

Н.К. НӘДІРОВ, Р.Ғ. САРМУРЗИНА, К.Н. ОРАЗБАЕВА

МҰНАЙ ӨНДЕУ, МҰНАЙ ХИМИЯСЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КЕШЕНДЕРІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІН АҚПАРАТТЫҢ ЖЕТІСПЕУШІЛІГІ ЖӘНЕ АЙҚЫН ЕМЕСТІГІ ЖАҒДАЙЫНДА ҚҰРУ ТӘСІЛІН ЖАСАҚТАУ

Бұл ғылыми мақалада алғаш рет мұнай өндеу, мұнай химиясы технологиялық кешендерінің модельдерін түрлі ақпараттар негізінде мәліметтердің жетіспеушілігі және айқын еместігін ескеретін (ТКМТАНК) тәсіл жасақталған. Ұсынылған тәсіл жүйелер теориясына, ықтималдар теориясы тәсілдеріне, эксперttік бағалау және айқын емес жиындар теориясына негізделген.

Экологиялық-экономикалық жүйелерге (ЭЭЖК, әртүрлі процестер (объектінің экологиялық және экономикалық жағдайын анықтайтын) өтетін және адам катысадын өндіріс объектілері жатады. Кatalитикалық реформинг, бензол өндірістің және басқа мұнай өндеу, мұнай химиясы өндірістерінің технологиялық кешендері мен оларды бас-

қаратын мамандар ЭЭЖ-дің мысалдары болады. Мұндай жүйелер мен оларды модельдеу және онтайландыру арқылы тиімділігін арттыру есептері курделілігімен сипатталады.

Аталған жүйелер мен есептердің курделілігіне процестердің өтуін сипаттайтын параметрлердің көптігі және әртүрлілігі, параметрлердің арасындағы ішкі байланыстардың көптігі және олардың өзара әсері, басқару контурында қатысатын адамның формализацияланбайтын іс-әрекеті себепкер болады. Бұларға қосымша, ЭЭЖ-гі процестерді жүргізуі онтайландыру есебін формализациялау мен шешу және табиғатты қорғау шараларын жүргізу кезінде, объектінің сапасын анықтайтын критерийлердің көптігіне

және олардың қарама-қайшылығына байланысты бірқатар проблемалар туындаиды. Зерттеу жүйелерінің көпкriterийлігі, онтайландыру процедурасын жүргізуге қажетті процестер мен шаралардың математикалық сипаттамасын құруды құрделендіреді. Өндірісте көп жағдайда статистикалық мәліметтерді жинауға және өндеге қажетті құралдардың жоқтығына, жетіспеушілігіне немесе сенімсіздігіне байланысты, зерттеу жүйесін сипаттау үшін жиналған ақпарат айтартылтай толық емес және анық емес болады. Жетіспейтін ақпаратты жинау үшін арнаулы эксперименттерді жүргізу, олар мүмкін болғанын өзінде, экономикалық түрфыдан алғанда жи тиімсіз болады. Бұл жағдайларда ақпараттың негізгі көздері болып адам (маман-эксперттер, ШКТ, технолог) табылады. Ол проблеманы айқын емес тілде сипаттайты, яғни бастапқы ақпараттың айқынсыздығына байланысты анық еместік проблемалары шығады.

Бұл жұмыста, жоғарыда карастырылған бастапқы ақпараттың айқын еместігіне байланысты туындаитын анықсыздық проблемалары болғанда мұнай өндеге мен мұнай химиясы ЭЭЖ-нің математикалық модельдерін құрудың жана әдістемелері мен тәсілдері ұсынылған. Зерттеу объектісі ретінде раформинг қондырғысы мен бензол өндіру кешенін алуға болады. Бұл объектілерде жоғары оқтанды бензин мен сүйытылған газ, сондай-ақ бензол, рафинат, ауыр ароматика мен түрлі газдар өндіру процестері жүреді және жұмыс процесінде олар табиғат корғау шараларының талаптарына сәйкес келу керек. Сонымен катар бұл кешендердің мақсаттық өнімдері (құрамындағы бензол 1%-дан төмен жоғары сапалы бензин мен бензол) өндірістің экология-экономикалық мәселесін шешуге де бағытталған.

