

doi.org/10.51452/kazatu.2021.2(109).604  
ЭОК 330.46

## ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕНІҢ ШЕШІМІН БОЛЖАУ ҮШІН ИЕРАРХИЯНЫ ТАЛДАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ

*А.А.Муханова<sup>1</sup>, Л.А.Жауханова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,  
Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан  
e-mail: ayagoz198302@mail.ru; zhauhanovalaz@mail.ru*

### Түйін

Мақала Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізу мақсатында, иерархияны талдау әдісі бойынша жүзеге асырылады. Каспий теңізі - әлемдегі экономикалық маңызы бар ең ірі тұйық, су алабы. Каспийдің экологиялық жағдайы соңғы жылдары су деңгейінің көтерілуімен байланысты. Мұнай кен орындарында су жағаға көтерілгенде, теңізге оралып, өзімен бірге ауыр металдар мен мұнай өнімдерін шайып алып кетеді де теңіз суын ластайды. Сондықтан, Каспийдің теңізінің жағалау маңы аймағындағы топырақтардың, физикалық-химиялық қасиеттері, топырақтардағы ауыр металдардың мөлшерлер күйі экологтар көмегімен болжанып, Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақтың ластануына әсер ететін критерийлер іріктеліп, эксперттер көмегімен негізгі жұмыс бағаланды. Келесі кезекте иерархиядағы элементтердің басымдықтарын сызықтық жинақтау арқылы альтернативғаламдық басымдықтарды синтездеу. Жұмыс нәтижесінде, топырақтың қай критерий бойынша ластанғаны анықталып, алдағы бір жылдың ішінде топырақтың ластануына қай критерийдің әсері көп екендігіне болжам жасалынды. Алынған нәтижелер негізінде шешім қабылданды.

**Кілт сөздер:** экологиялық мәселе, қара шірік, мониторинг, критерий, эксперт, иерархияны талдау әдісі, шешім қабылдау.

### Кіріспе

Қазіргі кезде тұрғындарға экологиялық білім беру мәселесі өзекті болып отыр. Маңғыстау облысы қазіргі таңда мұнай өндіруден ҚР көлемнің ширегін қамтамасыз етуде. Маңғыстау, тау-кен өндіру саласының үлесі жалпы республикалық көлемнің 23% құрап, басымдықты (31%) тек Атырау облысына ғана беріп отыр [1]. Облыстағы барлау жүргізілген мұнай қорының 70 пайызы Өзен, Жетыбай, Қаламқас, Қаражанбас және Солтүстік Бозашы атты 5 ірі кен орындарында шоғырланған.

Қаламқас, Қаражанбас және Солтүстік Бозашы мұнай кәсіпшіліктері Каспий теңізінің – Жердегі ең үлкен ағынсыз көл, жағалауында орналасқан. Айтарлықтай, теңіздің жағалау сызығының ұзындығы – 7000 км, сулары Ресей, Қазақстан, Түркменстан, Әзірбайжан мен Иран жағалауын шайып отыр. Қазақстан Республикасына жағалау сызығының 29% (2340 км) үлесі тисе, Түркменстанға – 21%, Әзірбайжанға – 2%, Ресейге – 16%, Иранға – 14%. Ал, Каспий теңізінің Маңғыстау облысы бөлігіндегі жағалау сызығының ұзындығы

1399,5 км құрайды. Осының өзінде, мұнай кен орындары (Арман, Қаламқас, Қаражанбас, Солтүстік Бозашы, Донға) орналасқан облыс шегіндегі экологиялық қауіпті Каспий теңізінің жағалау ұзындығы 130-150 км. жуық болса керек. Аталған, мұнай-газды кешеннің қоршаған ортаға ықпалы алуан-түрлі, ол келесі бірқатар әрекеттерді жүзеге асыру түрінде көрініс табады: инженерлік-технологиялық барлау үдерістерінің кешені, көмірсутекті шикізатты бағалау, өндіру, қайта өңдеу, тасымалдау, құрылыс.

Қоршаған ортаға антропогендік әрекеттің әсері жылдан жылға үздіксіз жоғарлауда екендігі анық. Каспий теңізінің жағалауын топырақтарын ластайтын және қауіптілігі жоғары заттарға мұнай өнімдерінің және техногенді нысандардың қалдықтары, ауыр металдар, радиоактивті заттар мен бөлшектер және басқа да экотоксиканттар жатады.

Осы келесі мәселеге байланысты, Маңғыстау облысының басшылығы, геоақпараттық жүйелер (ҒАЖ) қолдану арқылы жүйелі мемлекеттік мониторинг

ұйымдастырған. Себебі, аудандардың экологиялық зерттеу нәтижелерін өңдеу, деректерді қолдануын жеңілдетуін қамтамасыз ету, деректер қорын толықтыру мүмкіндігін беру үшін жүргізілу қажет. Ал, қорытынды нәтижелер, қоршаған ортаның жағдайын айқындауы қажет. Қолдануға алынған ақпаратты тиімді ұйымдастыру және талдау тек қана геоақпараттық жүйелерді қолдану арқылы ғана мүмкін болады. ҒАЖ-да ақпаратты ұйымдастыру және сақтау артықшылығы – электронды карта арқылы, экологиялық жағдай туралы нақтыланған ақпаратты жедел түрде ұсыну [1, 10 б.].

