

UOT 004.7

Əsgərov T.K.

Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

taleh_askerov@yahoo.com

EKOLOJİ MONİTORİNG ÜZRƏ QƏRAR QƏBULUNU DƏSTƏKLƏYƏN SİSTEMİN STRUKTURU VƏ PROQRAM TƏMİNATI

Məqalədə ekoloji monitoring prosesinin təşkili üçün qərar qəbulunu dəstəkləyən sistemin strukturunun və onun proqram təminatının işlənməsinə baxılır. Bu məqsədlə operativ və strateji qərarların qəbulu üçün verilənlər anbarının relyasiya sxemi və verilənlərin çoxölçülü təsviri şərh edilir. Verilənlər anbarında saxlanan çoxölçülü verilənlərin analizi nəticəsində verilənlər toplusundakı qanunauyğunluqlar və qarşılıqlı əlaqələr üzə çıxarılır.

Açar sozlar: qərar qəbulu, çoxölçülü model, ekoloji verilənlərin analizi, ekoloji monitoring, vizuallaşdırma, OLAP texnologiya.

Giriş

Qərar qəbulunu dəstəkləyən sistemlər (QQDS) istər sənaye, istərsə də qeyri-sənaye müəssisələrində qərar qəbul edən şəxsləri (QQŞ) lazımi informasiya ilə təmin etməklə onlara kömək məqsədilə tətbiq edilir [1, 2]. Məqalədə ekoloji məsələlərin həllində problemi tam və obyektiv analiz etmək üçün QQŞ-ə kömək məqsədilə yaradılmış kompüter əsaslı avtomatlaşdırılmış sistemin qurulmasına baxılır. Belə ki, yaradılan sistemdə müxtəlif obyektlərin (istehsalat və qeyri-istehsalat müəssisələrinin axarları) dənizə çıxışları olan nöqtələrində çirkləndiricilərin (inqrediyentlərin) dəyişmə dinamikasının təhlili əsasında qərarların qəbulu formalaşdırılır [3].

Ekoloji monitoring üzrə QQDS-in proqram təminatı verilənlərin analizini və tədqiqatını yerinə yetirən çoxfunksiyalı sistemdir. Bu cür sistemlər süni intellektin vacib komponentləri olan intellektual interfeys, verilənlər və biliklər bazalarına malik olmalıdırlar. QQDS-in strukturunun reallaşdırılması onun baza komponentlərinin yerinə yetirdiyi funksiyalar və onlar arasındakı informasiya əlaqələri ilə müəyyən edilir.

Ekoloji monitoringin təşkili üçün idarəetmə qərarları “yuxarıdan-aşağıya”, informasiya isə (monitoring nəticələri) “aşağıdan-yuxarıya” istiqamətlənir. Beləliklə, hər bir səviyyə üzrə idarəetmə qərarlarını qəbul edən şəxslər həmin səviyyəyə aid ekoloji vəziyyəti əks etdirən informasiya ilə təmin edilir. Yuxarı səviyyəyə isə *ümmümləşdirilmiş* informasiya ötürülür. Nəticədə operativ və strateji qərarların qəbulu rasionallaşır və idarəetmə prosesində səmərəlilik artır. Son zamanlar monitoring prosesində alınan təhlillərin uzunmüddətli saxlanmasını təmin etməkdən ötrü nəticələrin interpretasiyası və informasiyanın illər üzrə təsnifləşdirmək üçün verilənlərin analitik emalına böyük ehtiyac yaranmışdır. Verilənlərin analitik emalı verilənlər anbarında (data warehouse) yerinə yetirilərək müəyyən qanunauyğunluqları aşkar edir. Verilənlərin analitik emalını və analizini həyata keçirmək üçün OLAP (On-Line Analytical Processing – Operativ analitik emal) və Data Mining (verilənlərin intellektual analizi) texnologiyaları tətbiq edilir. Beləliklə, QQDS-in strukturu və proqram təminatı böyük həcmli informasiyanın saxlanması üçün relyasiya modeli verilənlər anbarının və analitik sorğuların böyük sürətlə icrasını təmin edən çoxölçülü modeli verilənlər anbarının imkanlarından birgə istifadə etməyə şərait yaradır.