Қурдели жүйелерді анық емес жағдайда модельдеу үшін, ықтималдар теориясы мен математикалық статистика тәсілдеріне негізделген ықтималдық әдістемелер қолданылатыны белгілі. Бірақ, атап өтілгендей, анық емес жағдайда әркашан ықтималдар теориясының аксиомалары орындала бермейді, сондықтан бұл тәсілдерді колданған дұрыс болмайды. Оның үстінен, процестер не жүйелер ықтималдар заңдылықтары бойынша сипатталғаның өзінде, ақпараттың жетіспеушілігі, дұрыс статискалық мәліметтерді алушың қымбаттылығы не мүмкін еместігі, өндірістік жүйелердегі нақты процестерді басқа жолмен сипаттауға, объектінің статистикалық емес, мысалы, айқын емес модельдеу тәсілдерін құруға

мәжбур өтеді. Бұл бағыттағы перспективті әдістеменің бірі айқын емес жиындар теориясының (АЕЖТ) тәсілдеріне сүйенеді [1,2]. Белгілі ықтималдық тәсілдер айқын емес жиындар тәсілдерінің жеке жағдайы болып табылады (тиімділік функциясы 1-ге тең болғандағы). Накты обьектілер мен жүйелерді сапалы сипаттау үшін айқын еместікті ескеретін әдістемелік құрылым қолданытын, математикалық формализм мен жоғары дәлдігі, қатаңдығы абсолютті қажет болмайтын әдістемелер қажет. Сонымен анық еместік проблемасын айқын емес ортада обьектілерді сипаттау және зерттеу үшін айқын емес математикалық апарат құру арқылы шешуге болады.

Мұнай өндеге мен мұнай химиясы өндірістірінің кешендері мысалында өндірістік обьектілердің математикалық модельдерін құру үшін зерттеу нәтижелерін қолдана отырып [3], түрлі ақпараттармен (теориялық, статистикалық, айқын емес) сипатталатын обьектілердің модельдерін құру тәсілін жасақтайық. Аталған жағдайда технологиялық кешендердің модельдерін құруға мүмкіндік беретін технологиялық кешендердің модельдерін түрлі ақпараттар негізінде құру (ТКМТАНҚ) тәсілінің негізгі процедуралары төменде көлтірілген.

ТКМТАНҚ тәсілі:

1. Технологиялық кешенді зерттеу, ол туралы жиналуды мүмкін ақпаратты жинау және өндеге, модельдеудің негізгі мақсатын анықтау;

2. Модельдеудің негізгі мақсатын ескере отырып, құрылуы мүмкін модельдерді өзара бағалау және салыстыру критерийлерін анықтау;

3. Анықталған критерийлер бойынша кешеннің әр агрегатының құрылуы мүмкін модельдерін эксперttік бағалау және бағалау нәтижелерінің қосындысы бойынша детерминді модель тиімді болса, ол агрегаттың детерминді моделін дәстүрлі аналитикалық тәсілдер арқылы құру;

- 3.1 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын теориялық мағлұматтар жеткілікті болса және басқа салыстыру критерийлерінің қосындысы бойынша детерминді модель тиімді болса, ол агрегаттың детерминді моделін дәстүрлі аналитикалық тәсілдер арқылы құру;

- 3.2 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын статистикалық мәліметтер жеткілікті болса, немесе оларды жинау тиімді болса, сондай-ақ басқа салыстыру критерийлерінің қосындысы бойынша статистикалық модель тиімді болса, ол агрегаттың статистикалық модельні эксперименталды-статистикалық тәсілдер көмегімен құру;

3.3 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын теориялық, статистикалық мәліметтер жеткіліксіз болса, оларды жинау тиімсіз болса, ал агрегат жұмысы мен ондағы процесті сипаттайтын айқын емес акпарат жинау мүмкіндігі болса, сондай-ақ басқа салыстыру критерийлерінің қосындысы бойынша айқын емес модель тиімді болса, ол агрегаттың айқын емес моделі АЕЖТ тәсілдерін қолдану арқылы құрылады, ол үшін 4 пунктке көшу;

3.4 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын теориялық, статистикалық мәліметтер немесе айқын емес эксперttік акпараттар жеткіліксіз немесе оларды жинау тиімсіз болса, онда жиналған түрлі (теориялық, статистикалық, айқын емес) акпарат негізінде агрегаттың құрама моделі құрылады. Накты агрегаттың түрлі параметрлерін сипаттау үшін жиналған акпараттың сипатына байланысты 3.1, 3.2 немесе 4 пунктке көшу;

4. Модельді құруға қажетті кіріс $\tilde{x}_i \in \tilde{A}_i$, $i = \overline{1, n}$ және шығыс $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j$, $j = \overline{1, m}$ параметрлерін анықтап, таңдау. Бұл параметрлер лингвистикалық айнымалылар болады ($\tilde{A}_i \in X$, $\tilde{B}_j \in Y$ – айқын емес ішкіжындар, X, Y – өмбебап жиындар). Кіріс параметрлері айқын болуы да мүмкін, яғни $x_i \in X_i$, $i = \overline{1, n}$.