Бұл жұмыста Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізу мақсатында топырақтың ластану мәселесінің шешімі қарастырылған. Мәселені шешу үшін тапсырманы қарапайым компоненттерге бөліп, шешім қабылдаушының пайымдауларының дәйектілігін жұптық салыстыру арқылы бағалап, зерттеу жүргізілді. Қазіргі таңда кең таралған әдістің бірі иерархияларды талдау әдісі (бұдан әрі - МАИ) қолданылды. Білімі бойынша математик, 1970 жылдары АҚШ пен КСРО-ның қарусыздану жөніндегі Женева келіссөздеріне қатысып, басымдықтарды оңтайландыру идеясы туындаған американдық ғалым Томас Сати жасады. Иерархияны талдау әдісі - бұл жалпы өлшем теориясы болып саналады және белгісіздік жағдайында, оңтайландыру критерийлерін анықтау мүмкін болмаған кезде, көп өлшемді оңтайландыру мәселелерін шешудің әдісі. Бұл әдісте критерийлер мен альтернативаларды жұптық салыстырудың жеке мәселелерін шешу үшін мамандар шақырылады. Әдістің тікелей мақсаты - белгілі бір мәселе бойынша, көбінесе қайшылықты, пікірлерді келісу үшін, бір мақсатқа біріктірілген эксперттер тобының бірлескен жұмысы. Иерархияны талдау әдісі эксперттер тобына талқыланатын мәселе бойынша өзара әрекеттесуге, өз пайымдауларын өзгертуге және нәтижесінде иерархиялық деңгей элементтерінің жұптық салыстыруларының матрицалары түрінде ұсынылған топтық шешімдерді рационалды түрде біріктіруге мүмкіндік береді[2]. МАИ нәтижелеріне қол жеткізу үшін келесі қадамдар ретімен орындалады:

Бірінші кезең: мақсатты, факторларды,

критерийлер мен акторлардың (әрекет етуші күштердің) иерархиясын, баламалар мен талқыланатын мәселенің сценарийлерінің сапалы моделін құру.

1-кезең – иерархия элементтерін: мақсатын, жалпы және жеке критерийлер мен альтернативтерін анықтау.

2-кезең – мәселені иерархия түрінде құрылымдау.

Екінші кезең: жұптық салыстыру әдісін қолдана отырып, иерархияның әр деңгейіндегі барлық элементтердің басымдықтарын анықтау.

1-қадам - әр деңгейдің элементтерін жұптасып салыстыру;

2-қадам - берілген матрицадағы басымдық векторын есептеу;

3-қадам - алынған сандарды қалыпқа келтіру;

4-қадам-пікірлерді дәйектілікке тексеру.

Үшінші кезең: иерархиядағы элементтердің басымдықтарын сызықтық жинақтау арқылы ғаламдық басымдықтардың альтернативаларын синтездеу.

Төртінші кезең: алынған нәтижелер негізінде шешім қабылдау[3].

Бірінші кезең: шешім қабылдаудың иерархиялық моделін құру. Мұндай құрылымды құру мәселені жан-жақты талдауға және мәселенің мәнін тереңірек түсінуге көмектеседі. Шешім қабылдаудың иерархиялық моделі – бұл мәселенің төңкерілген ағаш түріндегі есептің графикалық көрінісі, мұнда әр элемент, ең жоғарғысын қоспағанда, жоғарыда орналасқан бір немесе одан да көп элементтерге байланысты болады. Иерархиялық модель күрделі мәселелерді сапалы модельдеудің құралы ретінде қызмет етеді. Құрылған иерархия келесі элементтерді біріктіруі керек: таңдау мақсаты, критерийлер, альтернативалар және шешім таңдауға әсер ететін басқа факторлар (немесе күштер).

Бірінші қадам – иерархия элементтерін – мақсатты, жалпы және жеке факторларды және альтернативаларды анықтау. Бұл жерде шешім қабылдаушылардың құзыреттілігі үлкен мәнге ие. Шешімнің тиімділігіне зерттелетін саланы жақсы білетіндер қамтамасыз ете алатын барлық критерийлердің толықтығы әсер етеді. Ең алдымен тапсырма беріледі. Тапсырма: иерархияны талдау әдісі арқылы мәселенің шешімін табу.

Екінші қадам – мәселені иерархияда құрылымдау.

Екінші кезең: тапсырманы орындау үшін әр фактордың маңыздылығын бағалау немесе жұптасқан салыстыру әдісін қолдана отырып, иерархия деңгейінің барлық элементтерінің басымдықтарын анықтау.

Иерархияны құрғаннан кейін сарапшылар (ШҚ) оны құрылымның барлық түйіндеріне басымдық беру үшін қолданады. Басымдықтар – иерархия түйіндерімен байланысты сандар. Олар факторлар мен альтернативалардың салыстырмалы салмағын білдіреді. Ықтималдықтар сияқты, басымдылықтар - бұл нөлден бірге дейін өзгеруі мүмкін өлшемсіз шамалар. Басымдық мәні неғұрлым жоғары болса, сәйкес элемент соғұрлым маңызды болады. Жоғары иерархия деңгейінің бір элементіне бағынатын элементтердің басымдылықтарының қосындысы біреуіне тең.

Бірінші қадам – әр деңгейдің элементтерін жұптасып салыстыру (бірінші мақсат деңгейінен басқа). Ол үшін иерархияның екінші және үшінші деңгейлерінің элементтері матрицаға жазылады, ол негізгі мақсат тұрғысынан элементтердің салыстырмалы маңыздылығы туралы пікірлермен толтырылады. Альтернативаларды бастапқыда бөлген критерийлермен салыстырамыз. Екі факторды салыстыру кезінде сұрақты нақты тұжырымдау керек: екінші деңгейдегі екі фактордың қайсысы маңызды және басты мақсат тұрғысынан қаншалықты маңызды?

Әдетте, салыстыру күші әрқашан сол жақ бағанда тұрған іс-қимыл немесе объект үшін жоғарғы жолда тұрған іс-әрекетке немесе объектіге қатысты жасалады. Тапсырма бойынша неше жол және неше баған екенін анықтап, соған сәйкес жұптық салыстыру матрицасын толтырамыз.

Ұяшықтарда баған критерийі бойынша жол критерийінің маңыздылық дәрежесі жазылған жұптық қатынастардың матрицаларын құрамыз. Сарапшылар тек жоғарғы ұяшықтарды толтыратынын ескеріңіз, қалғандары қайта есептеледі.

Келесі матрицаның кері мәндерін енгізу. Жұптастырылған салыстыру матрицасы толтырылғаннан кейін, осы матрицаның бағандары бойынша жалпы нәтижені есептеу қажет болады. Матрицаны кері сандармен толтырғаннан кейін әр бағанның қосындысын

есептейміз.