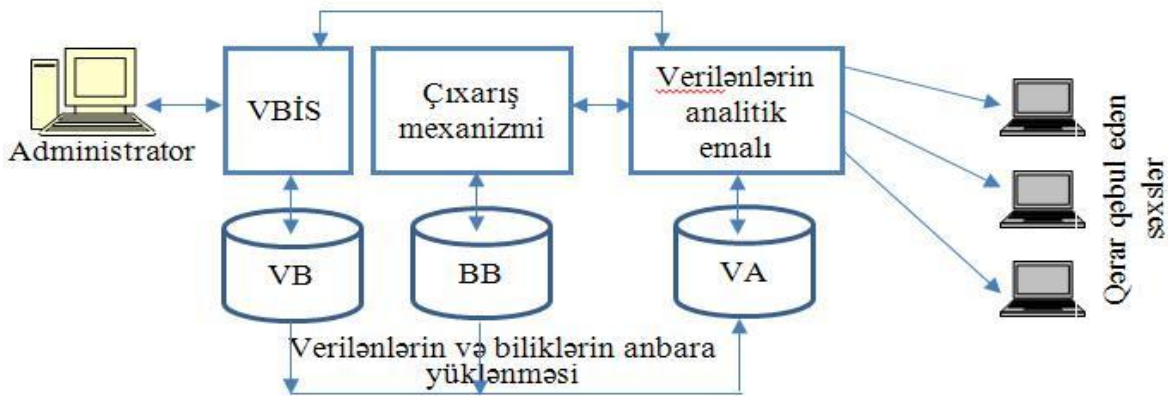
Məsələnin qoyuluşu

Ekologiyaya aid qərarların qəbulunu təmin etmək üçün QQDS-in strukturunun işlənməsi zəruridir. İndi isə verilənlər bazası (VB), biliklər bazası (BB) və verilənlər anbarı (VA) ilə təchiz edilmiş ekoloji monitoring üzrə QQDS-in struktur sxemində nəzər salmaq (şəkil 1). Sxemdən

göründüyü kimi, verilənlər bazası *verilənlər bazasının idarəetmə sistemi* (VBİS), biliklər bazası isə *çıxarış mexanizmi* ilə qarşılıqlı informasiya əlaqələrinə malikdir. Burada, VBİS öz işini VB və verilənlərin analitik emalı komponentləri ilə qarşılıqlı əlaqəli şəkildə aparır. VB-də aparılan əməliyyatlar (verilənlərin daxil edilməsi, redaktəsi və silinməsi) VBİS-in *administratoru* tərəfindən tərtib edilən tranzaksiyalar vasitəsilə icra edilir.

Bir çox hallarda VB-də əsasən detallaşdırılmış verilənlər saxlandığından qərar qəbulu məsələsi çətinləşir. Yəni, VB-də ümumiləşdirilmiş verilənlər (ay, il, beşillik və s.) saxlanılmır. Bu isə bir sıra hallarda funksional və strateji qərarların qəbulunu çətinləşdirir. Bu problemi aradan qaldırmaq üçün “verilənlər anbarı” (VA) konsepsiyasından istifadə edilmişdir. Bu konsepsiyaya görə ümumiləşdirilmiş verilənlər üzərində xronologiyayı təmin etmək mümkündür. Xronologiyanın nəzərə alınması VA-ya “vaxt” (date) atributunu daxil etməklə əldə olunur.

Sxemdə istifadə olunan BB komponenti obyektin çirklilik dərəcəsini müəyyən etmək üçün struktura daxil edilib. BB produksiya modeli (“IF..THEN...”) qaydalar şəbəkəsi əsasında formalaşdırılıb. Həmin qaydaların BB-dən çıxarılmasını təmin etmək üçün VB-nin müvafiq faktları tətbiq edilir.



Şəkil 1. Ekoloji monitoring üzrə QQDS-in strukturu

Müxtəlif informasiya mənbələrindən (VB, mətn faylları və s.) verilənlərin VA-ya daxil edilməsi aşağıdakı kimi aparılır:

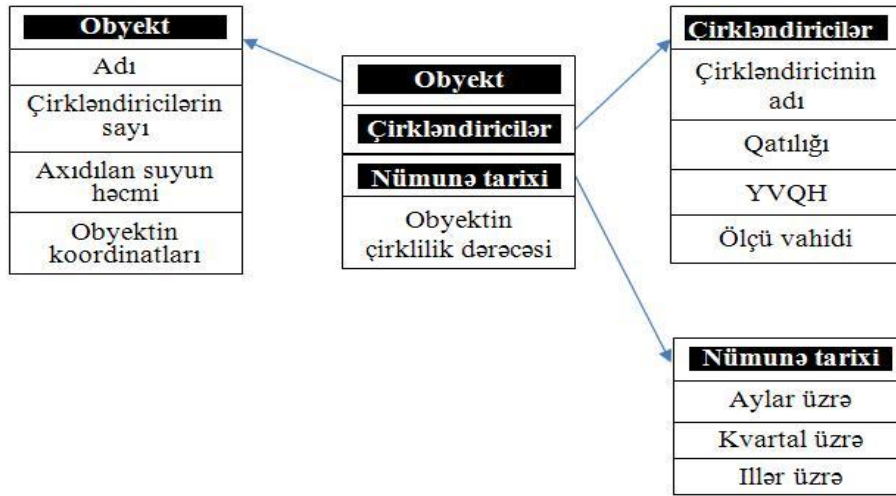
Verilənlər anbara daxil edilməzdən əvvəl ilkin emal olunurlar, başqa sözlə, təmizlənilirlər. Anbarda faktların ilkin emalı eyni obyektə aid müxtəlif mənbələrdən alınmış təkrarlanan verilənləri aşkarlamağa, verilənlərin qiymətlərindəki səhvləri düzəltməyə, buraxılan qiymətləri bərpa etməyə imkan yaradır. Faktların (göstəricilərin) müəyyən vaxt müddətləri ilə ümumiləşdirilmiş qiymətləri saxlanılır. Əgər verilənlər bazasına daxil edilən məlumatlar kiçik vaxt müddətinə (məsələn, aya) aiddirsə, onları anbara daxil etməklə daha böyük vaxt müddətinə (kvartala, ilə) görə ümumiləşdirmək lazımdır. Bu proses müəyyən vaxt intervalı ilə müntəzəm olaraq sistemə daxil olan ilkin verilənləri əhatə etdiyindən, onun müntəzəm şəkildə və düzgün yerinə yetirilməsinə ciddi nəzarət olmalıdır. Odur ki, bu prosesin iki mərhələdə yerinə yetirilməsi məqsədəuyğun sayılır. Birinci mərhələdə sistemə daxil olan operativ verilənlər aralıq yaddaşa toplanır, ikinci mərhələdə isə müəyyən vaxtdan sonra həmin verilənlər ümumiləşdirilib, verilənlər anbarına yüklənir. VA-ya strukturlaşdırılmış formada yüklənən verilənlərin təsvirini həyata keçirmək üçün çoxölçülü relyasiya modelinin tətbiqi məqsədəuyğundur.

Verilənlər anbarının relyasiya sxemi

VA-da verilənlərin təsviri üçün ənənəvi *relyasiya modeli* istifadə olunur. Relyasiya modeli VA-da verilənlər xüsusi sxemlə təşkil olunurlar. VA-da verilənlərin analitik emalını səmərəli aparmaq üçün “*ulduz*” və “*qar dənəciyi*” adlanan sxemlərdən istifadə olunur. Baxılan məsələnin

həllində ölçü cədvəllərinin sayı çox olmadığından “ulduz” sxeminə istinad edilib. Bu sxemin əsasını iki tip cədvəl təşkil edir: *faktlar* və *ölçülər* cədvəlləri. *Faktlar cədvəlində* analiz üçün istifadə olunan verilənlər saxlanılır. Hər bir *ölçü* özünün *arayış cədvəli* ilə təsvir olunur. Faktlar cədvəli arayış cədvəlinin açarlarından təşkil olunmuş mürəkkəb açarla indeksləşdirilir. Ekoloji verilənlərin təhlili üçün qurulan “ulduz” sxemli relyasiya modeli şəkil 2-də təsvir edilmişdir. Bu cür modellər ROLAP (Relational OLAP – Relyasiyalı OLAP) texnologiyasına əsaslanır və böyük həcmli verilənlər massivlərini saxlamağa imkan verir.

Şəkil 2-də konkret tarix (nümunə tarixi) əsasında obyektlərdən dənizə axıdılan çirkləndiricilər və onların tərkibi haqqında verilənləri saxlayan VA-nın sxemi qurulmuşdur. Cədvəllər arasındakı əlaqələr xətlərlə göstərilmişdir. Cədvəllərin açar atributlarını xarakterizə edən xanalar qara rənglə təsvir edilmişdir.



