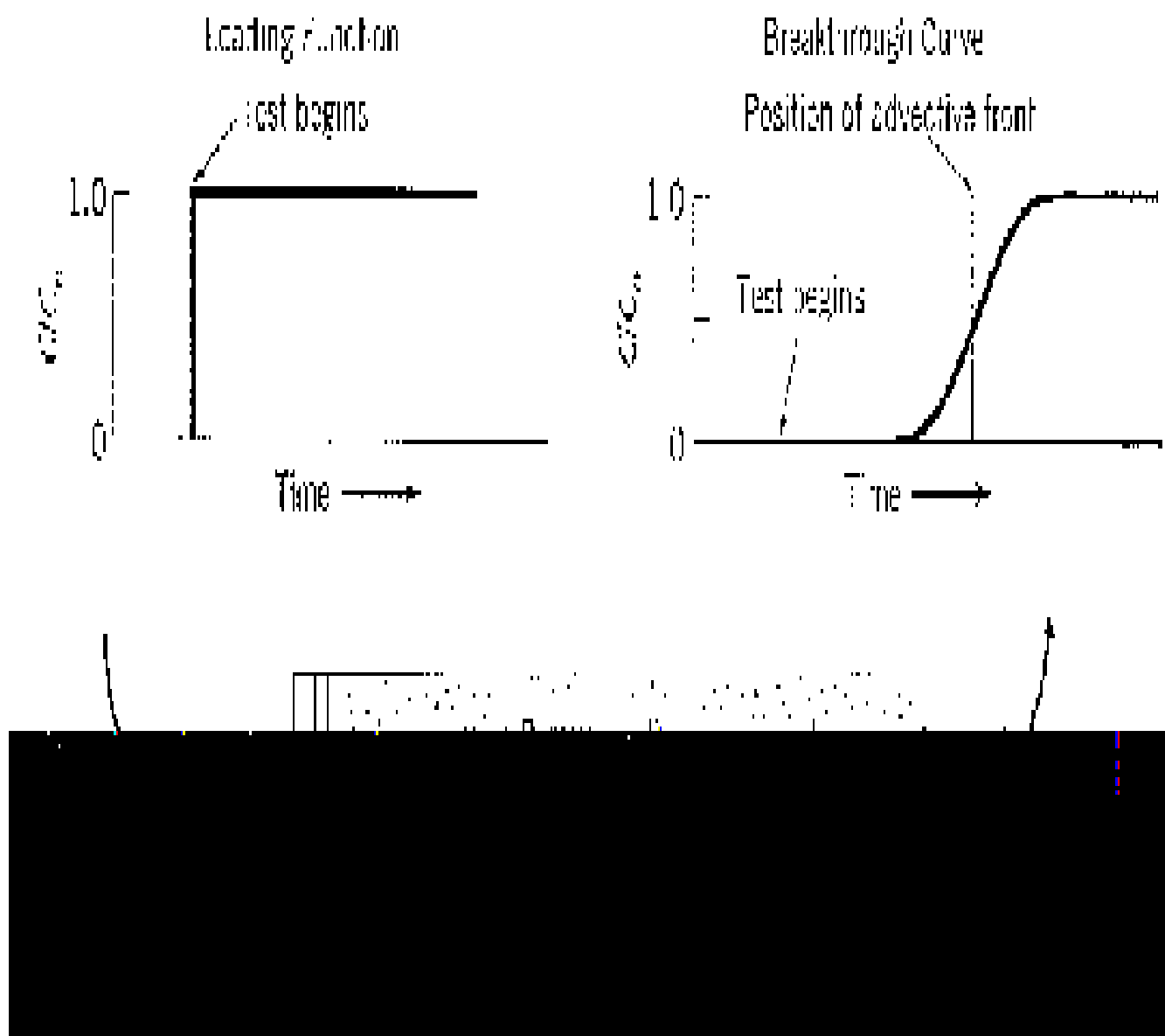
Garyşýan zonanyň derejesi giriş frontuň ahyryna çenli döreýär. Garyşýan zonanyň derejesi giriş frontuň akymyndaky ýaly ösýär.

Bular ýaly synag sütüni mysal hökmünde migrasiýa bagly ýaýramanyň dispersiýa girmegi ikili we üçli ölçegli üýtgeşmesi bolar. 4-nji suratda görkezilen. Beýleki tarapdan dispersiýa massanyň döreýşi ýaly ýaýraýar. Bularyň ikisiniň ýaýramagy hem edil şolar ýaly döreýişde maddalaryň birbada ýaýramagynda ýerine ýetýär. Bu dispersiýa gorizontal we wertikal dispersiýa hökmünde seredilýär.

Dispersiýa üç ölçegli ýaýraýyşda geçiş bilen wertikal we gorizontal traýektoriýa hökmünde beýleki tapawutlarda saklaýan aralyklarda **3^b we 4^b**, şol bir ýerde siňdirme fronty bilen dispersiýanyň ýaýramagy konsentراسiýanyň hakyky alamatyna we urga bagly.

Transportirleme wagty kolonnanyň ýokary derejesinde dowam edip, suw bilen dolýar we migrasiýaly konsentراسiýanyň elementi **C₀** şol zonada konsentراسiýasy hemişelik. Bu netije 100 gezek kolonnada synag ugrunda bolýar. Şol ýerde ýaýaraýan migrasiýa hasaba alynmaýar. Bular ýaly migrasiýanyň ýaýramagy bilen gorizontal dispersiýanyň konsentراسiýasynyň üýtgeýän ýerinde zerur. (17surat)

Şeýle-de dispersion zonasy siňdirme fronty bilen gabat gelende, wertikal dispersiýa meňzeş. Netijede zonada massanyň azalmagy siňdirme frontynyň ýanynda ýerleşdirilen. Şol ugrukdyrmada siňdirme frontyň ýanynda sistemanyň ýaýramagy konsentراسiýa bagly. Bu bölüm ýoly zerur bolup, gorizontal dispersiýanyň zonasyndan daşda ýerleşýär. Bagly ýagdaý-konsentراسiýanyň ýaýramagyndan, hakyky konsentراسiýa garanynda pes. Şolar ýaly gelýän maddanyň we onuň ýaýramagy, alnan wertikal planda hemme meýdany tutýar. Dispersiýaly migrasiýa konsentراسiýasynyň dikelmegine ukyply. Şol wagtda



Surat N 16. Kolonnada gispersiýa prossesini gözegçilik etmek üçin ulanylýan enjam

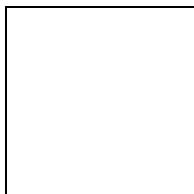
siňdirme frontunyň ýanynda gorizonta dispersiýa hökmünde diňe akym frontuna ukyply.

Dispersiýa merkezi öýjükden geçýär. Sebäbi ol 2 prosessden durýar:

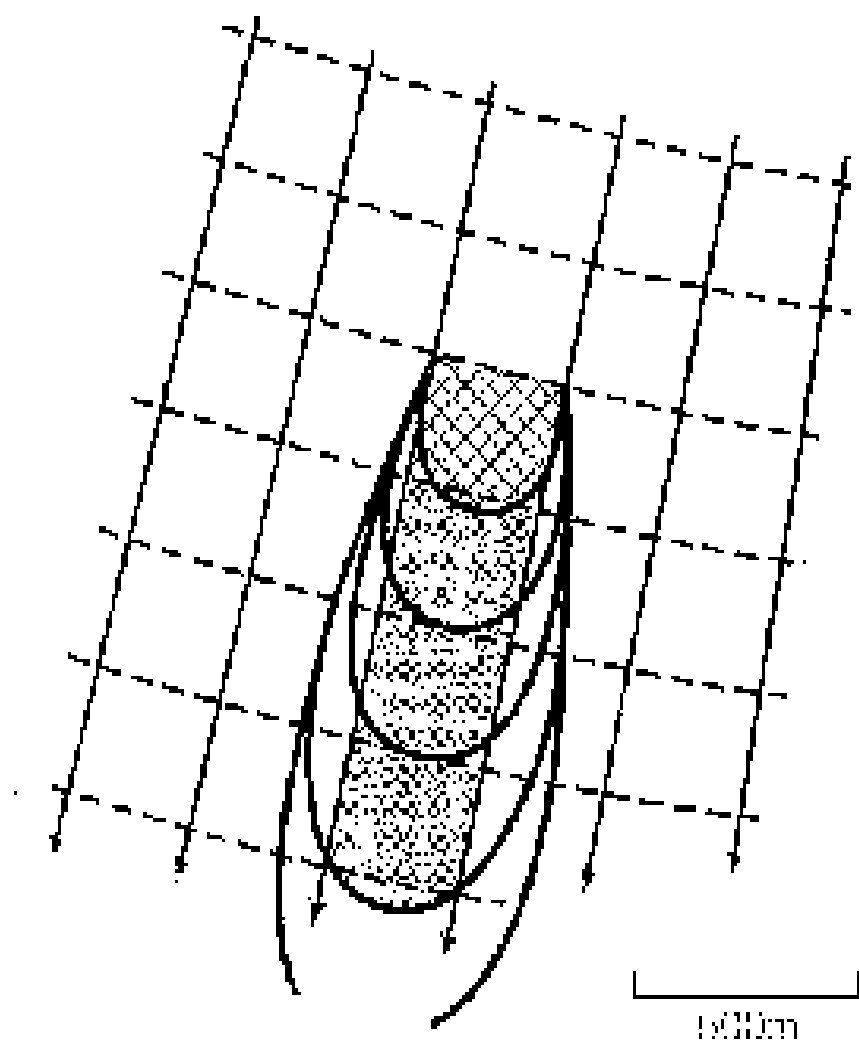
1. Diffuziýa

2. Garyşma

Bu prosessa **mehaniki dispersiýa** diýilýär.



Surat N 17. Üç wagtyň dowamynda öýjüklerde dispersiýanyň shemalary



----- Equipotential line

————— Flow line

————— Concentration



Source or mass (mg/l)



Mass spread due to
advection alone

Surat N 18. Adwekşiniň we adweksiýa –dispersiýasynyň
çäklendirmedik suwly gatlaklarda maddalaryň ýaýraşynyň kompozisiýasy.

3. Darsiniň deňlemesine görä, gidrawliki gradient bilen ýaýrama çyzgynyň maddasy (q) meňzeş.

Massanyň geçmegi bilen ýönekeý kanun bolan hökmünde maddanyň akym massasy konsentrasiýasynyň gradientine proporsional. Bu kanun Fiksaň kanuny hökmünde belli:

$$J = -D_d \text{ grad } (C) \quad (62)$$

Bu formulada

J-bu maddanyň himiki akymy onuň ýaýraýşyny dürli ugurlarda, konsentrasiýanyň ulalmagy bilen görkezýär.

D_d-proporsional konstanta ýa-da suwuň gurşawdaky diffuziýanyň koeffisienti.

Diffuziýanyň materialyna bagly bolan we konsentrasiýa alamatyň koeffisient diffuziýasyna bagly bolan ölçegleri saklaýar. (L²/T)

Beýleki sözler bilen J mol/L³konstantaň proporsionalyna dürli ölçegde saklaýar.

L²/T. Apparat gradienti grad L⁻¹ölçegde saklanýar.

Garyşma zonasyndaky molekulýar diffuziýa tertipsiz hereketi saklaýar we kinetiki energiýa erginine ýagly bolýar. Sebäbi molekulalaryň meýdanynda ýaýraýan koeffisienti agregat boýunça üýtgeýär. –gaz gurşawda.

Suwujly gurşawdan uly we suwukly gurşawdan gaty ýagdaýlardan uly molekulalaryň aralygy agregat ýagdaýy bilen üýtgeýär. Diffuziýanyň koeffisienti öýjüklerde kiçi tizlikde deňlenende suwuk ýagdaýda. Sebäbi gaty maddalarda diffuziýa prosessi kiçi tizlikde geçýär. 5-nji çyzgyda diffuziýanyň koeffisientiniň derejesi dürli gurşawlar üçin görkezilen. Öýjükleriň merkezinde diffuziýa geçýär. Suwukly fazalarda gaty öýjüklerinde ýerleşendirler. Fiksiň kanuny boýunça gaty bölejikleriň öýjüklerinde suwukly fazalarda diffuziýa aşaky deňleme bilen kesgitlenýär.

$$J = D_d \left[\text{grad } (C_n) + \frac{\tau}{V} \right] \quad (63)$$

Bu ýerde

V- ortaça göwrüm

N-öýjükleriň derejesi

τ- farsion wektory, nirede erkin diffuziýa geçýär.

3-nji formulada görkezilen, çekilen koeffisientiň diffuziýa baglylygy häsiýetli üýtgame Fiksa kanuny.

$$J = D_d \text{ we grad } (C) \quad (64)$$

Bu ýerde D_d – diffuziýanyň koeffisient effektini häsiýetlendirýär.

$$D_d' = D \quad (65)$$

Indiki ýagdaýda

$$J = -D_d' \quad (66)$$

Birnäçe çaklamalara görä hökmany kesgitleme diffuziýanyň täsir koeffisienti (D_d') indiki deňlemeler D_d' merkezi öýjügiň suwuklygy bilen suwuklykdaky diffuziýanyň koeffisienti kesgitlenýär:

$$D_d' = D^* D_d \quad (67)$$

Bu ýerde D^* - peselme konstantasy düzüliş öýjüge bagly bolan köp ýagdaýlarda D^* – öýjüklü we çyzykly funksiýa bolup durýar. seljerijä görä diffuziýanyň koeffisienti täsir kolonnada indiki derejede peselýär.

$$D_d' = \frac{n}{2} D_d \quad D_d \left[\frac{n}{(2-n)} \right]^2 \quad (68)$$

Bu ýerde

D_d – faktory öýjüklü derejesi bilen bagly. beýleki tarapyndan kabul edilen ugry aşakdaky deňleme ýaly:

$$D_d' = n n D_d \quad (69)$$

Bu ýerde

n-peselme sany onda (Grinkon we Kesler)

$$D_d' = \frac{n}{\tau} D_d \quad (70)$$

Bu ýerde

Soňky deňlemede τ -gyşyklygy üýtgeýär we aşaky görkezijiler bilen bagly

Tablisa N1. Geologiki öýjükli strukturanyň merkezi

A.	Geterogenetiki mikropor: öýjükdän öýjüge
1.	Öýjükläriň ýaýrama derejesi
2.	Öýjügiň geometriýasy
3.	Öýjükli zonalaradaky öýjüklär
B.	Geterogenetiki makropor: we gruppadan guýa maglumatlar
1.	Stratifikasion häsiýetleri
a)	Gurnalmadyk stratifikasiýa
b)	Stratifikasiýanyň tapawudy
ç)	Diffuziýanyň koeffisiýenti
d)	Garyşýan zonanyň çatrygy
2.	Suw geçiriş häsiýeti
a)	Gurnalmadyk suw geçiriş
b)	Trenolowyý suw geçiriş
ç)	Ugrukdyrylan suw geçiriş
ç)	Geterogenetiki makropor formasynda (giňişleýin ýa-da regionalnyý)
1.	Giňişleýin geometriýa
a)	Garyşdyrmanyň strukturasy
b)	Stratifikasiýaly struktura
ç)	Hakyky gurluşynyň gipertaformasy

3. Garyşdyrylan zonalarda mehaniki dispersiýa nokatlaýyn wariantlarda geçýär we olaryň tizligi akymyň tizligi bilen bagly. Sebäbi mehaniki prosesse degişli däl. Birnäçe wagtdan soň maddalar kesgitlenen tutýarlar we olaryň disfraksiýalary birnäçe tizligiň režiminde geçýärler (transportirowka). Transport ugurlary we derejeleri obýektleriň merkezleri bilen bagly.