Екінші қадам – берілген матрица үшін басымдылық векторын есептеу.

Математикалық тұрғыдан алғанда, бұл негізгі векторды есептеу, ол қалыпқа келтірілгеннен кейін басым векторға айналады.

Жұптық салыстыру матрицасының негізгі меншікті векторын есептеу алгоритмі: әр қатардың  $n$  элементін көбейтіп,  $n$ -ші түбірін шығару (геометриялық ортаны есептеу). Берілген матрица үшін басымдылық векторын алу үшін бізге: а) бірінші қатардың барлық элементтерін көбейту және б)  $n$ -ші түбірді шығару қажет.

Үшінші қадам – алынған сандарды қалыпқа келтіру. Бұл әр қатарды (негізгі меншікті векторды) сол жолдың барлығына бөлу арқылы жасалады.

Төртінші қадам – пайымдауларды дәйектілікке тексеру: жұптық салыстыру матрицасының максималды өзіндік мәнін анықтау  $\lambda_{\max}$  және пайымдаулардың дәйектілігін бағалау – сәйкестік индексі  $C.I.$  және  $C.R.$  сәйкестік қатынасы. Оң кері-симметриялы матрица әрдайым дәйекті болуы керек, бұл теоремада дәлелденген.

Иерархияларды талдау әдісі зерттелетін жүйенің белгілі бір элементінің (қасиеттері, факторы, себептері, критерийлері) белгіленген мақсатына жету үшін салыстырмалы үлес туралы пікірлерімізге сандық сенімділік беру үшін ұсынылады. Тапсырманың мазмұны бес деңгейден тұрады: бірінші, ең жоғарғы – мақсат. Екінші деңгей – критерийлер құрылады. Үшінші, біз екінші деңгейдің критерийлеріне қатысты көрсетілуі керек ішкі критерийлерді қоямыз. Төртінші әрекет етуші тұлғалар және соңғысы критерийлерге қатысты көрсетілуі керек баламаларды (альтернатива) қоямыз. Есеп иерархиялық түрде берілгенде, критерийлердің салыстырмалы маңыздылығын салыстыру үшін матрица құрылады. А объектісіне қатысты В объектісінің маңыздылығы 0-ден 9-ға дейінгі сандық бағалау үшін Саати қатынастарының балдық шкаласымен, ал В объектісінің А объектісіне қатысты маңызы бөлшек түрінде көрінеді[4]. Сандық өлшемнің дамуы үш кезеңде жүреді. Біріншіден, әр элементке қарау үшін қабылданған барлық басқа элементтерге қатысты маңыздылығы бойынша бірқатар рейтингтер беріледі, мәндер кестеге енгізіледі.

Әрі қарай алынған бағалаулар элемент орташа геометриялық формула бойынша  $W = \sqrt{\prod w_j / w_i}$  ( $\prod$  таңбасы бірнеше мүшенің көбейтіндісін білдіреді). Соңында, олар жинақталады ( $\sum W$ )

### **Зерттеу материалдары мен әдістемесі**

Зерттеудің бірінші кезеңі мақсаты, факторларды, критерийлер мен акторлардың (әрекет етуші күштердің) иерархиясын, альтернативалар мен талқыланатын мәселенің сценарийлерінің сапалы моделін құру (1-сурет).

Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізу деп тапсырма мақсатын эксперттер бекітті. Және экологтар МЕСТ 17.4.4.02-84 стандартына сәйкес топырақты ластайтын критерийлер мен ішкі критерийлерді жіктеді. Әрі қарай, акторлар, альтернативалар талқыланып, Арман, Қаламқас, Қаражанбас кен орындарын әрекет етуші күштер ретінде қарастырды.

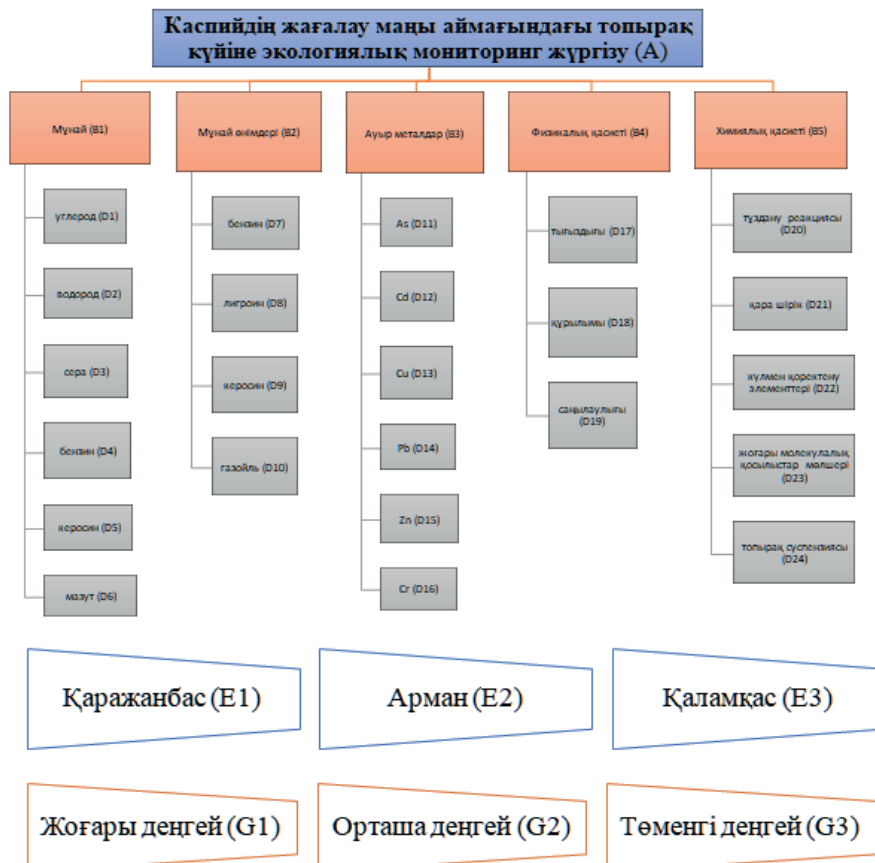
Бірінші, ең жоғарғы деңгей - бұл мақсат, біздің жағдайда бұл: Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізу және белгіленген уақыт көкжиегіне арналған МАИ дамыту сценарийлерінің рейтингін анықтау. Мақсаттық сценарийі - бұл аймақтағы топырақ күйіне белгілі бір күйін анықтайтын өзара әрекеттесетін мұнай, мұнай өнімдері, ауыр металдар және топырақтың физикалық, химиялық қасиеттердің жиынтығы ретінде экологиялық жағдайды сипаттау. Бұл фактор-