5. Егер $x_i \in X_i$, яғни кешеннің кіріс параметрлері детерминді, яғни айқын болса, онда жиынтық регрессияның айқын емес тендеулерінің құрылымын анықтау $\tilde{y}_j = f_j(x_1, \dots, x_n, \tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n)$, $j = \overline{1, m}$ (құрылымдық тенестіру есебін шешу).

6. Эксперттік бағалау тәсілдері негізінде объектінің сипаттайтын акпарат жинап, айқын емес параметрлердің терм-жиынын $T(\tilde{X}_i, \tilde{Y}_j)$ анықтау.

7. Модель коэффициенттерінің және объектінің айқын емес параметрлерінің тиістілік функциясын $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i)$, $\mu_{B_j}(\tilde{y}_j)$ түрфызы.

8. Егер объектінің кіріс және шығыс параметрлері айқын емес болса, онда \tilde{x}_i және \tilde{y}_j арасындағы байланысты анықтайтын айқын емес бейнелеуді R_{ij} формализациялау, яғни объектінің лингвистикалық моделін түрфызып, 10-ші пунктке көшу.

9. Егер 5-ші пункттегі шарт орындалса, онда таңдалған \tilde{y}_j функцияларының коэффициенттерінің

$(\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n)$ мәндерін бағалау (параметрлік тенестіру есебін шешу). 11-ші пунктке көшу.

10. Егер 8-ші пункттегі шарт орындалса, онда композициялық қорытындылау ережесі негізінде объектінің параметрлерінің айқын емес мәндерін анықтап, айқын емес шешімдер жиынынан олардың сан мәндерін таңдау.

11. Модельдің тенбе-тендік шартын тексеру. Егер бұл шарт орындалса, онда модельді технологиялық кешенді зерттеуге және оның онтайлы жұмыс режимін табуға ұсыну. Басқа жағдайда тенбе-тендік болмауы себебін анықтап, модельді нақтылау үшін алдынғы пункттерге қайта оралу.

Келтірілген тәсілдің пункттеріне түсінкеме берейік. 1-пунктте модельдеу объектісі ретінде алынған мұнай өндеу не мұнай химиясы өндірістік кешені, оның құрылымы, негізгі агрегаттары мен оларда өтетін процестер, жүйелі түрде зерттеледі. Жиналуы мүмкін теориялық деректер, статистикалық мәліметтер, эмпирикалық байланыстар мен эксперttік акпараттар жиналып, өндеделеді. Бұл пункттің нәтижесінде модельдің негізгі мақсаты анықталады, ал жиналған және өнделген акпараттар модельдерді құруға пайдаланылады.

2-пунктте алдынғы пунктте анықталған модельдеудің негізгі мақсатын ескере отырып, құрылуты мүмкін модельдерді өзара бағалау және салыстыру критерийлері анықталады. Мұндай критерийлер ретінде, мысалы жоғарыда келтірілген: модельді құруға қажетті акпаратты жинау мүмкіндігін; модельді құруға қажетті шығындарды (құру бағасын); модельдің дәлдігін; модельдің мақсат бойынша қолданылуын; құрылған модельдерді бір жүйеге біріктіру мүмкіндігін алуға болады.

Келесі 3-пунктте таңдалған критерийлер бойынша кешеннің әр агрегатының құрылуты мүмкін модельдерін эксперttік бағалау және бағалау нәтижелерінің қосындысы бойынша әр агрегатқа құрылуты тиімді модельдің түрін анықтау жүргізіледі. Бұл пунктті орындау және оның нәтижесін кесте түрінде жүзеге асырған ынғайлышы және тиімді. 3-пункттің ішкі 3.1 және 3.2 пункттері белгілі детерминді және статистикалық модельдерді құру тәсілдері негізінде жүзеге асырылады. 3.2 және 3.3 ішкі пункттер айқын емес жиындар теориясының тәсілдерін немесе осы тәсілдер мен модельдер құрудын дәстүрлі тәсілдерін үйлестіріп біріге, яғни жүйелі түрде қолдануға негізделген. Олардың мазмұны 4-10 пункттерде ашылған.