Wajyp görkezijileriň biri prosese berlen gidrawliki konduktivlik bolup durýar. (tablisa N 1)

Geçirijilige bagly bolan käbir geologiki düzümiň görkezijisi hödürlenen. Geçirijilik dürli derejelere bagly we görkezilen alamatlary mikroöýjükdän mikroöýjüge çenli kesgitlenýän esasy ýokarky derejede (tablisany hasaplamazdan) toparlaýyn formasiýa bagly.

Bu 3 görkezijisi bilen mehaniki dispersiýanyň alamatlaryny kesgitlemek zerur. Mysal üçin mikroöýjüklärdäki tizlikler öýjügiň ölçegine bagly bolup, şeýle hem dürli geçirijide olaryň üstünde her biri öýjük üçin özbaşdak we öýjükleýin geçiriji kanallara bagly.

Geterogenetika (**6^bwe6^c suratlarda görkezilen**). Ol dispersiýa baglylygy we mikroöýjügiň derejesindäki akymyň düzümini hödürleýär.

Birinji şertde **6^b**mysal bolup durýar. Gidrolitiki geçiriş tapawudy bolsa dürli derejeli gatlaklarda dürli geçirijini ugrukdyrýar. **6^c**suratda geterogenetiki

mikroöýjügiň derejesi görkezilen. Bu mysaly Sadeskin (1986ý) görkezýär. Ýagny, gidrolitiki netijäniň konduktiwligi şöhlelendirilýär.

Daşamagyň we reaksiýalaryň modelirlemegi

Ýaňy-ýakynda ýerasty gatlagynda himiki prosesleriň san modirlemegi geçirilen.

Bu işleriň esasy maksady adamlaryň hereketleriň täsirini öne almak we galyndylaryň mukdaryny peseltmek. Bu gözegçilik işleri iki modellere esaslanýar: gidrogiologiki modelleri - suwuň hereketini beýan edýärler, we himiki modelleri - suwda maddalaryň özüni alyp barşyny beýan edýärler. Adekwat gidrogiologiki modeller himiki modelleriniň öňünden döreýän şertlerini berýärler. Gidrogiologiki modirlemek çylşyrymlylyk prosess, olary düzmek üçin dürli görnüşli görkezijilerini hasaba almaly.

Adwektiw ýaýraýyşyň deňlemesi

Öýjikli gurşawdan ýer asty suwlaryň hereketi iki hasaba alanda, erginleriň konsentrasiýasyna iki sany prosessler täsir edýar: fiziki – akymyň hereketi, ýaýraýyşy ýada dispersiýasy we himiki prosessler. Ýer asty suwlaryň himiki hereketiniň modirlemeginde adaty nokady - adwektiw ýaýraýyşyň deňlemesi. Onyň ýönekeý bir ölçegli görnüşi:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = D_i \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} - v \frac{\partial C_i}{\partial x} \pm$$

71

Nirede: C_i – i erginiň konsentrasiýasy,

x – aralyk, t – wagt,

D – diffuziýanyň koeffisiýenti,

v – suwuň tizligi.

Diffuziýanyň koeffisiýentini we suwuň tizligini oýlanyşmagyny soň sereders. Eq adalgasy gipotetiki “elementar göwrimiň” aragatnaşygyny 1-nji çyzgyda görkezilen. Birinjiden, adwektiw adalgasy görkezýar: eger konsentrasiýa ütkýär giňişlikde onda dürli görnüşli erginler biziň elementar göwrümüne hereket edýärler (adwekşin suwuklaryň fiziki hereketi). Konsentrasiýasynyň wagtlaýyn ütkemegiň ($\partial C / \partial t$) derejesi suwuklaryň hereketiniň derejesi (v) we aralyk mukdary bilen bagly. Diffuziýasynyň adalgasyny ýönekeý ýoly bilen düşünmek mümkin: Elementar göwrümünde massanyň (konsentrasiýanyň) wagtlaýyn ütkemegi ($\partial C /$

∂t) sag we çep taraplaryň diffuziýalarynyň tapawutlaryna deň. Diffuziýanyň prosesslerini Fikiň kanuny bilen gurnamak mümkin. Bir ugurda birinji kanun berilen

$$J = -D \frac{\partial C}{\partial x}$$

72

Bu ýerde:

J – akym, massanyň göwrüminiň birliginden keseligine wagtyň birligine hereketi; D – diffuziýanyň koeffisiýenti;

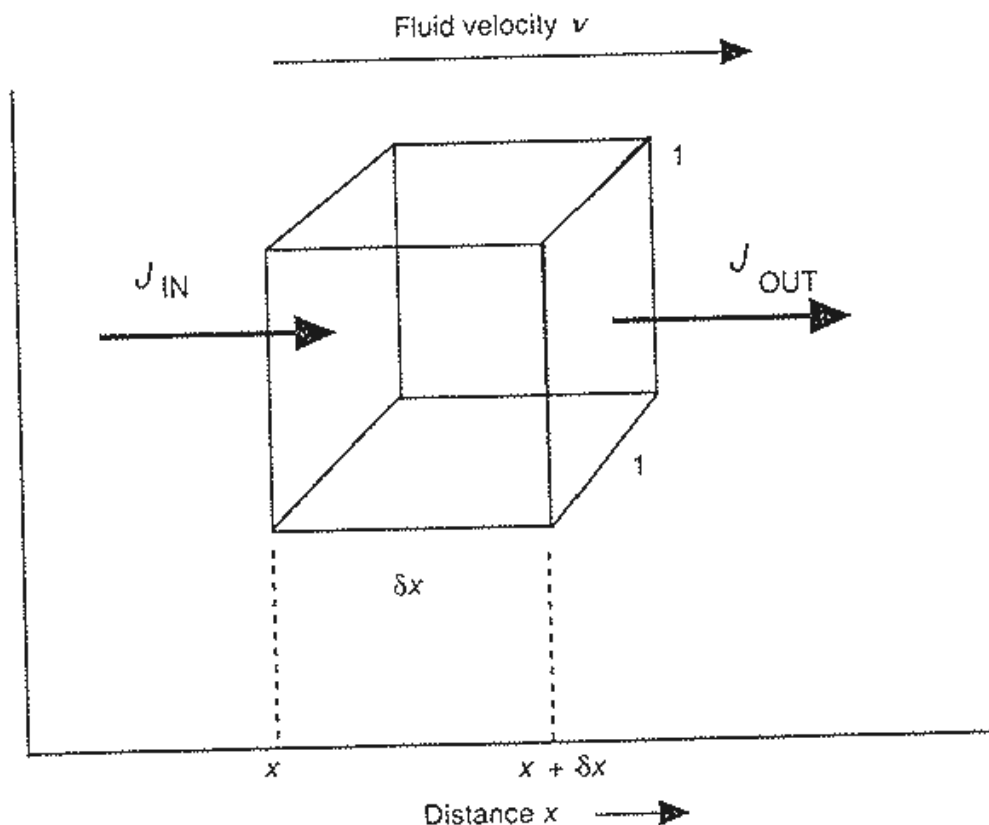
$\partial C / \partial t$ – konsentrasiýanyň gradiýenti.

Diffuziýanyň birlikleri Eq analizden çykarmak mümkin.

J birligi $ML^{-2}T^{-1}$; $\partial C / \partial t$ birligi ML^{-2} , olar D birligini berýärler $L^{-2}T^{-2}$. Diffuziýanyň koeffisiýenti üçin birlig cm^2/sec ýada m^2/sec . Birinji Fikiň kanuny boýunça akym gradiýentyň konsentrasiýasyna proporsional.

Proporsional: proporsional hemişiligi diffuziýasynyň koeffisiýentine deň. Hakykatda akym konsentrasiýanyň gradiýentine ters ugurda: erginler yokary

konsentrililen zolaklardan gowşak konsentirlenen zolaklara geçýärler.



For advection:

$$J_{IN} = v C_{x=x}$$

$$J_{OUT} = v C_{x=x+\delta x}$$

For diffusion:

$$J_{IN} = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x=x}$$

$$J_{OUT} = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x=x+\delta x}$$

Surat N 18. Bir ölçegli adweksiýasy we onyň elementar göwrümünde ýaýraýyşy

Yzyna elementar göwrümine dolandyrylanda (cыз.1) akymyň diffuziýasy göwrüniniň çep tarapyndan;

$$J_{\text{in}} = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x=x} \quad (73)$$

akymyň diffuziýasy göwrüniniň sag tarapyndan:

$$J_{\text{out}} = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x=x+\delta x} \quad (74)$$

Göwrüminde $1 \times 1 \times \delta x$ massanyň (δm) ütkemegi wagtyň δt , dowamynda ulanýar we aşakda görkezilen:

$$\delta m = (J_{\text{in}} - J_{\text{out}}) \delta t \quad (75)$$

Şonuň bilen birlikde massa – konsentrasiýa - göwrüm

$$\delta m = \delta C \delta x \quad (76)$$

3-njiden 6-njy deňlemeleri birleşip çykarýarys

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x+\delta x} - \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_x}{\delta x}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (77)$$

7-nji deňlemede Eq. adalgasy adwekşin – diffuziýa. Bu bolsa Fiksyň 2-nji kanuny.

Rezümede, Eq. konsentrasiýanyň wagt boýunça üýtgemegi adweksiýanyň, diffuziýanyň jemine deň we himiki reaksiýalara bagly. görkezýar

Üns beriň: eger konsentrasiýanyň gradiýentine çyzykly däl bolsa onda diffuziýanyň adalgasy zerur, we konsentrasiýanyň gradiýentine nol bolmasa onda adwekşion zerur. Soň biz himiki reaksiýalaryň adalgalaryny sereders.

Ulgamyny biz barladyk gomogen hasabynda, ýöne onyň suw geçiriji gatlaklar üznüksiz we olar däneleri we öýjükleri saklaýarlar.

Gidrogologiýa adaty Elementar Göwrüminiň düşüňjesine esaslandy. Seredeli nähili çägeniň öýjüklilik göwrüm funksiýa ýaly ütkeyaär. Eger göwrüm dänelerden has kiçi, onda öýjüklilik bire deň (eger göwrüm öýjeklerde) ýada nul (eger göwrüm dänede). Eger ölçeýän göwrüm däneleriň ölçeklerine deň, onda öýjüklilik göwrümleriň ýerleşine bagly (dänede ýada porlarda), eger göwrüm bir näçe dänäläriň ölçeklerine deň onda öýjüklilik göwrümleriň merkezleri bilen bagly däl. Eger göwrümleriň ölçekleri ondan hem uly bolsa onda öýjüklilik ýene-de göwrümleriň merkezleriniň ýerleşine bagly. Görnüş ýaly, REV dänejiğiň effekteine bagly ýöne uly däl we makroskopiki zeminiň üýtgeşikligini hasaba almaýar. Zemin modirlenen kontium ýaly, onyň häsiýetleri orda ölçeklerine bagly. Biziň oýlanyşmamyz öýjüklilige bagly ýöne beýleki parametirler geçiş, kation çalşma ona täsir edýärler. Biziň pikirimiz däneleriň öýjüklilik gurşawyna gönükdirlenen. Bu konsepsiýany bölünen gaýaga ulanýärler, onda öýjükler we gaty bölüjikleri syzdyryjylyk däl hasaplanýär. REV ep-esli uly bolmaly, döwlen ýerler we blorlak onuň düzümine girmeli. Hakyky geçirilişiniň modilirllemegini gözegçilik edende adweksiýany we diffuziýany jikme-jik seretmeli.

Ýylylyk energetiki desgalaryň modelirlemeginiň esaslary

1. Differensial deňlemeleri düzmek.

Awtomatik sazlanma differensial deňlemeler bilen görkezilýän geçiş ýagdaý bilen iş salyşýar. Şu deňlemeleri düzmek we işlemek sazlanma teoriýasynyň ýumuşyna girýär. Differensial deňleme garaşsyz üýtgeýjini, onuň funksiýany we şol funksiýaň ýasalanyny baglanyşdyrýar.

Differensial deňlemeleriň köp görnüşi bar. Köplenç sazlanmaň teoriýasynda şu görnüşde bolýan gönümel differensial deňlemelere gabat gelinýär:

$$a_0 \frac{d^n x}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} x}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dx}{dt} + a_n x = F \quad (B-1) \quad (78)$$

nirede t – garaşsyz üýtgeýji,

x – onuň funksiýasy,

a_0, a_1, \dots, a_n we F -den – funksiýa.

Aýratynlykda, eger $F=0$, a_0, a_1, \dots, a_n – bolsa hemişelik ululyklar, onda deňleme hemişelik koeffisiýentli birmeňzeş differensial deňleme diýip atlandyrylýar. Ol şu görnüşde bolýar.

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} x}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dx}{dt} + a_n x = 0 \quad (B-2) \quad (79)$$

Şular ýaly deňlemäni harakteristik algebraik deňlemäň kömegi bilen işlenilýär.

$$a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n = 0 \quad (B-3) \quad (80)$$

şunuň köki P_1, P_2, \dots, P_n bolýar.

Dürli ähmiýetli köklerde differensial deňlemäň umumy işleýşi aýry işleýşiň (hemme kök boýunça) summasyna deň, ýagny:

$$y = C_1 \ell^{P_1 t} + C_2 \ell^{P_2 t} + \dots + C_n \ell^{P_n t} = \sum_{i=1}^n C_i \ell^{P_i t} \quad (B-4) \quad (81)$$

nirede,

C_1, C_2, \dots, C_n – integrirlemek hemişeligi.

Sag tarapky differensial deňlemäň işleýşi [mysal üçin (B-1) deňleme], iki işleýşiň summasyna deň: umumy şolar ýaly birmeňzeş deňleme üçin we aýry – şu deňleme üçin.

Ýokary tertiplikdäki differensial deňleme operator usuly bilen işlenilýär. Operator formada ýazmak üçin simwollar girizilýär:

differensirlemek üçin

$$\frac{d}{dt} = P; \quad \frac{d^2}{dt^2} = P^2 \text{ we başgalar;}$$

integrirlemek üçin

$$\int_0^t dt = \frac{1}{P}; \quad \int_0^{t_1} \int_0^{t_2} dt_1 dt_2 = \frac{1}{P^2} \text{ we başgalar.}$$

Operator formada ýazylan gönümel birmeňzeş differensial deňleme, şu görnüşde bolýar:

$$(a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n) \cdot x = 0 \quad (B-5) \quad (83)$$

Operator usuly kompleks üýtgeýjiň funksiýasynyň teoriýasynda esaslanan Laplasyň özgermegini ulanýar. Şonda P simwoly san görnüşde ulanmak mümkin. Şonda differensirlemek we integrirlemek operasiýalar algebraik operasiýalar bilen çalşylýar. Laplasyň göni özgermegi

$$F(P) = \int_0^{\infty} f(t) \ell^{-pt} dt \quad (B-6) \quad (84)$$

gatnaşyk bilen aýdylýar.

Bul eger-de hakyky t üýtgeýjiň $f(t)$ funksiýasy bar bolsa, onda şolar ýaly özbaşdak kompleks $P = \alpha + j\omega$ (niredede $j = \sqrt{-1}$) üýtgeýjiň $F(P)$ funksiýany tapyp boljagyny aňladýar. $F(t)$ funksiýa original diýlip atlandyrylýar, $F(P)$ funksiýa (original diýlip) bolsa şekil diýip atlandyrylýar. Original şekilde geçiş operasiýasy $F(P)=f(t)$ ýa-da $F(P)=L[f(t)]$ ýaly gysgaldylan görnüşde bolýar.