және әр элемент үшін  $P_j = W_j / \sum W$  (Коросов, 2007) қосындысының орташа үлесі есептеледі [4, 216 б.].

лар өздерінің сценарийлерін жүзеге асыру үшін белгілі бір мақсаттарды көздейтін мүдделі тараптар - акторлардың (немесе олардың осы факторлардың жай-күйін қолдануы) ықпал етуіне байланысты болашақ топырақ жай-күйін әртүрлі сценарийлерін жүзеге асырудың шарттары ретінде қызмет етеді. Ал, 2-қадам бойынша мәселені иерархия түрінде құрылымдау еді:

Екінші деңгей - бұл критерийлер, біз топырақты ластау себептерін МЕСТ 17.4.3.01-83 – Табиғатты қорғау, топырақ, сынама-ларды сұрыптауға жалпы талаптарына сай анықтаймыз. Эксперттер мәселені шешуде өзара ақылдаса отырып және өз бақылауларына сүйене отырып, 5 критерийді анықтады [1, 66 б.]:

1. Мақсаты: Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізу (А).
2. Критерийлер (В). Мұнай (В1); Мұнай өнімдері (В2); Ауыр металдар (В3); Физикалық қасиеті (В4); Химиялық қасиеті (В5).
3. Критерийлерге әсер ететін ішкі критерийлер.
4. Әрекет етуші тұлғалар.
5. Альтернативалар. Жоғары деңгей (G1); Орташа деңгей (G2); Төменгі деңгей (G3).



1-сурет – Тапсырманың құрылымы

Үшінші деңгей – экологиялық мәселеге әсер ететін ерекше критерийлер. Яғни, Қаражанбас кен орнындағы тұрақты экологиялық алаңдар ТЭА-1, ТЭА-2, ТЭА-3 және ТЭА-4 жағаға жақын жайылымдық топырақтарда, теңіз маңындағы сортаң жерлерде және техногенді - бұзылған жерлерде орналасқан. Айта кететін жайт, 2012 жылы топыраққа мониторинг жүргізгенде оның физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу бойынша химиялық талдау үшін генетикалық көкжиектерден сынамалар алынған [5]. Ал 2013-2014 жж. сынама алынған қабаттағы нәтижелер бойынша кен орнындағы топырақтар жас болғандықтан қара шірікке кедейлеу. Жоғарғы қабаттағы қара шірік мөлшері кең ауқымда өзгереді – 0,07 ден 1,04% дейін. Одан төменірек деңгейдегісі 1% аспайды, әдетте 0,09-0,40%. Қара шірік қабатындағы азот мөлшері 0,03-0,15% төңірегінде ауытқып отырады. Жалпы фосфор

мөлшері де белгілі заңдылықтарға бағынбайды. Жоғарғы қабаттағы оның концентрациясы 400-1087,5 мг/кг аралығында ауытқыса, төменгі қабаттарда белгілі заңдылықтарға бағынбайды. Топырақтардың физикалық-химиялық сипаттамаларын зерттеу үшін 2014 жылдың жазында алынған сынамалардан зертханалық жағдайда қара шірік мөлшері, жалпы азот, жалпы фосфор, жұтылған негіздер құрамы, сулы суспензиялар реакциясы, кальций карбонаттарының мөлшері, суда ерімейтін тұздар анықталды [1, 73 б.]. Бұл анықтау жұмыстары жүргізілген орын – Маңғыстау облысының Табиғи ресурстар мен табиғатты оңтайлы пайдалану басқармасының талдау зертханасы.

Google ортасында орындалған, ландшафты ғарыштан түсірген суреттерімен қоса, мұнай кәсіпшілігі орналасқан аудандардағы жағалау маңы топырақтарына мониторинг жасалған нүктелердің сызба-нұсқалық картасы 2-суретте ұсынылған.



2-сурет – Мониторинг нүктелері (ТЭА-дағы) орналасқан сызба-нұсқалық карта. (Google, MapInfo Professional орталарында орындалған)

Төртінші деңгей: Акторлар - белгілі бір экологиялық мәселе жағдайына қызығушылық танытатын және факторларға әсер етуде немесе олардың нашарлауын олардың сценарийін жүзеге асырудың шарттары ретінде пайдалануда көрінетін тараптар.

Бұл сараптамалық сессияға 3 сарапшы қатысты - өздерінің кәсіби және экологиялық қызметтерінің сипатына қарай, топырақтың ахуалын бағалауға байланысты ақпаратты жинауға, талдауға және түсінуге тікелей байланысты адамдар. Сарапшыларды іріктеудің негізгі мәні - Маңғыстау облысында өмір сүретін, аймақты жақсы білетін, бұл зерттеу тақырыбы бойынша нақты материалдарды «іштен» жеке және тікелей бақылаулармен үйлестіру негізінде пікірлер қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Біздің эксперттер 3 акторды – «Қаражанбас», «Арман», «Қаламқас» кен орындарын алып отыр.