4-ші пунктте қажетті дәлдікке байланысты, объектінің жұмыс сапасын сипаттайтын мәнді ақпаратты айнымалылар тандалады. Айқын емес параметрлердің диапазондары ыңғайлылық үшін минималды (x^{min} , y^{min}) және максималды (x^{max} , y^{max}) мәндері көрсетілген кесінді түрінде беріледі. Бұл кесінділер эксперт-мамандардың сараптамасына байланысты бірнеше дискреттеу интервалдарына (кванттарға) бөлінеді:

$$\begin{aligned} x_j^{min} &= x_j^1 < x_j^2 < \dots < x_j^n = x_j^{max}, \\ y_j^{min} &= y_j^1 < y_j^2 < \dots < y_j^n = y_j^{max}. \end{aligned}$$

Жиынтық регрессияның айқын емес тендеулерінің құрылымын анықтау үшін (5-ші пункт) айқын емес регрессиялық талдау өдістемесін колдануға болады. Бұл кезеңнің негізгі маңызы объектінің сапалық талдау, оның нәтижесінде объектінің жұмысына өсер ететін негізгі параметрлер мен олардың өзара байланысы анықталады және модельдің құрылымын теңестіретін тәсіл тандалады. Жалпы жағдайда бұл өдістеме арқылы құрылатын айқын емес модельдер жиынтық регрессияның айқын емес тендеулері түрінде болады.

Терм-жиынды құру үшін (6-ші пункт) таңдап алғынған әрбір квант сөз жүзінде сәйкес айқын емес терминдермен сипатталады. Мысалы, егер \tilde{y}_j мұнай өнімінің, мысалы бензиннің сапасы болса, онда оны келесі термдермен сипаттауға болады: $\tilde{y}_j = \{\text{өте төмен, төмен, орташа, жоғары, өте жоғары}\}$.

Қабылданған терм-жиын, зерттеу объектілерінің жұмысын сипаттайтын, лингвистикалық айнымалы шамалардың мәндерінің жиыны болып табылады. 4-пунктте алғынған әрбір дискреттеу интервалы белгілі бір терммен сипатталады. Бұл термдер, оған сәйкес келетін тиістілік функциясымен сипатталатын айқын емес жиындардан тұрады.

7-ші пункт – айқын емес жиындардың тиістілік функцияларын құру, АЕЖТ тәсілдерін колдану арқылы құрделі объектілерді модельдеудің негізгі кезеңдерінің бірі болып табылады. Бұл функцияның аналитикалық формуласын табудың негізгі өдісі – зерттеу параметрінің сәйкес айқын емес жиынға тиістілеу сызығын графикалық түрғызу. Түрғызылған график негізінде, оны дұрыс аппроксимациялайтын, функцияның түрі тандал алынады. Содан соң алғынған функциялардың параметрлері теңестіріледі.

Мұнай өндеу технологиялық объектілерін модельдеу тәжірибесі негізінде бұл жұмыста тиіс-

тілік функциясының (ТФ) келесі құрылымы колданылады:

$$\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j) = \exp(Q_{B_j}^p |(y_j - y_{maj})N_{B_j}^p|) \quad (1)$$

мұнда $\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j)$ – шығыс параметрлерінің мәнін сипаттайтын \tilde{y}_j параметрлерінің B_j – айқын емес жиынына ТФ; p – квант нөмірі; $Q_{B_j}^p$ – айқын еместік деңгейін анықтайтын және ТФ-ын теңестірген кезде табылатын параметр; $N_{B_j}^p$ – айқын емес параметрлердің тиістілік функцияларының анықтау облысын және графигінің формасын өзгертеретін коэффициенттер; y_{maj}^p – берілген термге (p квантінде) ең сәйкес келетін айқын емес айнымалы шама, бұл шама үшін $\mu_{B_j}^p(y_{maj}) = \max_j \mu_{B_j}^p(y_j)$.

5-пунктте объектінің лингвистикалық моделін құру үшін шартты қорытындылаудың логикалық ережелерін (2.4) колдануға болады. Объектінің лингвистикалық моделі эксперптік ақпаратты өндеу нәтижесінде құрылады. Ыңғайлы болу үшін оны кесте түрінде келтіруге болады. Кестеде сөзбен (айқын емес) кіріс параметрлерінің \tilde{x}_i әр түрлі мәндері және оларға сәйкес келетін шығыс параметрлерінің \tilde{y}_j мәндері келтіріледі. Кесте таңдап алғынған терм-жиынды колдана отырылып толтырылады. Осылайша құрылған модельдің негізінде кіріс және шығыс параметрлері арасындағы байланысты анықтайтын айқын емес бейне (отображение) R_j анықталады, p квантты үшін айқын емес бейне мына түрде анықталады: $R_j^p = A_i^p \circ B_j^p$.