Laplasyň ters özgermegi şul deňleme bilen görkezilýär:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} F(P) \ell^{pt} dp = \frac{1}{2\pi j} \int_0 F(P) \ell^{pt} dp \quad (B-7) \quad (85)$$

Mundan $F(P)$ ululyk boýunça $f(t)$ tapmak mümkin gysgaça geçiş operasiýasynyň belgisi şu görnüşde bolýar.

$$f(t) = F(P) \text{ ýa-da } f(t) = \frac{1}{L} [F(P)]$$

Görkezilen gatnaşyklar boýunça $f(t)$ -den $F(P)$ we tersine geçiş tablisasy düzülendir. Özbaşdak matematik operasiýalar üçin Laplasyň özgermeginiň meseleleri B-1 tablisada görkezilendir.

Sazlamagyň ýumuşlarynyň çözüşinde köp gabat gelyän funksiýalar üçin Laplasyň özgermeginiň meseleleri 2 tablisada görkezilendir.

Kä wagt Laplasyň özgermegine derek Karsonyň özgermegi ulanylýar.

Gönümel ýagdaýda bu özgermek şu matematiki operasiýany tipli üçin Laplasyň özgermegi.

Hakyky	Görnüş	bellik
$at(t)$	$aF(P)$	a-hemişelik ululyk
$t_1(t) \pm t_2(t)$	$F_1(P) \pm F_2(P)$	
$\frac{d[f(t)]}{d+n}$	$pF(P) - t(0)$	
$\int t(t)dt$	$p^n F(P) - [p^{n-1}xf(0) + p^{n-2}f'(0) + \dots + t^{n-1}(0)]$	Eger-de integrallyň başlangyç ähmiýeti hahykysyna görä nola deň.
$t(t-\tau)$	$\frac{F(P)}{P}$	
	$F(P)\ell^{p\tau}$	

Awtomatik sazlanmaň ýumuşlarynyň işleýşinde gabat gelyän Laplasyň özgermegi:

Hakyky	Görnüşü
	$\frac{1}{P}$
	$\frac{1}{P^2}$
	$\frac{1}{P} \ell^{-p\tau}$
	$\frac{1}{P \pm \alpha}$
	$\frac{1}{(P + \alpha)^2}$
	$\frac{w}{P^2 + w^2}$
	$\frac{P}{P^2 + w^2}$
	$\frac{P + \alpha}{(P + \alpha)^2 + w^2}$
	$\frac{(P + \alpha)^2 - w^2}{[(P + \alpha)^2 - w^2]^2}$
	$\frac{1}{P^n}$

görnüşde bolýar.

$$F(P) = P \int_0^{\infty} f(t) \ell^{-pt} dt \quad (B-8)$$

$$F^*(P) = PF(P) = PL[f(t)] \quad (B-9)$$

Ters ýagdaýda

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{F^*(P)}{P} \ell^{pt} dp \quad (B-10)$$

Funksiýa – originaly tapmak üçin köplenç Laplasyň ýa-da Karsonyň özgermeginiň derejesine integral aýyrmalar ulanylýarlar.

$$f(t) = \sum_{i=1}^{i=n} \operatorname{Res} \left| F(P) \ell^{pt} \right|_{p=pi} = \sum_{i=1}^{i=n} \operatorname{Res} \left| \frac{F^*(P)}{P} \ell^{pt} \right|_{p=pi} \quad (B-11)$$

nirede Res – integral aýyрмаň belgisi

Enjamlaryň awtomatizasiýa prosesini modelirlemek

1. Awtomatizasiýa barada düşünje.

Tehnologik prosesin çylşyrymlylygy we geçişiniň çaltlygy bilen düşündirilýär. Şeýle - de olaryň düzgünleriniň bozulmagyna (duýgurlygy) iş şertleriniň zyýanlydygy, işlenilýän maddalaryň partlama we ýangyn howplulygy we ş.m awtomatlaşdyrmagyň zerurlygyny görkezýär.

Önümçilikde awtomatlaşdyrmagyň ornaşdyrylmagy agyr fiziki zähmediň gysgalmagyna, işçileriň sanynyň azaldylmagyna, zähmet öndürijiliginiň artmagynyň, işgärleriň önümçilik şikeslerini almagynyň azalmagyna we beýlekilere ýardam berýär.

Awtomatlaşdyrma önümçiligiň esasy görkezijileriň netijeliliginiň gowulanmagyna getirýär. Ýagny öndürilýän önümiň hiliniň ýokarlanmagyna, mukdarynyň artmagyna we özüne düşýän gymmatynyň azalmagyna getirýär.

Ýörite awtomatiki gurluşlaryň ornaşdyrylmagy enjamlaryň bökdençsiz işlemegine şert döredýär, şikes ýetmek howpuny ýok edýär, atmosfera howasynyň we suw obýektleriň senagatynyň galyndylary bilen hapalnamagynyň önüni almaga kömek edýär.

1. Toplum ölçeyji tehnikanyň esasy serişdesidir we GOST 5542 boýunça ýanyjy tebigy gazlaryň, suwuklyklaryň temperaturasyny, basyşyny, dykzlygyny, göwrüm ýa-da massa harçlanmasyny, göwrümini ýa-da massasyny ölçemek üçin niýetlenen.

- göwrüm ýa-da massa harçlanmasy hem-de ölçeyji turbageçirijiniň üsti bilen geçýän gurşawyň göwrüminiň we massasynyň GOST 2939 boýunça standart şertlerine laýyklykda hasaplanylýar.

2. Bir toplum bir wagtda hyzmat edilişi üç sany VTP çenli üpjün edilýär.

Gurşawyň göwrümi (massasy) ýa-da massa ýa-da göwrüm harçlanmasy üçin peýdalanylýan enjamyň görnüşine baglylykda , temperaturany, agdyklyk edýän absolýut we differensial basyşy ölçeyän üýtgedijiler hem-de tilsimatly prosesleriň barlanyş we dolandyrylyş funksiýalaryň görnüşlerine baglylykda ýerine ýetirilýär. Toplum indiki shema laýyklykda belgilenilýär

FLOUTEK

Toplumyň esasy şertli belgilenişi

x xx ýa-da xxx – turbageçirijileriň mukdaryna laýyklykda alamatlaryň mukdary. Toplum gurşawyň parametrlerini ölçemekde amala aşyrylýar. Şunlukda turbageçirijilerde gurnalan gurluşyň görnüşi harçlanmaly ýa-da göwrümi ölçemek üçin niýetlenen.

xxx

x = 1	standartly diaframmaly harçlanmany ölçeyän gurluş
x = 2	basyş emele getirýän ortalaýjy turbaly harçlanmany ölçeyän gurluş
x = 3	hasaplaýjy
x = 4	harçlanmany ölçeyji (rashodomer)

Bir (x) iki (xx) üç (xxx) turbageçirijilerde temperaturany we basyşy ölçemek üçin peýdalanylýan temperaturany, absolýut, agdyklyk edýän we differensial basyşy ölçeyji üýtgedijiler

x = 1	sifirli ýa-da analogly üýtgedijileriň toplumy
x = 2	sifirli köp parametrlil üýtgedijiler
x = 3	absolýut (agdyklyk edýän) we differensial basyşy, temperaturany üýtgedijili sifirli kiçi toplumly korrektör-üýtgediji
x = 4	absolýut (agdyklyk edýän) we differensial basyşy, temperaturany üýtgedijili sifirli kiçi toplumly korrektör – üýtgediji

4. Toplum GOST 12.02.020 boýunça 1E X I B II T3 X partlama goraýjylyk görnüşi bolýar we jaýlaryň partlama howply zonalarynda hem-de “Elektrik desgalaryň gurluşynyň düzgünleri”. Ýörite desgalaryň elektrik enjamlary. ДМАОП 0.00-1 32-01 (ПВЕ ЭСУ) hem-de partlama howply zonalarda elektrik enjamlaryň peýdalanylyşyny reglamentleşdirýän beýleki direktiw resminamalaryň talaplaryna laýyklykda daşky desgalarda gurnalýar.

5. Toplum aşakda görkezilen usullaryň biri boýunça gurşawyň harçlanma ölçeyjilik mümkinçiligini üpjün edýär:

a) standartly gysylýan gurluşda basyşyň üýtgäp durmagynyň usuly boýunça, mysal üçin GOST 8.563.1 boýunça (ФЛЮВТЕК – ТМ – 1 modifikasiýa toplumy) diaframmada ýa-da ortalaýjy turbada. Şunlukda basyşyň üýtgemegi normativ resminamalaryň täsirine laýyklykda amala aşyrylýar, mysal üçin gysylýan gurluşda – PD 50-213-80. Düzgün boýunça ýa-da TDS 8 563 2 boýunça hem-de ortalaýjy turbalarda – MBN 081/24.123. Usulýet boýunça.

b) hasaplaýjylaryň ýa-da hasaplaýjy –harçlanma ölçeyjileriň kömegi bilen, ýagny olaryň impulsly ýa-da tizlikli çykýan signallary bolan rotasion we turbaly gaz hasaplaýjylaryň kömegi bilen (ФЛЮВТЕК – ТМ – 1 modifikasiýa toplumy).

ç) harçlanma ölçeyjileriň kömegi bilen şol sanda koriolisli, turbaly ultrasesli hem-de winrli harçlanma ölçeyjileriň kömegi bilen, ýagny olarda analogly ýa-da kodly çykýan signallar (“ФЛЮВТЕК – ТМ – 4” modifikasiýa toplumy) .

Gurşawyň parametrlerini ölçemek üçin peýdalanylýan ölçeg üýtgedijileriň görnüşlerine baglylykda, toplumyň düzümine göwrümleýin (massalaýyn) harçlanma we gurşawyň göwrümi (massa) hasaplaýjy, ýagny bular bir, iki ýa-da üç turbageçirijiler boýunça geçýän ýa-da sifirli, düzüminde differensial basyşyň ölçeg üýtgedijileri bolan sifirli kiçi toplumyň korrektorlary – üýtgedijiler girýär. (“ФЛЮВТЕК – ТМ – 1” we “ФЛЮВТЕК – ТМ – 2” modifikasiýa toplumlary üçin) we absolýut (ýa-da agdyklyk edýän) basyş we temperaturany ikilenji

üýtgediji bir korpusda gurnalan we bir turba geçiriji boýunça (soňra-korrektor) geýän gurşawyň harçlanmasyny we göwrümini (massasyny) hasaplaýyş funksiýasyny ýerine ýetirýär.

Toplum modifikasiýa we ýerine ýetirijilige baglylykda her bir hyzmat edýän turbageçirijiler boýunça üpjün edýär:

1). Elektrik kodly çykýan signalda ölçemek we üýtgemek.

a) gurşawyň temperaturasy.

b) gurşawyň absolýut ýa-da agdyklyk edýän basyşy.

ç) standart gysylýan gurluşda ýa-da ortalajy basyş emele getirýän turbada . gurşawyň basyşynyň üýtgemegi (soňra – differensial basyş).

d) gurşawyň dykzlygy.

e) gurşawyň göwrümleýin ýa-da massalaýyn harçlanmasy.

ä) işçi şertlerde gaz görnüşli gurşawyň göwrümi.

2). Impulsly ýa-da tizlikli çykýan çig mally hasaplaýjydan barýan ölçeyji maglumatlary üýtgetmek.

7. Gurşawyň göwrüminiň (massasynyň) bahasyny hasaplamak we gurşawyň differensial absolýut (agdyklyk edýän) basyşynyň, temperaturasynyň we dykzlygynyň ortaça bahasyny hasaplamak we ölçeyji maglumatlary 1 sagadyň dowamynda ortalamak (soňra – sagat aralygy).

Gaz paýlaýjy beketiniň awtomatizasiýasyny modelirlemek

1. Gaz paýlajy stansiýasy awtomatizasiýasy.

Gaz paýlajy stansiýasy awtomatizasiýasy diýip gazyň basyşyny awtomatiki goldamak, biz gije-gündizde harçlanýan gazyň göwezijisini almak we gysda hem tomusda berlen rezini saklap bilmeklige aldylýar. Bu şertleri ýerine ýetirmek "Daşaguz gaz akdyryş" gaz geçiri jisiniň göz paýlaýjy stansiýasynda hemişe mümkin däl.

Datçiklerden şu aşakdakylar oturdylan:

•Diafragma kamerasy – görkezijeleri ДСС-712 we ДСС-714 enjamlar belleýän.

•Garşylyk termometrleri – KCH-3 we KCV-3 enjamlar görkezijileri kartogrammada belleýar we ýazda geçirýär.

Gazyň bir-gije gündizde harçlanyşyny öran takyk hasaplamak üçin meniň tekliplerim şu aşakdakylar:

a) gaz paýlaýjy stansiýada " Superflor tipli awtomatiki sifrlí hasaplaýjylary otertmzly.

Olar GPS gelýan ähli maglymatlary: gazyň sähelçe wagtda, sagatda bir – gündizde harçlanyşyny, temperaturasyny, GPS-nyň girelgesinde we çykalgasynda gazyň basyşyny, goraýjy klaponlaryň we odorizasiýa desgasynyň içini (1000m³ gaza näçe damja odorantyň gerekligini), gazy ýylatmak we basyşy tertipleşdirmek boýunça işleri operatiw ýatda bellenip ýazda geçirýar.

Bu maglumatlaryň ahliti kompýuterden el bilen okalýar we bar görkezijiler kesgitlenýär. Ondan başga-da goşmaça enjam difmamometr- "Dokoboro" tipli rashodomeri ulanmaklygy teklipe edýär. Onyň takyklyk klasy 0,5%. Bizde 1,5% Takyklyk klasyna degişli rashodomer ulanylýar. Bular TDS 8.563.1.-97 standarty boýunça ulanmaklyk göz önünde tutulýar.

GPS-da önümçilik we tilsimat proseslerini awtomatlaşdyrylanda şu aşakdakylar esasan saýlanmaly:

- geçiriji bölümi
- gazy arassalamak;
- gazyň harçlanyşyny ölçemek;
- gazyň basyşyny awtomatiki taýdan tertipleşdirmek.

GPS-nyň girelgesinde we çikalgasynda gazyň basyşyny awtomatiki taýdan registrasiýa etmek; zeryrlyk ýüze çykanda gozegçilik ulgamy gaz paýlaýjy stansiýalaryň girelgesinde we şynalgasyndagazyň t^o-ny etmek üçin enjamlar bilen üpjün edilmeli.

Gaz odorizasiýa edilende gazyň akymyna onyň harçlanyşyna proporsional (odarant 1000m³ gaza 16 gramm hasap bilen berilýan) odoranty ulanylýar.

Gazyň harçlanyşynyň ölçenýän bölümi:

Gazyň harçlanyşyny ölçenýän eslap hökmünde registrirleýji, özi ýazýan difmanometr ulanylýar. DSS-712, DSS-734 tipli özi ýazýan we belleyän difmanometrler gazyň basyşyny registrirleýär we kartogramma ýazýar. Soňra bu maglumatlar GOST 8.563.2-97 laýyklykda kompýuterde gaýtadan işlenýär, soňra bolsa hemme maglumatlar merkezi dispeçer gullygyna berilýär.

Gazyň basyşyny awtomatiki tertipleşdirýän bölümi:

Kollektoryň girelgesinde we şynalgasyndaky gazyň basyşy RD regulýatorlaryň berlen basyşyny, iymitlendirmegini awtomatiki gorag ulgamynyň ýokary we pes basyşy – awtomatiki registrasiýa edilmäge degişli. Shemalarda gazyň basyşyny awtomatiki tertipleşdirmek gazyň göni täsiri ya-da pilotly dolandyryýan in kamil we ygtybarly gaz regulýatorlaryny ulanmak bilen ýerine ýetirilýär.

Gaz paýlaýjy stansiýalarda gazy tertipleşdirýän enjamlarynda näsazlyk ýüze çykanda gaz paýlaýjy stansiýalaryň ygtybarlylygyny, howpsyzlygyny we bökdençsiz işlemegini ýokarlandyrmak maksady bilen sarp edijileriň setinde awtomatiki gorag gaz önünde tutulýar. Ol gorag serişdesi pnewmoawtomatiki elementlerden, gurlan awtomatiki usul bilen ýorite dolandyrylýan gurluş esasynda pnewmoPriwodly kranlary ulanmak bilen ýerine ýetirýär.