Бесінші деңгей – Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізіп, алдағы бір жылға болжам жасау. Яғни, топырақты ластайтын критерий-

### Зерттеудің негізгі нәтижелері

Зерттеудің екінші кезеңі масштабтаудан тұрды: сарапшылардың Т.Саатидің фундаменталды шкаласын қолдана отырып, жұптық салыстыру әдісімен әсер ету қарқындылығын бағалауы. МАИ әр сарапшы үшін критерийлердің маңыздылығын және критерийлердің әрқайсысы үшін

лер бойынша «жоғары», «орташа», «төмен» деңгейде екенін анықтау:

- сценарий №1 «Жоғары деңгей», бұл деңгейде ластану топырақтың химиялық, физикалық қасиеттеріне, ауыр металдарға байланысты. Сонымен қоса мұнай алынған кезде оның төгілуі, яғни, мұнай құрамына кіретін углерод, водород, сера, бензин, керосин, мазут әсер еткенде топырақ жоғары деңгейде ластанады.

- сценарий №2 «Орташа деңгей», бұл деңгейде ластану топырақтың химиялық, физикалық қасиеттеріне, ауыр металдарға байланысты. Сонымен қоса мұнай алынған кезде оның төгілуі, яғни, мұнай құрамына кіретін углерод, водород, сера, бензин, керосин, мазут әсер еткенімен, топырақтың ластануын алдын алу шараларын жүргізгенде топырақ орташа деңгейде ластанады.

- сценарий №3 «Төменгі деңгей», бұл деңгейде ластану топырақтың химиялық, физикалық қасиеттеріне, ауыр металдармен және мұнай алынған кезде оның төгілуі аз мөлшерде әсер етсе, топырақ төменгі деңгейде ластанады.

альтернативаның маңыздылығын жұптық салыстыру матрицаларында эксперттердің жеке пікірімен көрсетіледі. Бұл кезеңде әр деңгейдің МАИ[6] элементтерінің жұптық салыстыруларының матрицалары құрылады. Мысалы, критерийлерді жұптық салыстыру матрицасының әрбір элементінде: «Екі

критерийдің қайсысы топырақтың ластануына көбірек әсер етеді және қаншалықты күшпен?» деген сұраққа сандық жауап алынады.

Сценарийлерді балама ретінде бағалау критерийлері топырақ ластанудың 24 жеке критерийі болды. Модель үшін жұптық салыстырудың 33 матрицасы толтырылды, оның ішінде критерийлердің салмақ коэффициенттері анықталған критерийлердің жұптық салыстырудың 5 матрицасы келтірілген(1-кесте).

Салыстырмалы маңыздылықтың интенсивтілігі дегеніміз - «сол жақ» критерийдің (жолдың) «оңнан» (бағаннан)

1-кесте –Критерий салмақтарының матрицасы

Критерий	Мұнай	Мұнай өнімдері	Ауыр металдар	Физикалық қасиеті	Химиялық қасиеті
	0,97726	1,52458	1,80568	1,11098	0,95178

Келесі қадам әрбір матрица үшін басымдылық векторын есептеу. МАИ әдіснамасына сәйкес  $sw=(w_1, w_2, w_n)^T$  қажетті салмақ векторы осы матрицаның максималды меншікті мәніне ( $\lambda_{max}$ )сәйкес келетін меншікті векторы ретінде есептеледі. Меншікті векторды есептеу үшін әр қатардың n элементін көбейтіп, n-ші түбірін шығару керек [8].

Келесі 3-қадам алынған сандарды қалыпқа келтіру.

4-қадам бойынша - пайымдауларды дәйектілікке тексеру.

МАИ-дің үшінші кезеңінде шешім ережесі синтезделеді және қарастырылған альтернативалардың жиынтығы бойынша преференциялар анықталады, нәтижесінде негізгі мақсатқа қатысты альтернативті шешімдердің басымдықтары есептеледі[9]. Басымдық мәні жоғары альтернативаболжам бойынша алдағы бір жылда жүзеге асатын

артықшылық дәрежесін сараптамалық бағалау[7]. Симметриялық салыстыруларда коэффициент кері болады. Критерийлер мен альтернативаларды жұпта салыстыру үшін Т.Саати0-ден 9-ға дейінгі салыстырмалы маңыздылық шкаласын қолдануды ұсынады, әр критерий үшін бірдей алгоритмді қолдана отырып, альтернативалардың жұптық салыстыруларының матрицалары құрылды. Сандық мәнге: «жол» немесе «баған» альтернативалардың қайсысы таңдалған өлшем үшін анағұрлым қарқынды маңызға ие?» деген сұраққа жауап беру арқылы нәтиже шығады.

альтернатива болып есептеледі. Композиттік немесе ғаламдық басымдықтарды анықтау үшін альтернативалардың жергілікті басымдылықтары әр критерийге қатысты орналасады, яғни, альтернативті векторлардың әр бағанасы сәйкес критерийдің басымдылығына көбейтіледі және нәтижелер әр жол бойына қосылады.

Барлық есептеулер MS Excel-де жүзеге асырады.Иерархияның барлық деңгейлеріндегі элементтерді жұптасып салыстырудың сараптамалық деректерін өңдеу үшін математикалық алгоритм қолданылды [10]. Нәтижесінде салмақ, иерархияның түйіндері оның әр деңгейінде анықталды. Салмақ-жұптасқан салыстырулар матрицасының нормаланған меншікті векторы. Матрицаны толтыру үшін көрсетілген критерийлерді бір-бірімен салыстыру жүргізілді. Әр элементтің салмағын анықтау үшін матрица қатарларының

$$a^1 = \sqrt[5]{a_{11} * a_{12} * a_{13} * a_{14} * a_{15}}$$

Содан кейін біз көрсетілген мәндерді қалыпқа келтіру керек:

$$a_i^1 = \frac{a^1}{a_1+a_2+a_3+a_4+a_5}$$

Осы формулаларды пайдаланып MS Excel-де орналастыру. Жалпы критерийлерді жұптық салыстыру нәтижесі 3-суретте көрсетілген:

	Мұнай (B1)	Мұнай өнімдері (B2)	Ауыр металдар (B3)	Физикалық қасиеті (B4)	Химиялық қасиеті (B5)		Нормализованный собственный вектор		Удельные веса
Мұнай (B1)	1,00	4,00	5,00	2,00	2,00	2,40225	0,39888	0,97726	39,88807%
Мұнай өнімдері (B2)	0,25	1,00	4,00	3,00	3,00	1,55185	0,25768	1,52458	25,76757%
Ауыр металдар (B3)	0,20	0,25	1,00	5,00	5,00	1,04564	0,17362	1,80568	17,36229%
Физикалық қасиеті (B4)	0,50	0,33	0,20	1,00	2,00	0,58181	0,09661	1,11098	9,66066%
Химиялық қасиеті (B5)	0,50	0,33	0,20	0,50	1,00	0,44093	0,07321	0,95178	7,32141%
	2,45000	5,91667	10,40000	11,50000	13,00000	6,02247	$\lambda_{max} =$	6,37028	100,00000%
$n =$	5,00000								
ИС (индекс согласованности)=	0,34257								
СИ (случайный индекс)=	1,12								
ОС (отношение согласованности)=	0,30587								

3-сурет – MS Excel ортасымен жұмыс барысы

Төртінші кезең: алынған нәтижелер негізінде шешім қабылдау (5-сурет).

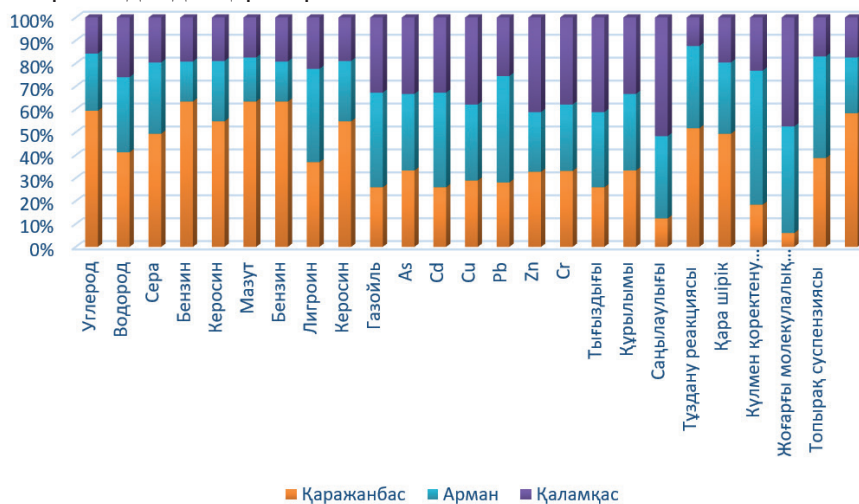
### Қорытынды

Нәтижесінде, осы есептің мазмұны Каспийдің жағалау маңы аймағындағы топырақ күйіне экологиялық мониторинг жүргізу мақсаты нәтижесін көрсетті. Аумаққа жүргізілген мониторингпен бірге сараптамалық шешімдер аумақтағы экологиялық мәселеге кешенді баға берілді.

Қаражанбас кен орнында теңіз маңындағы қыраттағы сулы-тұзды режим тұрақсыз. Оның нәтижелі көрінісі бірқатар факторлардан тәуелді, айта кетсек, микрорельеф беткейіндегі елеусіз өзгерістерден, суды көтергіш қабілетін анықтаушы топырақ қасиеттерінен, минералданудан, жерасты суларының орналасу тереңдігінен, ауа-райы жағдайынан және т.б. Арман кен орнындағы топырақ жабынының құрылымында жайылымдық жағалаулық топырақтардың теңіз маңындағы сортаңдармен комбинациялары басым. Суды айдап әкелетін-әкететін жолақ бойынша (ТЭА-8) марштық сортаңдар бөлек көрсетілген. Тұтас жағалау маңындағы жолағындағыдай кен орнының топырағында да қарашірік аз

–0,21-0,56% ғана. Кен орнының батысындағы (ТЭА-7) топырақтың жоғарғы қабатында қара шірік мөлшері 1,07%. Осы жоғарғы қабаттардағы жалпы фосфор мен жалпы азот мөлшері де жоғары емес, сәйкесінше 458-744 мг/кг және 0,03-0,05% аралығында ауытқиды. Ал, Қаламқас кен орнындағы топырақ жамылғысының құрамында сорлы сортаңдар мен техногенді бұзылған жерлер басым. Бұл жердегі барлық топырақта органикалық заттар қоры аз. Жоғарғы қабаттағы қара шірік мөлшері 0,29-0,49% құрайды.

4-суретте акторлардың басымдықтары көрсеткендей нәтижеге қол жеткізу үшін жеке критерийлер бойынша анықталды. Қаражанбас мұнай кен орны топырақты таза мұнай және мұнай өнімдері бойынша ластаса, Арман кен орны ауыр металдар және топырақтың химиялық қасиеті бойынша ластап тұр. Қаламқас кен орны мұнай өнімдері мен топырақтың физикалық қасиеті бойынша ластап тұрғаны диаграммада көрсетілген.



4-сурет – Акторлардың басымдықтары



Иерархияны талдау әдісімен алынған нәтижелер аймақтың экологиялық жағдай сценарийлерінің, даму сценарийлерінің рейтингін анықтады. Соған сәйкес алдағы жылда топырақтың ластану деңгейі «төмен деңгей» яғни, 44,78% сценарийі ең көп күтілетін нәтиже болып отыр. Қаражанбас, Арман, Қаламқас кен орындарынан мұнай өндірген кезде топырақ ластанғанымен эксперттер анықтаған критерийлерге көп күш жұмсаса топырақтың ластану деңгейі бұрынғысына қарағанда едәуір төмендейді.