Айқын емес R_j бейнені қолдануға ыңғайлы болу үшін есептеу кезінде айқын емес байланыстар матриасын $\mu_{R_j}(\tilde{x}_i, \tilde{y}_j)$ құру кажет, мысалы жалпы алғанда берілген кванттарға:

$$\mu_{R_j}^p(\tilde{x}_i, \tilde{y}_j) = \min \left[\mu_{A_i}^p(\tilde{x}_i), \mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j), \mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m} \right] \quad (2)$$

5-пунктте таңдалған функцияның параметрлерінің бағалануын анықтау үшін 9-шы пунктте шығыс параметрлерінің модель арқылы алғынған айқын емес мәндерінің \tilde{y}_j^* , эксперпті бағалау негізінде іріктелініп алғынған мәндерінен \tilde{y}_j^* ауытқу критерийінің минимизациялануын

$$\tilde{R}_j = \min \sum_{l=1}^L (\tilde{y}_{jl}^* - \tilde{y}_{jl}^m)^2 \quad \text{колдануға болады.}$$

Бұл сатының негізгі мәселесі зерттеу объектісінің негізгі қасиеттерін камтамасыз ететін, белгісіз параметрлерді бағалау тәсілін тандау болып табылады. Алынған айқын емес модельдер жиынтық регрессияның айқын емес тендеулері түрінде болады [118]:

Сипатталған алгоритмнің 10-шы пунктінің негізінде композициялық қорытындылау ережесі $B_j = A_i \circ R_j$ жатыр. Бұл ереженің көмегімен шығыс параметрлерін есептеуге болады, мысалы, максиминді көбейтіндін қолдану арқылы:

$$\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j^*) = \max_{x_i \in X_i} \{\min[\mu_{A_i}^p(\tilde{x}_i^*), \mu_{R_j}^p((\tilde{x}_i^*, \tilde{y}_j))]\} \quad (3)$$

мұнда \tilde{x}_i^* – кіріс параметрлерінің эксперт арқылы бағаланған (өлшенген) мәндері болсын, бұл жағдайда кіріс параметрлерінің ағымдағы мәндері жататын жын өлшенетін кіріс параметрлерінің тиістілік функциясы максималды болатын айқын емес жын ретінде анықталады: $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i^*) = \max(\mu_{A_i}(\tilde{x}_i))$.

Шығыс параметрлерінің y_j^c нақты сандық мәндері айқын емес шешімдер жиыннынан келесі өрнек арқылы анықталады: $y_j^c = \arg \max_{\tilde{y}_j} \mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j^*)$, яғни тиістілік функциясы максимумға жететін параметрлері тандалады.

Қорытынды: Жұмыста алғаш рет мұнай өндөу, мұнай химиясы технологиялық кешендерінің модельдерін түрлі ақпараттар негізінде мәліметтердің жетіспеушілігі және айқын еместігін ескеретін (ТКМТАНК) тәсіл жасақталған. Ұсынылған тәсіл жүйелер теориясына, ықтималдар теориясы тәсілдеріне, эксперttік бағалау және айқын емес жиындар теориясына негізделген.

ӘДЕБИЕТ

1. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. -М.: Радио и связь, 1982. -350 с.
2. Сериков Ф.Т., Оразбаева К.Н. Основы теории нечетких множеств. Курс лекций. Изд. АИНГ. Поз.№45. -Атырау. 2005. -64 стр.
3. Оразбаева К.Н. Обобщенный алгоритм построения моделей технологических объектов нефтегазового производства в условиях неопределенности //Труды 5 Казахстанско-Российской МНПК «Мат.моделирование научно-технол.и экол. проблем в нефтедобывающей пром». -Алматы-Атырау: 2005. -С.153-158.

Резюме

В научной статье на основе информации различного характера предложен метод разработки математических моделей производственных объектов (на примере технологических комплексов нефтепереработки и нефтехимии) в условиях дефицита, неопределенности и нечеткости исходной информации. Предложенный метод основан на теории систем и вероятностей, методов экспертных оценок и теории нечетких множеств.

Summary

In scientific clause on the basis of the information of various character the method of development of mathematical models of industrial objects (on an example of technological complexes of oil processing and petrochemistry) in conditions of deficiency, uncertainty and illegibility of the initial information is offered. The offered method is based on the theory of systems and probabilities, methods of expert estimations and theory of indistinct sets

КР энергетика және минералды ресурстар министрлігі,
Атырау мұнай және газ институты,
Атырау, Казақстан

10.01.2010 ж. түсінен