Gaz paýlaýjy stansiýalarda ulanylýan baýpasly turba geçirijileriniň basyşy awtomatiki tertipleşdirýän bölümünde awtomatiki gorag serişdesi gazyň harçlanyşy köp bolanda (gazyň maksimal harçlanyşy 55 – 65 %) bu turba geçirijini işe girizmeli we gaz paýlaýjy stansiýasynyň girelgesinde gazyň basyşyny

goýberilmeýan derejede köpelende we harçlanyşynyň derejesi 35-40 % ýetende ony öçürmeli.

Awariýa – duýduryş signalizasiýasy:

Awariýa – duýduryş signalizasiýasy gaz paýlaýjy stansiýalarda gazyň basyşyny, awtomatiki goragyny umuman awtomatizasiýa ulgamyny awtomatiki usul bilen sazlaýan ulgamy doldurýan gurluş hasaplanylýar. Ol standartizasiýanyň kadaly iş režimi bozulanda gaz paýlaýjy stansiýanyň hyzmat edilýän punktyna umumy awariýa duýduryş signalyny bermegi üpçün edýär.

AGPB-niň gorag düwüniniň funksiýalary.

Awtomatlaşdyrylan gaz paýlaýjy stansiýanyň gorag düwüniniň esasy funksiýalary şulardan ybaratdyr:

Gorag 2 ulgamyna AGPB – yň çykyşyndan berilýän gazyň trubasy ýokary giriş basyşly wentilleriň üsti bilen birikdirilendir, (19) zyňyjy trubaly wentiliň üstünden.

wentiller gazyň we *Gorag 2* - niň datçikleriniň impuls linaýasynyň basyşynyň emeli ýokarlandyrmasy we peseltmesi üçin niýetlenendir. Bu AGPB – yň wagtal – wagtal barlanyp durulan ýagdaýynda gorag düwüniniň işe ukyplylygyny barlamak üçin gerek bolýar.

Redusirleýji nitkalaryň çykyşlarynda el bilen dolandyrylýan ýöredijili kranlar ýerleşdirilendir, olar bejergi wagtynda redusirleýji nitkalary öçürmek üçin niýetlenendir. Redusirleýji blogyň çykyş kollektorynda ýerleşdirilen goraýjy klapan, pes basyşyň tarapynda ýerleşen enjamlary geçiriji blogyň kranlary (1we 32) ýapyk wagtynda bolup biljek awariýa basyşyň ýokarlanmasýndan garmak üçin niýetlenendir. Redusirleme düwüninden pes basyşly gaz ($P_{çyk} = 3 \dots 12 \text{ kgs/sm}^2$) trubkalar bilen harçlanmany ölçeme blogyna birikdirilen diafragma oturdylan harçlanmany ölçeýji nitka berilýär.

Gazyň harçlanmasyny ölçeýän blogyň işleýiş prinsipi sanly şetçigiň görkezmesinde diafragma gazyň basyşynyň peselmesini özgartmek bilen beglydyr, bu şetçik normal şertlerde AGPS – den geçýän gazyň mukdaryny hasaba alýar.

Harçlanmany ölçeýji nitkadan pes basyşly gaz odorizirleme blogyna geçýär, bu ýerde gaz ulanyja berilmezden ön odorizirlenýär (yslandyrylýar).

Gazyň odorizirlenmesi awtomatiki gazyň harçlanmasyna proporsional amala aşyrylýar. Odorizirleme blogynyň (yslandyрма) blogynyň özeni bolup uniwersal gazy odorizirleýji (UGO) bolup durýar, ol odorizirlenen odoranty bermäni we gazyň awtomatiki odorizasiýasynyň normasyny gazyň harçlanmasynyň üýtgän mahaly saklamagy amala aşyrýar.

Uniwersal gazy odorizirleýji odorizator diafragma basyşyň pese düşmegi bilen emele gelen gazyň akymynyň täsiri astynda gaza odoranty pürkmek prinsipinde işleýär. Ölçeg gaby odorizasiýa blogynyň gurat ýagdaýynda odorantyň harajadynyň ölçegine gözegçilik edýär.

Uniwersal gazy odorizirleýji (UGO) odorizator, uniwersal gazy odorizirleýjiniň normal iş ýagdaýynyň bozulan ýagdaýynda awariýa signalyny geçiriji signalizasiýa ulgamy bilen üpün edilendir.

Uniwersal gazy odorizirleýji bejergä duran wagty gazyň odorizirlemesi kapelnisanyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda odorantyň harçlanmasy gazyň ortaça harajaryna görä anyklanylýar.

Gaz odorizasiýa blogyndan giriş we çykyş nitkalaryndan, goraýjy klapanlardan we baýpasdan durýan geçiriji blogyna (blok perelkýuçeniýa) berilýär. El bilen dolandyrylýan ýöredijili kranlar bejergi ýagdaýynda AGPS – y öçürmek üçin niýetlenendir. Bu ýagdaýda ulanyja gazyň berilmesi iki sany yzygider ýerleşdirilen krandan we zadwizkaly baýpasyň üsti bilen amala aşyrylýar.

Basyşyň redusirlemesi bu ýagdaýda el bilen amala aşyrylýar. AGPS – yň çykyşynda basyşyň kontollygy manometr bilen alynyp barylýar.

Awtomatlaşdyrylan gaz paýlaýjy stansiýa distansion signalizasiýa ulgamy bilen enjamlaşdyrylandyr, ol AGPS – yň esasy düwünleriniň işine kontollyk edýär we bejergi ediş bölümüne awtomatiki distansion beriji awariýa duýdurujy signalyny indiki bozulma ýagdaydalarynda berip biler:

a) Awtomatlaşdyrylan gaz paýlaýjy stansiýanyň çykyşynda basyşyň rugsat berilen basyşdan ýokary galmagynda ýa – da pese düşmeginde berip biler.

b) Awtomatlaşdyrylan gaz paýlaýjy stansiýanyň girişinde gazyň basyşy 12 kgs/sm^2 - dan pese düşse,

ç) Redusirleýji nitkalaryň çalyşmasyndaGyzdyrylýan gazyň temperaturasynyň rugsat berileninden pese düşse ýa – da ýokary galsa,

a) Odorizatoryň normal iş ýagdaýynyň bozulmagynda,

b) Üýtgeýän togyň esasy iýmitlendiriş çeşmesiniň öçmeginde (awariýa tok çeşmesiniň ýok ýagdaýynda)

AGPS – yň esasy düwünleriniň iş ýagdaýyna gözegçilik datçikleriniň kömegi bilen amala aşyrylýar:

1) AGPS – yň çykyşynda gazyň basyşynyň kontroly elektrokontaktly monometr bilen amala aşyrylýar,

2) AGPS – yň girişinde gazyň basyşynyň kontroly elektrokontaktly manometr bilen amala aşyrylýar,

3) Redusirleýji nitkalaryň geçirilmesi elektrokontaktly monometrler bilen amala aşyrylýar,

4) Gyzdyrylan gazyň temperaturasynyň kontroly monometriki termometr bilen amala aşyrylýar,

5) Gazyň awtomatiki odorizirlenmesiniň kontroly gazyň odorizatorynyň signalizasiýa blogy bilen amala aşyrylýar.

Elektrokontaktly monometrler partlamadan goragly swetilnikde ýerleşdirilen elektrolampa bilen gyzdyrylýan şafda ýerleşdirilendir. Datçikler kabel liniýalary bilen geçiriji blogyň distansion signalizasiýa enjamyna (DSE) birikdirilendir, ol AGPS – yň signalizasiýa blogynda ýerleşdirilendir.

Distansion signalizasiýa enjamynyň geçiriji blogynda AGPS – yň normal iş ýagdaýynyň bozulan wagtynda datçiklerden berilýän signallar gruppalar boýunça umumy raşifraowka edilmedik signala birikýärler we liniýalar boýunça AGPS – ýa hyzmat ediji punkta berilýär. Gerek bolan halatynda awtomatlaşdyrylan gaz paýlaýjy stansiýanyň ýerleşýän meýdançasý gorag signalizasiýasy bilen enjamlaşdyrylyp biliner.

Gözegçilik abzallary.

AGPB-niň awtomatlaşdyrylmak prosesini ýerine ýetirmek üçin durli görnüşli enjamlary ulanýarlar. Gözegçilik işleriň netijesinde biz köne enjamlary täze döwrebab abzallar bilen çalşmagyny hödürleýars.

Artykmaç basyşy görkezýän MP 4 manometrler.

Ejnam agressiw bolmadyl we ksristallaşmaýan suwuklyklaryň, gazlaryň we buguň kislorodyň asebileniň artykmaç we manumetriki basyşynda ölçemek üçin niýetlenýär.

Ol flanesiz ştuserli öňündäki we yzyndaky flanesi bilen oly ştuserli ýasaýarlar.

Ulanma şertleri: dapşky kadaly iş ýagdaýyna temperaturfasy $-50 + 50^{\circ}\text{C}$ otnositel çyglylygy boýunça korpusynyň dürli tarpa 15°C çenli guradylanda hem işlemäge ukyply. Mehaniki täsirlere bolan duýgurlygy boýunça enjamlar 0,1 mm köp bolmadyhk amplitudaly 256 s çwnli ýygylykly wibrasiläa çydaýar.

DSS tipli özi ýazýan silfonly differensial manometrler.

Difmonometrler atmosfera artykmaç ýa-da manometriki basyş astynda ýerleşýän suwuklygyň derejesiniň we wakummetriki ýa-da artykmaç basyşyň üýtgemegini darlaýan standart gurluşlarda basyşyň ýokary galyp alyş düşmegi boýaunça gazyň, buguň we suwuklygyň harçlanylşy ölçemek üçin niýetlenilýär.

Häzirki döwürde difmonometrleriň aşakdaky tipleri çykarylýar: 1. DSS-711-2S-M1- elektrik hereketlendiriji diagramma diskli priwodly öýi ýazýan difmanometr.

2. DSS-712-2S-11-1-artykmaç basyşy goşmaga ýazýan we sagatly mehanizimli diagramma diskli priwodly özi ýazýan difmanometrler.

Difmonometrler konstruksion taýdan iki bölekden durýar: silfon blok we goşmaça gurluşly (basyşy ýazýan integratorly) özi ýazýan bölekli ýa-da özi ýazýan bölekden ybarat.

Sifon blogynyň ölçeyiş prinsipi maýyşgak ulgama ölçenilýän basyşyň üýtgemegi täsir edende ondaky (silfionlary (2), silindriki puržinler (3), torsion turbajyk) diformasiýanyň ulanylmagyna esaslanýar. Uly we kiçi basyşlar gapagyndaky (1), ştuseriň (6) üsti arkaly berilýär. Silfonlaryň ikiside esasyndan (8) torsion çykalgasynyň (5) okunda berk oturdylyan ryçaga (4) direlýän çykydynda öz aralygynda ştok (7) arkaly berk edilip birleşdirilýär. Basyşyň her nominal üýtgemegine puržiniň belli blogy laýyk gelýär. Silfonyň içki boşlugy ýönekeý

wekorrozion ýerine ýetirilme üçin TDS 13032-77 PMS-5 suwuklyk bilen doldurylýar.

Ýerine ýetirilişi: ýönekeý, eksporty we tropiki. Difmanometrler ammiagy, kislorody, gazy we iýmit önümlerini ölçemek üçin çykarylýar.

Kislorodly görnüşi 1,6 MPa köp bolmadyk basyş üçin niýetlenilýär. Difmonometrleriň takyklyk klasy 0,5;1;1,5. integratoryň takyklyk klasy 0,6. manometriki böleginiň takyklyk klasy 1. difmonometrleiniň 63 MPa artykmaç basyşlygynyň takyklyk klasy 1;1,5.

Iýmitlenme – üýtgeýän tok setinden: naprýaženiýesi 220 ýa-da 240 W, ýygylgy 50 ýa-da 60 Gs sarp edýän kuwwaty 5,5 W. A köp däl.

Diagramma diskiniň bir aýlawynyň wagty 12 ýa-da 24 sag.

Enjamyň massasy – 16 kg

Gulluk möhleti – 8 ýyl.

TG2S-712, Tg-711 R, TG-712 R tipli manometriki termometrler.

TG2S-712 tipli gazly bir bölekler şulardan ybarat6 termoulgam, geçiriji gurluş we diagrammanyň priwody. Bulanylyan gurşawyň temperaturasynyň üýýgemegi termoballonyň üsti bilen termoulgamyň doldurylyşy tarapyndan kavul edilýär we basyşyň üýtgemegi bilen özgerýär. Bu özgerme kapilliar (2) boýunça manometriki puržina (6) gemýär we onuň boş ujuna süýşmegine getirýär, ol bolsa geçiriji mehanizm (5) boýunça geçip diagramma (3) peronyň (4) süýşmegi bilen özgerýär.

Termometrleriň termoulgamy gazly. Termometriň görkezijisi sinhron hereketlendirijiniň we sagatly mrhanizmiň kömegi bilen alýan we diagrammany saklaýjyda berkidilen diskli diagrammada ýazylýar.

Tg tipli termometrleriň pnevmatiki izodromly sazlaýjy gurluşy pnevmatiki releden we sazlaýjy hem-de integral funksional bolkdan ybarat.

Pnevmatiki izodormoly sazlaýjy gurluşly termometriň prinsipial shemasy suratda görkezilýär.

Diagrammanyň hereketi: TGs – 712, TG2C-712-sekiz gije-gündizlik toga berlen sagat mehanizmi boýunaç. Diagrammanyň bir awlawynyň wagty 12 we 14 sag. Berlen maksatnama boýunça temperaturany sazlamagyň iň uly tizligi ölçemäniň bir minutynda berlen diapazonyndan 0,5% köp bolmaly däl. Sazlaýjy gurluşa 1,5 ölçeýän böleginiň takyklyk klasy 1,5.

Sazlaýjy gurluşyň iýmitlendiriji hanasyna basyşy $(1,4 \pm 0,014)$ MPa. Pnevmatiki çykyş signalynyň işçi diapazony 0,02... 0,1 MPa. Pnevmatiki signallary geçirmegiň aralygy 300 m çenli sazlaýjy gurluşy sazlamaklygyň ugry: göni we gaýdymly. Enjamyň massasy: TGS-711, YGS-712-15 kg.

Bökdensiz işlemek ähtimallygy 2000 sagadyň dowamynda 0,9 az. Termometrler 5-500C çenli howa gurşawynyň temperaturasynda we 80% çenli çyglylykda işlemek üçin niýetlenilýär.

“Wodootwod -1” suwuň derjesini awtomatiki sazlaýjy toplumy.

“Wodootwod -1” toplumy suwuklygyň derejesini üznüksiz pozision üçin we separatorlardan, absorberlerden we beýleki bölüji we ýygnaýjy göwürümlerden ony aýyrmak üçin niýetlenýär.” Bu göwürümler blokly – komplektleýji awtomatlaşdyrylan gaz kánleriniň desgalarynda ulanylýar.

Toplumyň düzümine şular degişli bolup durýar.: bölüji panel, derje signalizatorynyň ösüşi, sazlaýjy we ýapyjy klapanylar.