Келесі «орташа деңгей» 37,44% көрсетті. Бұл топырақтың ластану деңгейі орташа деңгейде болады, егер Қаражанбас, Арман, Қаламқас кен орындары топырақты ластайтын критерийлер бойынша алдын алу шаралары жүргізілетін болса, яғни, алдын алу шаралары - бұл су астында қалған скважиналарды зерттеу. Су астында қалған скважиналардың суынан сынамалар алып зерттегенде мұнай өнімдерінің концентрациясы 0,025-0,033 мг/л аралығында ауытқыған. Бұл мәндер теңіз сулары үшін тағайындалған ШРК-дан төмен. Жағалау маңайындағы топырақта мырыш концентрациясы 0,078 ден 1,137 мг/л дейін өзгерген, бұл 1,5-23 есе артық. Қорғасын концентрациясы 0,001 ден 0,05мг/л өзгере отырып, 1,1-5 есе артық болды[1, 36 б.].

«Жоғары деңгей» топырақтың ластануы 17,78% сценарийі сәйкесінше орын алды. Топырақ жамылғысының күйі. Комсомольское кен орнының аумағында алюминий үшін ШРК 14,2 есе жоғары болып шықты. Қаражанбас кен орнында сынап концентрациясы ШРК деңгейіне жетпесе де жер қыртысында кларкынан артық екені анықталды[1, 36 б.].

Көктемгі-жазғы және күзгі тексеру

кезеңдерінде Қаражанбас және Арман кен орындарымен салыстырғанда Қаламқас кен орнының аумағында құстардың көптігі тіркелді. Жоғары деңгейдегі алуан түрлілік ТЭА-10 және ТЭА-12 алаңдарындағы мұнай өндіруші кешеннен келетін техногенді ықпал елеусіз деп санауға мүрсат береді. Тек ТЭА-11 алаңында ғана топырақ жамылғысы трансформацияға ұшыраған.

Ғарыштық мониторинг. Акватория мен Ақтаудың порт аймағындағы теңізге төгіліп жайылуларға 2011 жылы мониторинг жүргізілді. 21.08.11 жылы ғарыштан түсірілген суреттің бірінде Ақтау қаласынан шамамен 120 км жерде (РФ акваториясында) 0,658 км<sup>2</sup> алаңға төгіліп жайылған мұнай табылды. Келесі айда, яғни 22.09.11 жылы Ақтау портының ауданында 6 жерге төгіліп жайылған мұнайдың жалпы ауданы 0,251 ден 3,932 км<sup>2</sup> құрады. Ғарыш суреттерінің материалын алудағы қиындық сол суретті беретін ұйымдармен келісім-шарт жасау мерзімдеріне байланысты. Оның үстіне мұндай жұмыс түрлері – аса қымбат шаралардың бірі. Сондықтан қазіргі таңда жағдайды қадағалау үшін Маңғыстау облысындағы қандай да бір биік жерге радар орнату амалы ұсынылады, мысалы, Ақтау портына, 50 км қамтитындай[1, 37 б.].

Салмақ коэффициенттерінің негізінде мұнай, мұнай өнімдері және ауыр металдар факторлардың басымдықтары белгіленді. Алынған нәтижелер негізінде мұнайды жер қойнауынан шығарған тұста оның элементтері керосин, бензин, Си және Рb критерийлері бойынша таралуын болдырмас үшін негізгі ұсыныстар тұжырымдалып, шешім шығарылды.

### Әдебиеттер тізімі

1. Сырлыбекқызы С., Сулейменова Н. Ш., Кенжетаяев Г. Ж. Мұнай-газ өндіруші өлкедегі Каспий жағалауы аймағының экологиялық ахуалын геоакпараттық жүйе моделі негізінде болжау // Диссертациялық жұмыс. – Алматы. - 2015. - С. 9-10.
2. Mukhanova, Tussupov J., LaL. A model of fuzzy synthetic evaluation method realized by a neural network // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences.– 2014. – Vol. 8. – P. 103-106.
3. Абрелева А.М., Муханова А.А. Применение метода аналитических сетей для прогнозирования развития общественно–политической ситуации // Вестник КарГУ. Серия математическая. – 2013. – №1(69). – С. 9-14.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 378 с.
5. Makhazhanova U.T., Murzin F.A., Mukhanova A.A., Abramov E.P. Fuzzy logic of Zadeh and decision-making in the field of loan // Journal of theoretical and applied Information Technology. –

2020. – Vol. 98, №06. – P. 1076-1086.

6. Босов А., Жалипова Н., Прогонюк И., Кузьменко В., Духанец В., Шевченко И. Development of method of multifactor classification of transport and logistic processes // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – 2/3 (92) С. 60-78.

7. М. В. Aidarkhanov, La.L. On stability of group fuzzy classification algorithms // *Pattern Recognition Letters*. – 2002. Vol.24, P. 1921-1924.

8. La.L. A.Zh. Akhmetova, T.V. Batura, F.A. Murzin. Data analysis based on latane theory and analysis of events changing in social networks // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. - 2019. Vol.97, №16. -P. 4309-4319.

9. Mukhanova A.A., Fedotov A.M. Vulnerability Classification of Information Security in Corporate Systems // *International Journal of Information*. – 2014. – Vol. 17, №1. –P. 219-228.

10. Габбасов М.Б., Абрелева М.М., Нургалиев Е.Г., Смит И.Ф. Исследование социально-политической ситуации в Восточном Казахстане на основе аналитического иерархического процесса // *Экономика. Финансы. Исследовать*. - 2012. - № 3 (27). - С. 78–85.

### References

1. Syrlybekovna S., Suleimenova N. Sh., Kenzhetaev G. J. Forecasting the ecological situation of the Caspian coastal region in the oil and gas producing region on the basis of the model of geographic information systems // *Dissertation work*. - Almaty, 2015. p. 9-10.

2. Mukhanova, Tussupov J., LaL. A model of fuzzy synthetic evaluation method realized by a neural network // *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. – 2014. – Vol. 8. – P. 103-106.

3. Abreleva A.M., Mukhanova A.A. Application of the method of analytical networks for forecasting the development of the socio-political situation // *Bulletin of KarGu. Mathematical series*. - 2013. - No. 1 (69). - S. 9-14.