- Ýerine ýetiriji mehanizimiň şertli geçelgesiniň diametri, mm	15 -den az däl
- Ýokary we aşaky derejeleriň arasyndaky signalizatorlaryň aralygy, mm	50 -den az däl
- Signalizator we blok regulýatoryň arasyndaky baglanşygyň pnevmatiki liniýanyň uzynlygy, m	100 -den köp däl
- Işçi agenti	TDS-17433-80 boýunça gysylan howa
- Basyşy, MPa	
- işçi gurşawyňky	16 çenli
- iýmitlendiriji howa	0,14 = 1,028
- Iýmitlendiriji howanyň harçlanyşy, m ³ /min	0,03
- Daşky gurşawyň temperaturasy, °C	30-dan + 5 çenli
- Howanyň otnositel çyglylygy (35°C temperaturada), %	98-den köp däl
- Gabarit ölçegleri, mm	
- paneliň	162 x 200 x 340
- signalizatoryň	285 x 350

1.1.1. KIR-01 ýapyjy – sazlaýjy klapany

KIR-01 klapany 16 MPa çenli artykmaç basyş astnda turbageçiriji boýunça akýan gazlu suwuklyk akymyny we suwuklyk akymyny proporsional we iki pozisiýaly dolandyrmak üçin niýetlenýär.

- Doalndyryjy signalyň gaz basyşy, MPa	0,02-0,14
- Basyşyň maksimal aşak düşmegi, MPa	16
- şertli geçelge, mm	25
- Şertli geçirijilik ukyplylygy, m ³ /sag	2,5
- Daşky gurşawyň temperaturasy, °C	-30-dan+50çenli
- Howanyň otnositel çyglylygy, (35°C temperaturada),%	98-den köp däl
- Gabarit ölçegleri, mm	260 x 290 x 240
- Massasy, kg	25

Pnewmatiki gaz paýlaýjy stansiýalaryň gorag toplumy.

Kompleks (toplum) sarp ediji awtomatiki gorag liniýalaryny Ru 6,4 ýa-da Ru 8,0 MPa pnewnopriwodly klapnlar bilen enjamlaşdyrylan gaz paýlaýjy stansiýalaryň çykalgasynda gazyň basyşyny rugsat edilmeän gyşarmasyndan goramak üçin niýetlenýär.

Toplumyň işleýiş prinsipi redusirlenýän liniýada nominal basyşdan çykyş basyşyna gyşarmagyna pnevmogidropriwodly kranlara täsir etmek ýoly bilen işleýän liniýalaryň mukdarynyň üýtgedilmegi bilen bolup geçýär.

Gaz paýlaýjy stansiýalaryň çykalgasyndaky basyşa we elektriki signalizasiýanyň bolmagna baglylykda toplum dört modifikasiýa bilen çykarylýar.

Toplumyň düzümine şitler girýär: awtomatiki, elektriki signalizasiýa, öýde habar beriji we “Moment 1” doandyryjy kranlar toplumlary.

- GRS çykalgasyndaky gazyň basyşy, MPa	0,2-2,5
- Redusirlenen dolandyryjy liniýalaryň sany	5-e çrnlı
- dolandyryjy kranlaryň sany	6-çenli
- işçi agent	TDS 17433-80
	boýunça tebigy gaz ýa-da gysylan howa
- iýmitlendiriji (gazyň)	
Howanyň basyşy, MPa:	
- Moment -1 tolumynda we reduktorda	1,2-80
- abtatiki şitde	1,4=0,028
- Iýmitlendiriji howanyň (gazyň) harçlanylşy, m ³ /min	0,008 köp däl
- Daşky gurşawyň temp.°C	40-dan -50 çenli
- Howanyň otnositel çyglylygy (35°C temp.,%)	95 ± 3
- Şitiň gabarit ölçegi, mm.	
- awtomatik	640 x 452 x 250
- signalizasiýanyň	200 x 160 x 117
- öýde habar berijiniň	240 x 160 x 117
- Massa, kg	140

Distasion dolandyryş.

Stansiýany awariýa bolan ýagdaýynda çal öçürmek ýa-da gazyň basyşyny el bilen tertipleşdirmek üçin we ony sarp edijilere ugratmak üçin kran bilen aralykdan dolandyrmak göz önünde tutulýar. Awtomatlaşmanyň birinji tapgyrynda aralykdan – kran bilen ýerli dolandyrmak göz önünde tutulýar; ikinjiden bolsa dispeçeriň otasyndan dolandyрма geçirilýär.

Biziň tekliplerimiz:

Gaz paýlaýjy stansiýalaryň awtomatizasiýasy telegözegçiligiň göwrümünde telemehanizasiýany we stansiýanyň işleýiş režiminiň esasy parametrlerini – gaz paýlaýjy stansiýalaryň girelgesindäki basyşy, her bir sarp edijä berilýän gazyň basyşynyň we harçlansyny kranlaryň ýagdaýynyň teleölçeglerini göz önünde tutmaly. Ähli teleölçeg ulgamy gaz paýlaýjy stansiýalarynyň işleýiş režiminiň bozulandygy baradaky signal dispeçerska berilýän signalyny telesignalizasiýa bilen goşmaça doldurylýar. Şolar ýaly-da maglumatlary geçirmekde gaz paýlaýjy stansiýalar we sarp edijiler bilen ikitaraplama gatnaşyklary saklamak üçin operatoryň otagynda telefon apparatlary oturdylmaly, telefon aragatnaşygy bolmadyk ýagdaýlarda rasiýalar oturdylmaly.

Bu ýadgaýlaryň hemmesi şu aşakdaky standartlaryň talaplary boýunça gollanylmaly: TDS 8.563.1-97, TDS 8.563.2-97, TDS - 2.97 – 96, TDS-345-98

Territoriýalary senagat özleşdirme raýonlarynda antropogen üýtgemeleriň häsiýetnamalary.

Adamlaryň zähmet işjeňliginiň, ýer jümmüşini ulanmak zerurlygy bilen bagly. Şonda adam nähili hem bolsa ýeriň hemme suwlary we minerallary ulanylýar. L.W.Winogradowyň maglumatlaryna görä ýer jümmüşinde aşaky elementler artykmaçlyk edýär, %; kislorod -49, kremniý-27, demir-5, alýumini-8,5, kalsiý-3,5, kaliý-2,5, natriý-2,6, magniý-1,0 galan elementler has kiçi mukdarda saklanýar.(prosentiniň onluk yüz müňden bir paýy) ýöne olar häzirki zaman ösüşler üçin örän wajyp. Mysal üçin belli bolşy ýaly radiaktiw seýrek ýer elementleriň açylyşy tehnikada rewolýusiýany amala aşyrdy.

Şu wagtda Mendeleýewiň tablisasynyň hemme elementleri diýen ýaly adam ulanýar. Tehnikanyň işjeň ösüşi mineral gorlaryň gutarmagyna getirýär. Eýýäm gazylyp alynýanlaryň difisiti barada sorag ýüze çykýar. Mineral serişdeler ekologika garanda týkenikli bolansoň, daşky (üstki) gazylyp alynýan baýlyklaryň gutarýanlygy sebäpli ýeriň jýümmüşine girip täze ýerleri almaly bolýar.

ABŞ-da we g/b Ýewropada kömürden başga hemme mineral gorlary tükenen diýen ýaly. Ýakyn geljekde nebit we gaz adamzadyň energetiki islegini kanagatlandyrýan esasy ilkinji çeşme bolup galar. Bu barada ösen dünýä ýurtlaryň ýangyç energetiki komplekslerinde tebigy uglewodordlaryň udel ähmiýetiň üznüksiz ösýänligi şaýat edýär.

Ýangyç gazylyp alynýanlaryň dünýä gorlaryň häzirki döwür maglumatlaryna görä nebit 10%, kömür 70%. Şol bir wagtda adamzat tutuş anyklanan nebitiň 65-70% töweregi ulanyp, diňe 15% kömür ulanýar. Nebitiň we gazyň ýokary gazylyp alynma templeri, olary giň himiki işlenilmegiň masştablary çeşmä öwürdi. BMG-niň maglumatlaryna görä her ýylda biziň planetamyzyň atmosferasyna 2,5 mlrd tozan, 1,2 mlrd t azot oksidleri , 200mln t uglerot oksitleri , 1500 mln t dioksit zyňylýar. Köp komponentli hapalanmalaryň iri çeşmeleri bolup ýylylyk energetika bolup durýar. Howany umumy tehnogen hapalanmasynda onuň

paýyna zyňylýan kükürt dioksidiň 75% mukdary , 50% töweregi azot oksidi we 20% gaty garyndylar düşýär.

Elektrostansiýalaryň topkalarynda ýakylan nebit we onuň işlenme öwürümleri g/b Ýewropanyň howasynyň hapalanma derejesiniň 60 % kesgitleýärler. Peýdaly gazylp alynýan we tebigy komponentleriň tebigy gorlarynyň tükenmegi adamzadyň senagat ösüşine umumy tendensiýalary bilen bagly.

Global tehnogeneziň çeşmesi ýokarda görkezilişi ýaly halk hapalygynyň ähli sferalary boýunça belli bir zähmet prosesleri bolup durýar. Tebigy gorlaryň azalmagynyň umumy global tendensiýalary haýsy hem bolsa bir tebigy komponentiň mysalynda yzarlap bolýar.(Kömür,nebit,demir we ş.m) olaryň harçlanşy senagat ösüşiň stadiýasynda belli bir stadiýalary geçýär. Umuman global tebigy tehniki geoulgamda ENTG tebigy komponentiň umumy gorlary käbir integral kriteriýalar Ge bilen görkezmek bolar , olaryň üýtgame dinamikasy funksional häsiýete eýe .

Tebigy resurslary ulanmak prosesi onuň mukadar beýan edilişinde tötänleýin häsiýete eýe bolansoň (şonuň bilen birlikde dolandyrylmaýan) mümkin bolan beýanda (tebigy görüş bar bolan derejesini $G_f(E)$ lokal ýitgiler bilen kesgitlenip (g) şu aşaky görnüşe eýe.

$$G_t(E)=[1-P(g,t)]*100\%$$

Şu wagtky döwürde bu gorlary tükenmeginiň ekologiki netijeleri we jemgyýetiň hakyky talaplaryny hasba alyp her bir tebigy komponentiň gorlary ulanmagyň umumy bahalandyrmagyň we prognozyň ýeketäk metodologiýasy ýokdugyny bellemek gerek.

Emele gelen näsazlygyň çözuwi emele gelýän tebigy tehnogen geoulgamlarda bolup geçýän hakyky antropogen üýtgeşmeleriň obýektiv bahalandyrmasynda ýatyr.

HTG ösüşiniň we formurlarmeginiň hakyky prosesi tebigy e resurslaryň kanuna laýyk toplanmagy (ulanmagy) we tebigy landşaflaryň antropogen üýtgemeleri sebäpli juda tebigy obýektler tarapyndan ekoulgam g häsiýetleri bilen alnyp barylýar.(has umumy manyda).

Şonda $g(t)$ we $e(t)$ üýtgemeleriň häsiýetleri ñzgerýän tebigy landşaflaryň regional aýratynlyklary bilen şertlenen (olar öz gezeginde regionyň geografiki aýratynlyklary we ondaky önüçilik işjeňliginiň häsiýetine bagly).

Hakyky şertlerde toplanýan lokal üýtgeşmeleriň sany g , hemde olaryň ýüze çykmagynyň yzygiderligi we üýtgame häsiýeti $g=f(t)$ tötänleýin faktor (jemgyýetiň hojalyk ulanyjylygy däl-de tebigy reaksiýa nukdaý nazardan) olaryň statistiki häsiýetnamalary ekoulgamyň ekologiki ähtibarlygynyň funksiýasy bilen bagly. Şolar ýaly faktorlaryň we funksiýalaryň analizi metologiki tötänleýin prosesleriň mark teoriýasy bilen ödeldi.

Fiziki-ekologiki nukdaý nazardan ikinji ýol has amatly, sebäbi onuň esasynda näsazlygyň döremesi derrew sitemanyň dargmasyna getimeýänligi barada mümkinçilik getirilen(biziň ýagdaýymyzda g tehnogen täsiri tebigatyň haýsy hem bolsa obýekt goraýjylyk häsiýeti mahsus bolup , ol lokal garşylygy adaptasiýany mümkinçilikleriň kompensasiýasyny we ş.m. üpjün edýär).

HTG-yn bu gurluşynda lokal üýtgemeleri g toplaýan (diskret ýa-da weagt birliginde ýznýksi ýüze çykýan) kanunalaýyk durnuklylygy peselme tendensiýaly sistema hökmünde (goramak ukyby ýitirmek) daşky tehnogen täsirlikde görälikde seretmek bolar. HTG-yn antropogen üýtgemekligi bilen şertlendirilen geçmegiň funksional shemasy görkezilen. Berlen sistemanyň emele gelyän üýtgemeleriň şertli mümkinçilikler aşakdakylara jogap berýär:

(1-1)-Ptot1- antropagen üýtgemeleriň artykmaç toplanmazdan bir ýagdaýdan beýleki ýagaýa ekoulgamynyň geçmegi (ekoulgamynyň deňagramlylygynyň bozulmagy)

(1-11)-Pt1t2 ekologiýanyň obsolýut durnukly ýagdaýdan biraz galyndyly antropogen üýtgemeli ýagdaýa geçmek g (keoulgam şertli deňagramlylyk ýagdaýda (11-11)-Pt2t3 – ekologiýanyň e antropogen üýtgame derejeli ýagdaýa geçmek (ekoulgam lokal deňagramlylygy bozulan)

(11-111)-Pt3tnp- ekoulgamyň soňky derejesine geçmegi (deňagramlylyk doly bozulan). Ekoulgamyň bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçmeginiň şertli mümkinçiligi hususan beýle ýagdaýyň funksional üýtgemeginiň görnüşine bagly bir, iki ýada lokal üýtgemeginiň özbaşdak döremegi g (tehnogen faktorlaryň täsiri astynda) kopleks tehnogen sebäpleriňtäsiri astynda regionda umumy ekologik ýagdaýyň peselmegi we ş.m.

Ekoulgamyň bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçmegi şertli mümkinçiligi kesgitlemek boýunça metodiki meseleler mümkinçilikler köpeltmek teoriýasy esasynda çözülýär. Egerde antropagen üýtgemeleriň ekoulgamda toplanmagynda onuň deňagramlylyk mümkinçiligine PGE (t) diýip belgilesek , deňagramlylyk ýagdaýyň saklanma mümkinçiligi $t=t_0$ wagtyň dowam edýän momentine çenli t P(t) üsti bilen bellesek onda deňagramly ulgamda antropagen üýtgemeler bilen bilelikde toplanma mümkinçilik aşakdaka deň:

Ekoulgamyň funksionirlenmegi ti momentde antropogen üýtgemeleriň paýlanma häsiýeti ony ekologiki howsuzlygyň belli bir häsiýetnamalaryny şertlendirýär .Bu nukdaý nazardan funksionirleýän ekoulgamyň antropagen üýtgemeleriň formirlenmegini hem hasaba almaly.

Umumy ýagdaýda bular ýaly formilenende toplanýan üýtgemeleriň shemasyna päsgel bermeýäris , ýagny :

Bu ýerde $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ –tötänleýin ululyk bolan lokal antropogen üýtgemeler.

Hususy ýagdaýda , haçanda lokal üýtgemeler özbaşdak we olaryň emele gelme wagty deň paýlansa , wagt paýlanma funksiýasy t ekoulgamyň deňagramlylygyň saklanmasynda gamma-paýlama garşylykly çykmaýar.

Toplanýan antropagen üýtgemeleriň paýlanmagyň özara şertlenmesi nukdaý nazaryndan we ulgamyň deňagramlykda ýerleşemdiginde ekologiki howsuzlygyň fiziki manysy antropologiki üýtgemeleriä toplanmagynyň kritiki derejesi bilen häsiýetlendirilýän aralyk şertli deňagramlylyk ýagdaýyň ýsti bilen ulgamyň deňagramlylyk ýagdaýyň başlangyçda soňuna geçmeginiň wagtynyň yzygider formurlenmeginde jemlenýär.

Antropogen üýtgemeleriň toplanmagynyň intensiwligi we ekoulgamyň deňagram geçmekliginiň şertine baglylykda durnukly ýagdaýda ekoulgamyň

funkcionilemegiň mümkinçiligi üçin deňlemeler dürli görnüşlere eýe . Ýöne olar ulgamyň uzak ösüş periodyna seredeninde has sada ýagdaýa geçmegi ýerine ýetirenimizde deňagramly ekoulgamda $g_i (i=1,2,...,n)$ antropogen mümkinçilige eýe

Belli bir ekoulgamda (regional) toplanýan antropogen üýtgeşmeleriň shemasy bilen ylalaşýan has oňat görülyän aproksimirleýän matematiki modelleri ýeterlikli öwrenilen paýlanma kanuny hasaba almak gerek: Gamma paýlanma kanuny

Has oňat aproksimirleýän modeli saşlap almaklyk barlanylýan kriteriýalar bilen ekoulgamyň ösmek mehaniziminiň çuň öwrenilmeginde gurulýar .(16),(17),(18) başga paýlanmagyň eksponensial kanunyny bellemek gerek. Ondan başgadaaproksimirleýji model hökmünde dürli kompozision paýlanmalar mümkin.

Umumy ýagdaýda t wagt interwalyna ekoulgamda $E(Ge)$ antropogen üýtgemeleriň öwrülişikleri deň gelýär we bular ýaly toplanmagyň seredilýän t interwalda bolup geçjekligiň mümkinçiligi. Şeýlelikde durnukly aproksimirleýji ekoulgam üçin özara gabatlaşma zynjyra eýe .

Netijede zynjyrdaky ekoulgamda (ondaky geçýän antropogen üýtgemeleriň kriteriýasy boýunça) özgermeler bilen häsiýetlendirilýär.

$P(t), E(t)$ häsiýetnamalary ekoulgamyň mümkin ýagdaýy bahalandyрма metodlaryň ulanmagynyň umumy tendensiýasyny adekwat şertlendiýünligi sebäpli Me bilen antropogen üýtgeşmeleriň toplanmagynyň intensiwligine bellesek $=e(t+t)$ häsiýetnamalaryň garşylyklaýyn monotoulygyny $P(t)$ we t interwalda $e(t)$ hasda alyp , ekoulgamyň mümkin deňagramlyk ýagdaýy umumy deňlemesini ýazalyň. ..Regional HTG umumy antropagen üýtgame her bir tebigy komponentiň lokal üýtgemeleriň baglylygyny bilen häsiýetlendirilip tehnogen faktorlaryň kompleks täsiri bilen bagly.

Ekoulgamyň ýagdaý deňlemesine girýän hususy häsiýetnamalar regionda başlangyç antropagen üýtgeşmeleriň real diapazonyndaky tebigy obýektleriň üýtgame häsiýetleriniň natur eksperimental barlaglaryň netijesinde kesgitlenip biliner. Mysal hökmünde belli bir senagat obýekti gurulanda ekoulgamy gurnamagyň meselesine seredeliň , ol ojagyň özleşdirme zerurlygy bilen bagly. Bu mesele belli bir görnüşüň biogeosenozyň üýtgemegine , haýwanlaryň tebigy migrasiýasy flora we fauna populýasiýasynyň üýtgemegi , howa, suw, topraga görä tebigy landşaftyň bütewliginiň bozulmagyna göni gatnaşyga eýe .

Ekologiki ekspektde gurulýan senagat desgasy tebigy daş- töweregiň komponentlerine tebigy daşlaşma zolagy döredýär. Antropagen landşaftyň gurulmagy gurnalýan (işlenýän) senagat obýektiň töwereginde hil we mukdar üýtgemeler bilen häsiýetlendirilýär.

Antropogen landşaftyň ösmegi we formirlenmegi wagty boýunça gurnama prosesi faktorlary aýry topara we senagat desganay ulanma prosesinde ekologiki täsiriň faktorlaryny aýry topara saýlamak gerek .

Faktorlaryň birinji topary bilen girizilýän mukdar disporporsiýasy daş töweregiň kanuna laýyk mukdar üýtgemesine getirýär, bu üýtgeşmeler ikinji toparyň faktorlaryň dowamly täsirinden has güýçli bolýar .

Şonuň üçin senagat obýektleriň gurnamakda daş töweregiň antropogen faktorlaryň reglamentasiýasy –regionda gerek bolan ekologiki deňagramlylygynyň saklanmagyny we üpjün etme şerti.

Ojaklary senagat özleşdirmegi sozofaktorlaryň jemi taslama bilen reglamentilenip , tebigaty goramak kriteriýalaryň biri bolup durýar.

Bu nukdaý nazardan senagat obýekt gurnamagyň ekologiki reglamenti obýekti gurluşygy tamamlama momentine gabat gelýän sozofaktorlaryň rugsat edilýän antropogen derejesi we bu faktorlaryň ösüşiniň funksional aýratynlygy bilen häsiýetlendirilýär . sur12 getirilen häsiýetnamalaryň analizi senagat obýektiň formirlenmegiň ulanylýan ekologiki reglomentiniň gerek bolan derejäni üpjün etmegi formirlenmäge mümkiçilik berýär.

Senagat obýektiň gurluşygynyň tamamlama momentine regionda geçýän antropogen üýtgemeleriň wagt funksiosynyň $I_e = f(t)$ ösmezlik häsiýetleri gerek.

Eger haýsy hem bolsa bir häsiýet ,(mysal üçin IV) dolandyrylmaýan häsiýete eýe bolsa , onda senagat obýekti özleşdirmegiň birinji tapgyryň tamamlanmagyny monofon ösýşi özleşdirýän regionda ekologiki howplylygy suratlandyrylýar , predel antropogen derejesiniň ekspluatasiýa prosesiniň ýetmegine getirmegi mümkin.

Kanunalaýyk ekologiki konsepsiýa ikilenji faktoryň bolmadyk adamlaryň zähmet işjeňligini gurnamagy diýip hasaplamaly. Şonuň üçin tebigy landşaftyň hatda daşky keşbini üýtgetmek potensiyal howply ekologiki faktory diýip hasap etmeli .(haýwanlaryň ewolusiýon prosesine we migrasiýasyna tebigy landşaftyň görnüş üýtgemeleri belli).

Sur12. Regional tebigy tehniki geoulgamda antropogen üýtgemeleriň funksional häsiýetnamalary .

1 –predel antropogen dereje ;2-senagat obýektleriň formirleme tapgyry;3- senagat obýektleri ekspluatasiýa tapgyry.

Tebigy we senagat prosesleriniň beýany

Adamyň ýaşamagy üçin iümit, suw, egin-eşik ýer we ş.m bolmaly .Bularyň hemmesi-de daşky gurşawa düşýün dýrli gönüšli zyňyndylaryň emele gelmeginiň gutulgysyzlygy bilen baglansykly . Tebigy gurşawa gerekli bolmadyk kä wagtlarda bolsa düzedip bolmajak zyýan ýetmez ýaly oňa edilýän täsirleri gowy meýilleşdirmeli . Şonda adamynyň edýän işiniň netijesinde tebigy gurşawy işjeň goramak bilen tebigatyň hasabyna adamynyň talaplaryny kanagatlandyrmak bilen utgaşdyrmaly . Düzgün bolşy ýaly bu maksatlar biri-birini ret etmeýär. Ýöne käbir ýagdaýlarda kompromil korýerleri kabul etmeli bolýar. Meselem:1mln adam ýaşaýan ilat tipli amerikan şäherine düýän zyňyndylaryň mukdary haýran galdyryjy.

Her gün şäher kanalizasiýalaryna her bir ýaşajja düşýän 0,6 tonna suwuň mukdarynyň 80%- i barýar, gurumyň milli tozanyň we howany hapalaýjylaryň 150tonna we gaty zyňyndylaryň 2000 tonnasy emele gelýär.

Wazary taýdan şüher şertlerinde daşky gurşawyň hapalanmagyndan gutulmak mümkin.

Akyndy suwlardan arassa suw almak bolýar. Akyndy suwlaryň gyrmançasý bilen oba- hojalygyny ösdürmek bolýar.

Dem almakda bölünip çykyan kömürturşy gazy we suw ösýmlikleriň , suw otlaryň kömegi bilen uglewoda we kisloroda öwrüp bolardy.Ýöne termodinamikanyň kanunyna laýyklykda bular ýaly izolirlenen maddalaryň bolmagy uzak wagtlap dowam edip biler. Adamynyň edýän her bir işi ýeriň umumy baýlyklaryny resurslaryna täsir edýär. Bular ýaly işleriň geçmegi netijesinde ýeriň baýlyklary gutarmaly ýaly bolup görünýär. Ýöne ýer elmydama günden energiýanyň akymyny hemişe alyp durýandygyny ýatdan çykarmaly däl. Şeýlelik bilen adamynyň edýän hereketi onuň gowy işler ýerine ýetirmek hyýallaryna bagly bolmadaşky gurşawa zyýan ýetirýär we bu işiň netijesiniň has zyýansyz etmek baradaky mesele öňde durýar . Daşky gurşawyň hapalanmagyny şular ýaly bolmak bolýar.

-----Fiziki(gan şöhlelenmäniň dürli görnüşler

-----Himiki(dürli maddalar howadaky zäherli gazlar, buglar, suwda we toprakda agyr metallaryň toplanmagy).

Atmosferanyň häsiýetnamalary we hapalanmalaryň görnüşleri biziň dem alýan howamyzda zyýanly maddalaryň ägirt uly mukdary bar.

y doly meýilnamalaşdyrmak mümkin däl. Bu soragyň çözgüdinde matematikanyň kömegi bolup biler. Eýsem-de bolsa kömegi bolup biler. Bu soragy mysal bilen düşündirmek üçin käbir ýönekeýleşdirilen modele garamaly.

Ulgamlaýyn analiz pikirlenmegiň kesgitlenen usuly bolup durýanlygy sebäpli tapgyrlaryň sanawy hereket etmek goldanmak hökmünde seretmeli buler ýaly köp taraply çemeleşmäniň maksady, amaly ekologiki meseleleri çözmek üçin dogry strategiýanyň saýlap almaga kömek etmekden ybarat. Bular ýaly meseleler has çylşyrymly EHM ulanmak häzirki zaman ulgamlaýyn barlaglaryň häsiýetli aňratynlygy bolup durýar.

Ulgamlaýyn analiziň strukturasy esasy güýçleri çylşyrymly we örän ýönekeý barlaglar bilen çözüp bolmaýan; Meselem , gözegçilik etmek ýa-da ýönekeý eksperiment getirmek arkaly alyp bolmaýan uly masştably meseleleri çözmäge ugrukdyrýar. Programma bloklarynyň aýry fragmentleriniň bahalaryny “daşkyfaktorlar “ blogyny bir aýlyk ädim bilen berilen wagat hatary boýunça daşky faktorlaryň bahasyny saklalyň.Ondan soňky blok dogry faktorlaryň saklanan bahasyny ulanyp suw hodanyndan bugaran we filtirlenen suwuň hasaplamagyny ýerine ýetirýär.

Suw howdanlarynyň sarp edýän suwunyň mukdaryny hasaplap sanly eksperimentler arkaly suw ulgamynyň saklanmasyny düzmek bolýar we onuň esasynda tejribelikde strategiýany saýlap almaklygy geçirmek mümkin bolýar.

Biologiki kataliz posesslerini modelirlemek.

Ylmy-gözleg işleri üçin modelleri esasan tebigy gözleg instrumenti görnüşinde düzyärler we olar sebäpli derňew häsiýetine eýe bolýarlar. Olaryň ulanylmagynda kesgitlenen tehnologiýa, düşünje we matematiki aparat, şert we dăp-dessur emele geldi kăwagytlar fiziko-matematiki modelirlemäniň medeniýeti hakynda hem aýdýarlar.

Ekologiki seljerişniň meselesinde, daşky gurşawyň bahasyny, hatda prognozyňy kesgitlemekde, köplenç ýazmaça ýa-da imitasion modelleri ulanýarlar. Olarda “Biz berlen ol ýa-da beýleki şertlerde daşky gurşawyň haýsy hapalanmasyny gazanarys?” diýlen soraga jogap gözlenýär. Şonda sebäp derňew aragatnaşygyny ýola goýman, biri-birine meňzeş ýagdaýlarda hökman jogap tapmagy başarmaly.

Maglumat ulgamynyň ösmegi, kompyuter tehnikasynyň hasaplaýyş resurslary, lokae we region masştabynyň ýokary tizlikli telekommunikasion seti korporatiw ulgamlary döretmekde geljekde dorejek ýagdaý bilen öňünden tanyş edýär. Territoriýada netijeli hojaýyn bolmak diňe bir onuň obýektleriniň monitoringini däl, eýsem tebigata we ondaky bolup geýýän prosesleryň hereket güýjüne düşünmegi, sebäp-esasly prognozlary dolandymagy ýa-da goýmagy başarmagy talap edýär. Bu ýerde tejribe ähmiýetli ulanylýar, ylmy we amaly madelleri tapmak bolýar. Emma onuň üçin hökman infrastrukturany giňeltmeli, olary ulanmagy ýeňletmeli, we ulanmagyň giň sferasyny gazanmaly. Döwrebap şertlerde maglumat tehnologiýasyny ulanmazlyk manysyz hasaplanýar.

I. 1. Biologiki kataliz.

Dürli elektron alyjylary (meselem: kislorod, nitrat, kömürturşy gaz, sulfat) ulanmak bilen, mikroblar okislenme organiki reaksiýalaryna gatnaşmaga ukyply bolýarlar. Düzgün boýunça şeýle reaksiýalaryň dowamynda köp mukdarda energiýa bölünip çykyar. Olary oňaýly termodinamiki reaksiýalaryna goşmak bolýar. Has pes energiýa işjeňliginiň alternatiw ýoluny üpjün edýän fermentatiw katalizatorlarynyň ulanylmazlygynda şeýle reaksiýalar pes geçerdí. Adaty şertlerde hatda duýulmazdy hem. Edebiýat çeşmelerinde düzüminde metal saklaýan organiki maddalaryň orny görkezilen. Meselem: Dikeldiji: organiki okislenme we radikal generasiýa (haýwanlaryň, ösümlikleriň, minerallaryň bir jynsynyň

ýa-da görnüşiniň ähli nesilleri) üçin super oksidleri biologiki produsirleme we degalogenizasiýa reaksiýalarynda B 12 witamininiň ornuny görkezýär. Bu prosesleriň hemmesi abiotiki we biotiki reaksiýalaryň arasyndaky berk baglanyşygy üýtgetmäge garşylyk görkezýär. Hemme ýagdaýlarda metallary we organometallary diňe bir katalizator däl, eýsem ýönekeý mikroblaryň ferment strukturasynyň aralygyna gatnaşyjy hökmünde zerurlygyny hem görkezýärler.

I. 2. Fermentler.

Fermentler—bular mikrobyň sintezlerinden öndürilen himiki maddalar. Adatça olar özlerinde goşalanan beloklary ýa-da ýokary molekulaly beloklaryň

kombinasiýasyny we beýleki kiçi organiki molekulalary saklaýarlar. Kiçijik ýönekeý topary koferment ýaly häsiýetlendirilýär. Şol bir wagtyň özünde belogyň özüniň molekulasy aroenzim ýa-da apoferment diýilýär. Fermentler islendik belli sintetiki katalizatorlaryň himiki reaksiýanyň geçişini ýokarlandyryş ukybyny birnäçe esse galdyryýarlar. Emma olar edil katalizatorlar ýaly örän spesifiki we diňe kesgitlenen biohimiki reaksiýalaryna gatnaşýarlar.