4. Saati T.L. Decision-making. Method of the analysis of hierarchies. The economic theory of money, banking and the financial markets [Prinjatie reshenij. Metod analiza ierarhij. Jekonomicheskaja teorija deneg, bankovskogo dela i finansovyh rynkov] / lanes with English R.G. Vachnadze. Moscow, Radio and communication, 1993. 278 p. (in Russian).

5. Makhazhanova U.T., Murzin F.A., Mukhanova A.A., Abramov E.P. Fuzzy logic of Zadeh and decision-making in the field of loan // *Journal of theoretical and applied Information Technology*. – 2020. – Vol. 98, №06. – P. 1076-1086.

6. A. Bosov, N. Khalipova, I. Progonyuk, V. Kuzmenko, V. Duhanets, I. Shevchenko. Development of method of multifactor classification of transport and logistic processes // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – 2/3 (92) С. 60-78.

7. М. В. Aidarkhanov, La.L. On stability of group fuzzy classification algorithms // *Pattern Recognition Letters*. – 2002. Vol.24, P. 1921-1924.

8. La.L. A.Zh. Akhmetova, T.V. Batura, F.A. Murzin. Data analysis based on latane theory and analysis of events changing in social networks // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. - 2019. Vol.97, №16. -P. 4309-4319.

9. Mukhanova A.A., Fedotov A.M. Vulnerability Classification of Information Security in Corporate Systems // *International Journal of Information*. – 2014. – Vol. 17, №1. –P. 219-228.

10. Gabbasov M.B., Abreleva M.M., Nurgaliev E.G., Smit I.F. Investigation of the social-political situation in the East Kazakhstan on the analytic hierarchy process // *Economics. Finances. Research*. — 2012. — № 3(27). — P. 78–85.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИЕРАРХИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

*Муханова А.А.<sup>1</sup>, Жауханова Л.А.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*e-mail: ayagoz198302@mail.ru; zhauhanovalaz@mail.ru*

### **Аннотация**

Процесс экологического мониторинга представлен как процесс диагностирования экологической ситуации с решением трех основных задач: количественного определения состояния окружающей среды; поиск и обнаружение причин и источников загрязнения окружающей среды; прогнозирование изменения состояния экологической ситуации (прогноз зон перемещения загрязнений в атмосферном воздухе, почвах, состояния растительности в районах СЭП с применением данных построенной климатической карты ветров и результатов мониторинга, прогноз подтопления береговой зоны на основе анализа последствий затопления 2002 года).

В статье анализируется метод иерархического анализа с целью проведения экологического мониторинга состояния почв прибрежной зоны Каспия. Другими словами, подобраны критерии, влияющие на загрязнение почв прибрежной зоны Каспия и основная работа была оценена с помощью экспертов. Результаты, полученные методом анализа иерархии и сценарным методом, определили рейтинг сценариев развития сценариев экологической ситуации в регионе, согласно которому в предшествующий год наиболее ожидаемым будет сценарий «низкий уровень» 44,78%, тогда сценарий «средний уровень» 37,44% и сценарий «высокий уровень» 17,78% соответственно.

На основе весовых коэффициентов установлены приоритеты факторов нефти, нефтепродуктов и тяжелых металлов. На основании полученных результатов сформулированы основные рекомендации и вынесено решение по исключению распространения нефти при ее извлечении из недр по критериям керосина, бензина, Cu и Pb.

**Ключевые слова:** экологическая проблема, черная гниль, мониторинг, критерий, эксперт, метод анализа иерархии, принятие решений.

## USING THE HIERARCHICAL ANALYSIS METHOD TO PREDICT SOLUTIONS TO ENVIRONMENTAL PROBLEMS

*A.A. Mukhanova<sup>1</sup>, L.A. Zhaukhanova<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University,*

*Kazakhstan, Nur-Sultan*

*e-mail: ayagoz198302@mail.ru; zhauhanovalaz@mail.ru*

### **Abstract**

The process of environmental monitoring is presented as a process of diagnosing the environmental situation with the solution of three main tasks: quantitative determination of the state of the environment; search and detection of the causes and sources of environmental pollution; forecasting changes in the state of the environmental situation (forecast of zones of movement of pollutants in the atmospheric air, soils, vegetation conditions in the areas of the EPA using data from the constructed climate map of winds and monitoring results, forecast of flooding of the coastal zone based on the analysis of the consequences of flooding in 2002).

The article analyzes the method of hierarchical analysis for the purpose of environmental monitoring of the state of the soils of the coastal zone of the Caspian Sea. In other words, the criteria that affect soil pollution in the coastal zone of the Caspian Sea were selected and the main work was evaluated

with the help of experts. The results obtained by the hierarchy analysis method and the scenario method determined the rating of scenarios for the development of scenarios of the environmental situation in the region, according to which in the previous year the most expected scenario will be the "low level" scenario of 44.78%, then the "medium level" scenario of 37.44% and the "high level" scenario of 17.78%, respectively.

Based on the weight coefficients, the priorities of the factors of oil, petroleum products and heavy metals are established. Based on the results obtained, the main recommendations are formulated and a decision is made to exclude the spread of oil during its extraction from the subsurface according to the criteria of kerosene, gasoline, Cu and Pb.

**Keywords:** ecological problem, black rot, monitoring, criterion, expert, hierarchy analysis method, decision making.

#### **Алғыс**

*Ғылыми-зерттеу жұмысы «Экологиялық мәселенің шешімін болжау үшін иерархияны талдау әдісін қолдану» бағыты бойынша орындалды. Осы зерттеу жұмысына эксперттер Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті профессоры, техника ғылымдарының докторы - Кенжетәев Гусман Жәрдемдөвичке, Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, «Экология және химиялық инжиниринг» кафедрасының оқытушысы - Сырлыбекқызы Самал ханымға, Маңғыстау облысы бойынша экология департаментінің зертханалық-аналитикалық бақылау бөлімінің басшысы - Хожанепесова Фариза Мусабековнаға өздерінің тәжірибесімен бөліскені үшін және тапсырманың негізгі бөлімін бағалап, зерттеу жүргізуге жәрдемдескені үшін үлкен алғысымызды білдіреміз.*