Meselem: kraz fermenti litrde 1 mg fermentden az bolmadyk konsentraziýaly moçewinanyň $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ gidrolizini katalizleýär, emma olar anyklanmaýarlar we moçewina metiliniň $(\text{NH}_2)(\text{CH}_3\text{NH})$ tipini üýtgedýän gidroliz normasynyň molekulasy üýtgetmeýärler. Bu spesifiki biokatalizatorlar diri öýjükler tarapyndan öndürilýär. Köplenç öýjükleriň içinde funksionirleme netijeliligine ukyply; köp ýagdaýlarda öýjükleriň içinde katalizator hökmünde täsir edip bilýän, özüde ferment saklaýan filtratlar hem bar.

Fermentleriň zerurlygy – adaty we inžener ulgamlarynyň reaksiýalarynda katalizatorlar bellän bilinmez. Olar daşky gurşawda ähli biostabilizirleýji, ýagny öz-özüden ýa-da mejbury (meselem: biologiki arassalamakda) geçýän prosesleriň we akyndy suwlary arassalamakda arganiki maddalaryň biostabilizasiýasynda ulanylýar ähli anaerob we aerob prosesleriniň esasynda ýatýarlar.

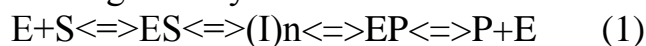
Fermentatiw reaksiýalar näçe köp öwrenilse, şonça-da olary ulanmagyň täze ýollary açýar. Olaryň spesifikasyny öz gyzyklanmaňda we howply organiki himiki maddalary arassalamak prosesini güýçlendirmekde ulanmak bolýar. Meselem: köp kömelekler we ösümlükler peroksid fermentini produsirleýärler, olar bolsa durnukly aramatiki maddalary bilen wodorod peroksidiniň okislenme netijeliligini ýokarlandyryýar.

Ferment diametrleriniň molekulýar ölçegi diapazonda takmynan 100 angstromden 1000 angstrome çenli, şeýlelik bilen olar gomogen we geterogen katalizatorlarynyň aralygyna ýerleşýärler. Olara köplenç mikro geterogen katalizatorlary diýilýär. Kataliz fermentiniň mehanizmini nazary taýdan düşündirmek takmynan islendik ferment bilen reaksiýanyň arasyndaky aralyk etabyň formirlenmegine esaslanýar. Bu bir atly sredada geçýän gomogen reaksiýa we fermentleriň üstünde (geterogen kataliz, geterogen reaksiýa) biohimiki reaksiýada komponentleriň adsorbirlenmegi; köp prosesler reaksiýanyň dowamynda aralyk maddalaryň formirlenmegi bilen geçýärler, berlen ýagdaý fermentiň täsirinde kinetika we onuň dozasy saýlamaga mümkinçilik berýär.

Suwlary we akyndy suwlary fermentleriň gatnaşmagynda biologiki arassalaýyş reaksiýasynyň zerurlygy-olaryň mukdar göwrümini kesgitlemek we mikroorganizmleriň gatnaşmagynda biohimiki arassalaýyş prosesi olaryň özüden köp. Gözlegiň beýleki sebäbi prosesiň mukdar häsiýetnamasyny kesgitlemek üçin matematiki modeli düzmek bolup durýar. Fermentleriň gatnaşmagynda gözleg reaksiýalary ekologiki ulgamda bolup geçýän birnäçe çylşyrymly fiziki-himiki reaksiýalary we prosesleri beýan etmäge kömek berýär.

II. 1. Miçaklisa-Menteniň modeli.

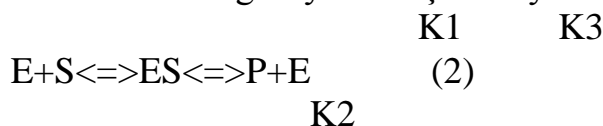
Fermentiň gatnaşmagynda reaksiýanyň beýanynyň umumy shemasy aşakdaky deňlemede görkezilýär.



Bu ýerde:

E-ferment

S-reaksiýanyň geçişiniň esasy, ES fermentine esaslanyp, toplumlaýyn formirlemek üçin bellenen, (I)n-fermentiň esasynda himiki emele gelýär, has köp aralyk parametrleri bolan, ahyrky hasapda fermente getirýär, reaksiýanyň toplumynda aralyk önümler emele gelip, olar hem öz gezeginde reaksiýanyň dowamynda birleşýärler we reaksiýanyň önümi P we ferment emele gelýär. Ýokardaky deňlemäniň has ýönekeý gysgaldylmasy bizi Miçaklisa-Menteniň modeline getirýär. Ol aşakdaky deňleme arkaly beýan edilýär.



Bu ýerde:

Berlen ýönekeý reaksiýanyň katalitiki tebigaty fermentiň goralmagy bilen kesgitlenen faktoryň esasynda 2 etapda geçýär. Bular 2-nji formula esaslanýarlar:

1-nji substrat ES kompleks fermenti bilen baglanyşykly.

2-nji ES kompleksiň transformasiýasynda erkin önüm we ferment konsentrasiýa baglylykda çäklendirilýär.

3-nji önüm bilen fermentiň arasyndaky öwrülip bilýän reaksiýa, reaksiýanyň başlangyç stadiýasynyň dowamynda ujypsyz.

Berlen maglumatlaryň esasynda 2 sany esasy ýagdaý ýüze çykýar:

Birinji, reaksiýanyň önüminiň konsentraciýa birliginiň ýokarlanmagy (CPR) we substratyň konsentraciýasynyň peselmegi (CSU) –bu iki funksiýa substrat-ferment toplumynyň konsentraciýasy bolup durýarlar. Ol aşakdaky formula bilen aňladylýar:

$$\frac{d \text{ CPR}}{dt} - \frac{d \text{ CSU}}{dt} = K3 \text{ CES} \quad (3)$$

Ikinji, fermentiň massa gatnaşyklarynyň täsiri:

$$CEN, O = CEN + CES \quad (4)$$

Bu ýerde:

CEN, O-reaksiýanyň başynda çykýan fermentiň konsentraciýasy.

Eger-de soňky ýagdaý ES toplumy reaksiýanyň başlanan wagty derrew deňagramly konsentraciýa ýetýän bolsa, onda ýazmak bolar:

$$\frac{d \text{ CES}}{dt} = k1 CEN \text{ CSU} - k2 \text{ CES} - k3 \text{ CES} = 0 \quad (5)$$

(5) deňleme boýunça edilen ädim erkin-ferment we substratdan substrat-ferment toplumyny formirlemegi öz içine alýar we ikinji tertipli reaksiýalara degişli bolýar, onda iki reaksiýa: yzyna gaýdýan reaksiýa we substrat-ferment toplumyndan erkin önüm we ferment emele gelýän reaksiýalar birinji tertipli reaksiýalara degişli bolýarlar. Berlen maglumat substrat-ferment toplumynyň

konsentrasiýasyny kesgitlemek üçin esasy bolup durýar we berlen toplumy önüme we fermente birleşdirmekde esas we sazlaýjy proses bolup durýar, soňky önümiň konsentrasiýasyny sazlaýar. Berlen ýagdaý diňe (CSU, O-CSU) > CeS, şerte gabat gelýär, haçan-da CSU >> CEN, O ýa-da Ces << CEN, O при bolsalar, onda substrat-ferment toplumynyň deňagramlylyk konsentrasiýasyny gurmak üçin (5) deňlemäniň çözlüşi şeýle bolar:

$$\frac{k_1 \text{ CSU CEN}}{k_2 + k_3} = \frac{k_1 \text{ CSU CEN, O}}{k_1 \text{ CSU} + k_2 + k_3} \quad (6)$$

Berlen deňleme bilen (3) deňlemäni birleşdirip, substrat kinetikasynyň peselme derejesini getirip çykarýarys:

$$-d\text{Csu} = d\text{CPR} = k_3 \text{ CES} = k_3 \frac{k_1 \text{ CSU CEN}}{(k_2 + k_3) / k_1} \quad (7)$$

görnüşinde berlen konstanta derejesiniň esasy kombinasiýasyna Miçayelis konstantasy KM diýilýär. KM hasaba alyp, (7) deňleme bilen işläp indiki deňlemäni alyarys:

$$-d\text{Csu} = \frac{k_3 \text{ CSU CEN, O}}{KM + \text{CSU}} \quad (8)$$

Miçayelis konstantasy (hemişeligi) ferment-substratynyň bilelikdäki toplumyny ölçeýär. Ol haçanda ES konsentrasiýa $k_2 \gg k_3$ (seret formula 3) aralykda E we S... konsentrasiýalaryň deňagramlylyk ýagdaý ferment-substrat toplumynyň konwersiýa derejesini ferment we önüme çenli sazlamagy başga-ça ýol bilen tassyklaýar. (deňleme 3 gabat gelýär).

Umumy ýagdaýda deňleme 8-de fermentiň konsentrasiýasy hemişeligine galýar. Fermentiň konsentrasiýasynyň hemişeliginde reaksiýanyň geçiş derejesine substratyň konsentrasiýasynyň täsiriniň netijeliligi surat 1-de görkezilen. Substratyň pes konsentrasiýasynda substratyň çykyş derejesi oňositel substratyň birinji tertibine golaý üýtgeýär, haçanda ýokary konsentrasiýada dereje 0 golaýlaýar. Nul dereje fermentiň substrat bilen $\text{CEN, O} = \text{C ES}$ çenli doýgundygyny aňladýar. (8) deňlemeden belli bolşy ýaly maksimal dereje (r_{max}) $k_3 \text{ Cen, o}$ deň bolmaly. Şonuň üçin biz Miçayelis Menten deňlemesi bilen jemleýji baglanyşygy üzmek üçin (8) deňlemedäki CEN, O ululygy çalyşýarys.

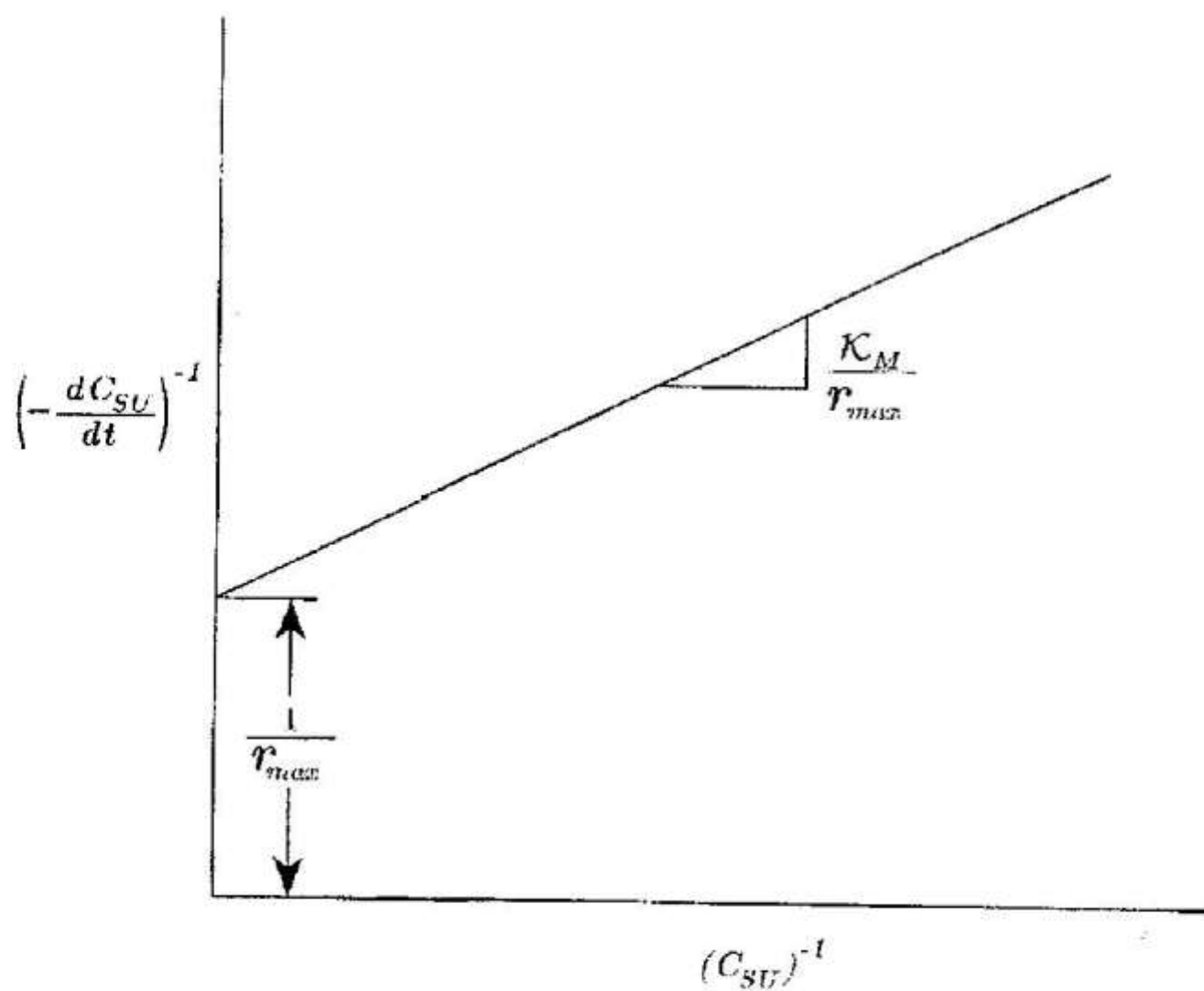
$$\frac{d \text{ CPR}}{dt} = r = \frac{-d \text{ CSU}}{dt} = \frac{r_{\text{max}} \text{ CSU}}{KM + \text{CSU}} \quad (9)$$

Biologiko proses üçin Monodyň modelini deňlemäniň hasaplamasynda (9) deňleme ýaly mikrob ösüşiniň derejesini we substraty ulanmagyň derejesini substrat konsentrasiýasynyň funksiýasy ýaly ulanýarlar. Monodyň modeli peýdaly empiriki usullaryň biri bolup, ol düýpli esasa eýe we biologiki substrat-ferment dargamasynyň her bir ädimini dolulygyna beýan etmeýär. Miçayelis-Menten deňlemesindeki KM we r_{max} hemişelikleri ulgamyň her bir fermentini häsiýetlendirmäge mümkinçilik berýär. Olaryň düzümi tejribe ýoly bilen kesgittenilip bilner, ýagny $d\text{Cpr}/dt$ önümiň başlangyç formirlenme derejesi

substratyň köp dürli başlangyç konsentrasiýalary üçin kesgitlenen bolýar. (9)
deňlemäniň iki tarapynda hem indiki göni deňlemäni drler:

$$\frac{1}{-dC_{su}/dt} = \frac{1}{r_{max}} + \frac{K_M}{r_{max}} \frac{1}{C_{su}} \quad (8)$$

C-1su garşy ýerleşen (-dC_{su}/dt)-1meýdany –merkezi nokat bolan 1/r_{max} bilen gapdal ýerleşen kese çyzygy K_M/r_{max} nokat arkaly kesende göni çyzykly yz galdyryýar. Bu göni forma Miçayelis-Menten deňlemesinden Z harpy bilen belgilenýär (käwagyt ol Burkanyňgöni çyzykly meýdany diýip atlandyrylýar) we surat 2-de suratlandyrylýar. Köp gezeklik, göni däl regress şoňa laýyk gelyän konstantany has takyk kesgitlemäge amatly şert we berlen modeli many beryär. Fermentativ kataliz reaksiýasy PDES görkezilen.



Surat № 2 Miçaelis-Menteniñ deñlemeninñ çyzgylı görnüsü

II. 2. Monodyň modeli.

Miçayeliz-Menten netijeleriniň hasabynda empiriki BMgözegçilikde wp-esli derejesi bolan Monod-mikroblaryň model ösüşini togtatdy, ol (9) formula ýaly matematiki forma eýe.

Mikroblaryň ösüşü dCBM Rbm rbm,max CSU

1

KBM- biogramyň konsentrasiýasy.

Rbm- biogramyň ösüş derejesi

Rbm,max- substratyň doýgun şertlerine çenli

Maksimal ösüş derejesi.

KBM-CSU ululygy $rbm_{0,5}$ rbm,max bolonda Kbm ýarym doýgun hemişeligi hökmünde ulanylýar.

Monod modeli biogramyň ösüş derejesiniň substratyň limitirleýji konsentrasiýasy bilen baglanyşyklydygyny hödürleýär. Berlen esaslandyрма bolan esasy konsepsiýanyň hakykatlygy berlen modeliniň esasynda ýatýar. Monod modeli biogramyň ösüş bilen Miçayelis- Menten fermentatiw kinetiki modeliniň tapawudy adaty Miçayelis-Menten modelinde biogramyň ösüş substratyň spesifik häsiýetnamasyna esaslanýar. Berlen ulgamda ýeterlik konsentrasiýa we ýeterlik biologiki işjeňligiň täsirinde substrat öýjügiň işjeňliginiň gazanylmagyny goldaýar. Şonuň üçin gynansak hem, berlen fermentatiw we biogramyň ösüş modeli matematiki forma, tejribä ukyplylyga eýe bolýar, emma ol berlen ulgamyň hakyky ýagdaýynyň ýeterlik spesifikasi düşünjesi bilen üpjün etmeýär. Monod modeli-hakyky ýagdaý üçin peýdaly model. Miçayelis-Menteniň ulanylmagy substrat-ferment toplumynyň her bir ädimini analizlemeyär, emma bu iki modeli şol bir görnüşde ýa-da ekwiwalent ýagdaýda seretmek bolmaýar. [5]

Dürli biokinetiki modelleriň we olaryň dürli tipli beýanlary, dürli diapazonly biologiki prosesleri üçin oňositel zerurlygynyň umumy esaslary mysal N1. Derman öndürýän zawodyň kesgitlenen normatisligi laýyk gelmeýän önüm akymyny arassalamak üçin bioreaktor taslama.

- Umumy ýagdaý kesgitlenen normatiwligi laýyk gelmeýän galyndylary himiki reaksiýa arkaly gaýtadan işlemekde özünde ^{14}C – radioaktiw benzoat saklaýar organiki akym emele gelyär. Berlen ^{14}C - radioaktiw benzoat maddasy bozulmazdan, ýygnama ulgamynda düşürmek akymyna çenli aýyrylmaly. Adsorbentiň gatnaşmagynda geçirilýän netijeli adsorbsiýa prosesinde organiki maddanyň düzümi aýrylmaýar. Membranalar arkaly arassalamak alternatiw arassalamak usuly bolup çykyş edip bilmeýär. Galyndy mineralizirlenen $^{14}CO_2$ bolmagy mümkin, ol howaly üflemede aýrylýar.

- Mysal. Bioreaktor taslama modelini ulanmak üçin mineralizasiýa prosesini has gowy beýan edýän, işleýän, işçi modelini saýlamaly.

- Logika we jogaplary.

1. Logiki nukdaýnazardan substrat-Miçayelis-Menten deňlemesini ulanmagyň biologiki derejesiniň beýany .

2. Dürli başlangyç konsentrasiýaly substatyň we dürli başlangyç konsentrasiýaly bioagramyň (2000 mg/e) derejeleriniň ýygymy 2 sany aýratyn tejribelerde kesgitlenen.

Jedwel N1

Tejribe N1 netijeleri CSU,O = 0,32 mg/l		Tejribe N2 netijeleri CSU,O = 0,32 mg/l	
Wagt (sagat)	14 C benzoatyň konsentrasiýasy	Wagt (sagat)	14 C benzoatyň konsentrasiýasy
1	2	3	4
0	1300	0,5	1250
0,2	1150	1,1	1200
0,4	870	1,3	1180
0,5	760	1,8	1180
0,7	625	2	1180
0,85	530	2,3	1150
1	400	2,8	1100
1,1	400	3	1180
1,3	380	3,3	1180
1,5	300	3,5	1170
1,7	350	3,75	990
1,85	280	4	1010
2	310	4,5	940
2,25	350	4,75	840
2,5	320	5	810
2,75	340	5,5	730
3	240	6	510

3. Miçayelis-Menten usulynyň dereje deňlemesinde belli bir wagtdan soň, fermentiň konsentrasiýasy hemişeligine galýar we şeýlelik bilen substratyň biologiki dargamasynyňwe mikroorganizmyň ösüşiniň beýany çäklendirilýär. Eger-de goşmaça substratyň we iýmit maddalarynyň gatnaşmagynda biologiki ýerleşiş össe, onda öýjükler iki-ikiden birleşseler, logarifme baglylykda öýjükleriň mukdary köpeliýär. Şeýle ýagdaýda Mşçayelis-Menten deňlemesi substratyň ulanyş derejesini takyk beýan edip bilmeýär. [6]

4. Simkins bilen Aleksandrow (1984) Monod usulynyň çäklendirmesine esasanyp, öýjügiň ösüş logarifminiň dowamynda substraty ulanmak üçin ösüş derejeli modeli işläp düzdüler.

dCSU

$$\text{————} = R_{bm,max} (CSU,O + CMB,O - CSU)$$

bu ýerde:

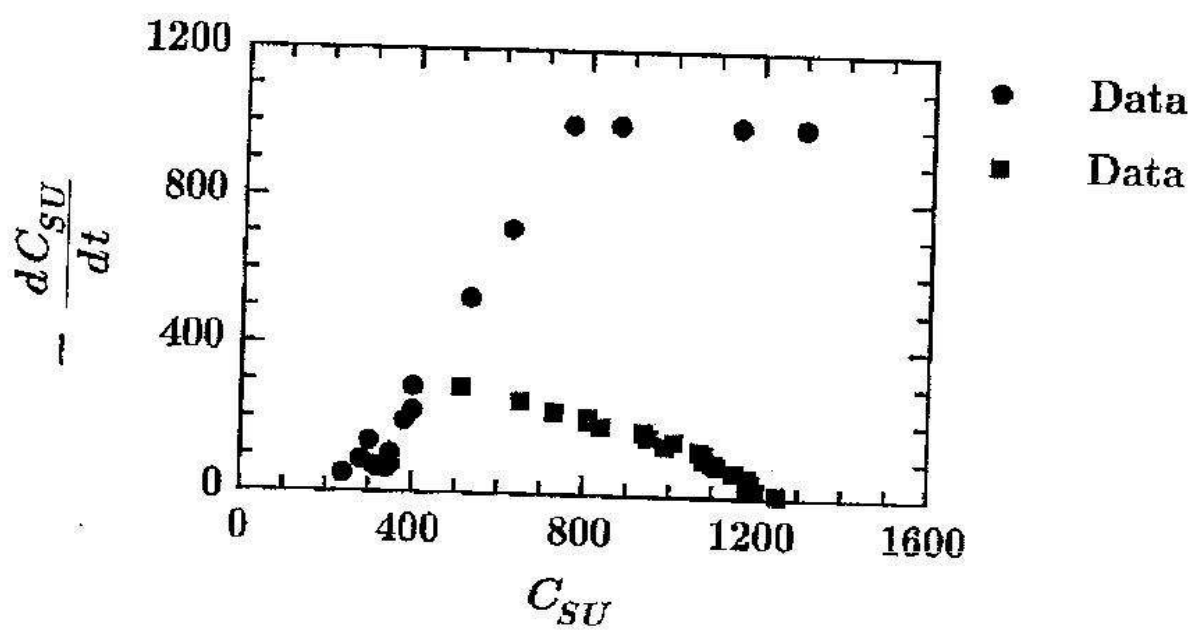
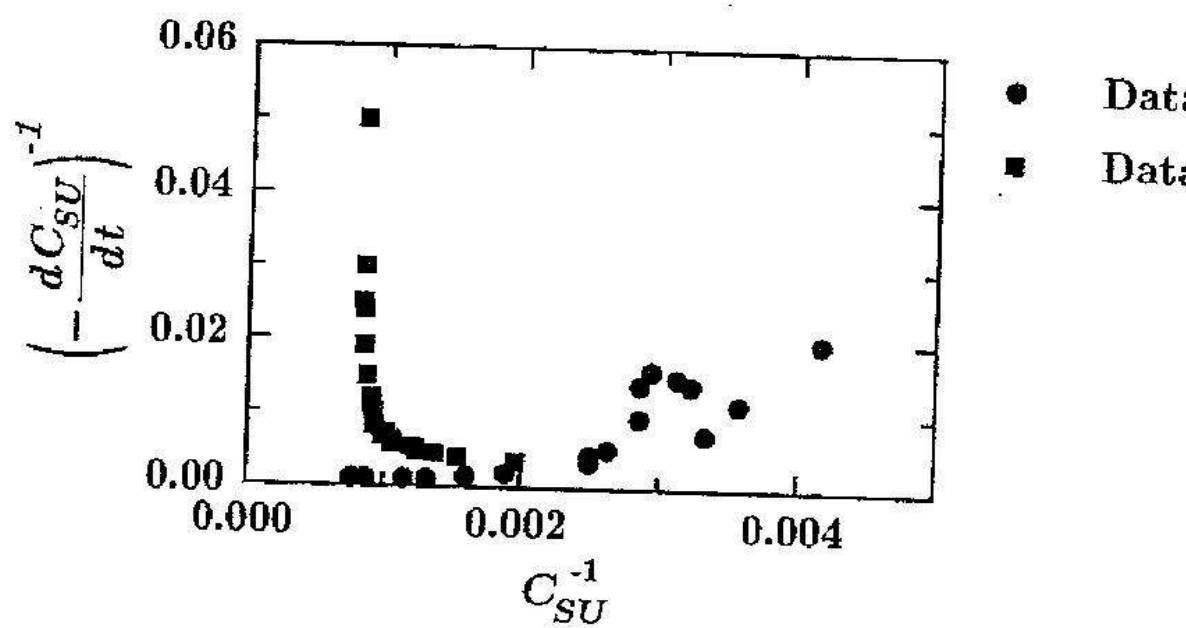
CSU,O – substratyň başlangyç konsentrasiýasy.

CBM...- substrat massasynyň öýjük massasyna öwürmek üçin öndüriljek faktoryny we öýjügiň ýerleşiş dykzlygyny häsiýetlendirýän bioagramyň konsentrasiýasy.

5. Biz substraty ulanmak bilen ýokarda berlen bioagramyň ösüşiniň beýanynyň zerurlygyny bahalamak üçin Miçayelis- Menten modeline we görkeziji modeliň ösüşine gözegçilik edýäris. Has irki tejribede alnan substrat bilen biologiki kulturany ulanmak, $a_{km} = 0,5 \text{ mg/}$ ululygy ulanmak bilen soňky modeli ulanmagy ýeňledýäris.

6. Eger-de substraty ulanmak bilen berlen dereje Miçayelis – Menten usuly we deňlemäniň beýany has gowy bolýan bolsa, onda göni baglanyşygy bolan gabat gelyän ululygy surat 3 görkezilen.

Eger-de başga tarapdan berlen ösüş dereje logarifm modeli bilen gowy beýan edilen bolsa, onda dC_{su}/dt grafik C_{su} -a bilen göni çyzyk emele getirer. Her bir usulyň kömegi bilen 2 tejribäniň hasaplamalary aşakdaky grafikde görkezilen.



Surat № 3

7. Berlen tejribe N1 - Miçayelis – Menten modeli bilen gowy beýan edilen, tejribe N2 netijeleri öýjügiň logarifm ösüşinde substraty ulanmak modeline gabat gelýär. Bu netije reaksiýanyň

Başlangyç şerti bilen 2 sany ösüş derejaniň manysyny aňladýar. Tejribe N2 üçin $CBM,O \gg CSU,O$, tejribe N2 üçin $CSU,O \gg KM$ ulanyldy.

Döwrebap ekologili gaýtadan işlemek prosesleri we ulgamyň analizini modelirmek we taslamalaşdyrmak modeliň esasynda berk maddy balansy düzmek üçin gabat gelyän deňleme derejesini ulanmagy talap edýär. Ekologiki ulganda matematiki modelleriň düzmegiň ösüş derejesiniň birnäçe görnüşlerime seredildi. Biz modelirmek instrumentlerine seredip geçdik. Olar birnäçe çylşyrymly ýagdaýlara örän ýönekeý ýüzlenmäge we çylşyrymly molekulýar dereje maglumatynyň yetmezçiliklerine seretmezden, şowly usul tapmaga ýardam berýär.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Umumy milli “Galkynyş” Hereketiniň we Türkmenistanyň Demokratik partiýasynyň nobatdan daşary V gurultaýynyň bilelikäki mejlisinde sözlün sözi. Aşgabat 2007 ý.
2. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň , şäherleriň, etrapdaky şäherleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-ýyla çenli döwür üçin milli maksatnamasy. Aşgabat 2007ý.
3. Türkmenistanyň ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin “Baş ugry “ milli maksatnamasy.”Türkmenistan gazetini ,2003ý. Awgust aýynyň 27-si.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagytdyr. Aşgabat, 2007.
5. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasy, “Türkmenistan” gazetini, 2003-nji ýyl, Alp Arslan aýynyň 27-si.
6. Gurbanguly Berdimuhamedow. Eserler ýygyndysy. 1-nji tom. Aşgabat, 2007.
7. И.И.Мазур О.И.Мондаванов , В.Н.Шишов. Инженерная экология,1и2 том, высшая школа, Москва 1996г.
8. Экология и безопасность жизнедеятельности под.пред. Л.А.Муравя. Юнити ,2000
9. Л.А.Петросян,В.В.Захаров. введение в математическую экологию .
10. А.И.Горстоко, Г.А Угольниковский Введение в модулирование эколого-экономических системю Ростов на Дану: Издательство Ростовского университета,1990г.
11. Ф.Ливчак Инженерная защита и управления развитием окружающей среды. Колос ,Москва 2001г.
12. Экология и экономика природо пользования. Под.пред. Гричова Э.В.М. 1998г.
13. А.И. Родионов, В.Н. Клущин, В.Г Систер Технологические процессы экологической безопасности, Калуга, 2000 г.
14. И.Ф. Ливчак Инженерная защита и управление развитием окружающей среды, Колос, Моска, 2001г Стадницкий Г.В., Родионов А.И. «Экология», М. 1996 г.
15. Белов В.С. «Охрана окружающей среды», М., 1991г.
16. Экология и безопасность жизнедеятельности. Под ред.Л.А. Муравья М ЮНИТИ, 2000.

Mazmuny

Giriş. Türkmenistanyň ekologiki meseleleri. Modelirlenmegiň esaslary	1-4 s
Ekologiki prosessleri modelirmek	4-7 s
Modelirlenmegiň sistemalary	8-10 s
Dinamiki modeller	10-13 s
Ýönekeý modeller	13-15 s
Gursawyň tötäňleýin üýtgemegi	15-19 s
Ekologiki prosessleri modelirmek	20-21 s
Stohastiki modeller	21-24 s
Matrisa modelleri	24-28 s
Ulgamlaýyn analiz	28-32 s
Suw ulgamyny dolandyrmak	32 -36 s
Optimizasion we oýun modelleri	36-39 s
Erginleriň hereketi	40-51 s
Daşamagyň we reaksiýalaryň modelirlenmegi	51-55 s
Ýyllyk energetiki desgalaryň modelirlenmegiň esaslary	55-59 s
Enjamlaryň awtomatizasiýa prosesini modelirmek	60-62 s
Gaz paýlaşjy beketiniň awtomatizasiýasy modelirmek	63-71 s
Territoriýalary senagat özleşdirme raýonlarynda antropogen üýtgemeleriň häsiýetnamalary	71-77 s
Biologiki kataliz proseslerini modelirmek	77-82 s
Edebiýat	82-83 s