Şəkil 2. “Ulduz” sxemli relyasiya modeli

Ekoloji verilənlərin çoxölçülülük təsviri

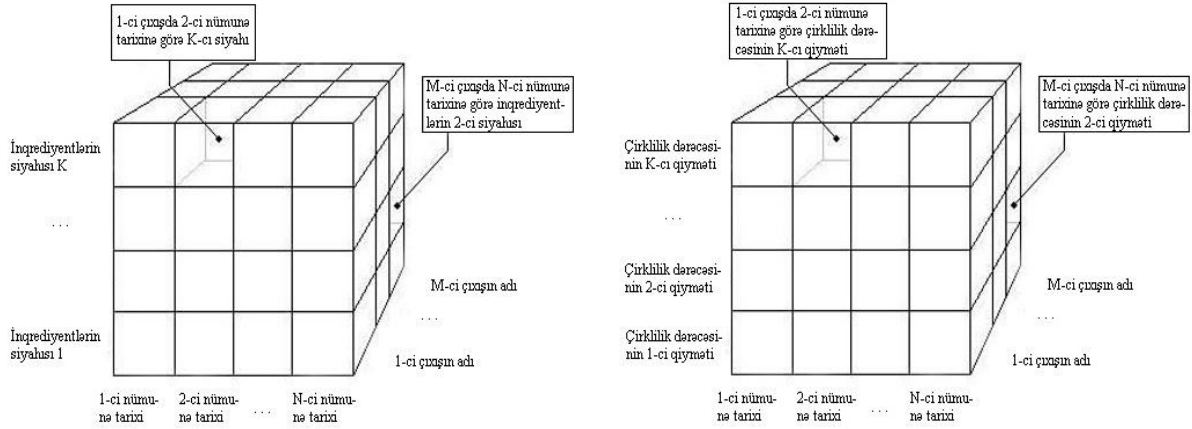
Hal-hazırda OLAP-modellər QQDS-in reallaşdırılması üçün geniş tətbiq olunaraq verilənlərin çoxölçülülük təsvirini təmin edir. Məlumdur ki, verilənlərin çoxölçülülük təsviri verilənlər anbarı konsepsiyasına əsaslanır. Belə təsvir üsulu istifadəçilərə müxtəlif tipli verilənlərə qısa zaman müddətində, istədikləri formada baxmağa imkan verir və verilənlərin çoxölçülülük təsviri daha əyani və informativ xüsusiyyətlərə malik olur.

Çoxölçülülük modelin (Multidimensional OLAP) ən çox istifadə olunan variantı verilənlərin üç ölçüyə görə təsviridir. MOLAP vasitəsilə aparılan analizin digər analizlərdən əsas fərqi, istifadə olunan verilənlərin hiperkub şəklində təsvir edilməsi və analizin aqreqatlar üzərində aparılmasıdır. Analizi sürətləndirmək məqsədilə aqreqativ verilənlər xanalarda saxlanılır. Sorğu prosesindən asılı olaraq kubların kəsiklərindən əldə edilən bir və ya bir neçə cədvəldən yekun cədvəllər hasil edilir [4, 5].

Buna əsaslanaraq ekoloji verilənlərin hər bir qiyməti üçölçülülük fəzada (X, Y, Z) üçlüyü ilə təsvir olunur. İndi isə verilənlərin hiperkublar üzərində təsvirlərinin formalaşdırılmasına baxaq.

Şəkil 3-də göstərilən birinci hiperkubda su nümunələrinin tarixi üzrə obyektlərdən (çıxışlardan) dənizə axıdılan inqrediyentlərin çirklilik dərəcələri haqqında verilənlər toplanmışdır. Kub üzərində faktların təsviri “Nümunə tarixləri × İnqrediyentlər × Çıxışlar” şəklində həyata keçirilir. Şəkildən görüldüyü kimi, X oxu üzərində nümunə tarixlərinin illər üzrə dinamikası, Y oxu üzrə obyektə daxil olan çıxışların adları, Z oxunda isə X və Y-dən alınan faktlar əsasında inqrediyentlərin siyahısı aşkar şəkildə təsvir edilir. Verilənlərin bu cür təsviri Z oxunda alınan informasiyanı, kubun hər bir xanası daxilində interpretasiya etməyə imkan yaradır.

Şəkil 3-də göstərilən ikinci hiperkub üzərində faktların təsviri “Nümunə tarixləri × Çirklilik dərəcələri × Çıxışlar” forması əsasında qurulmuşdur. Buradan görüldüyü kimi, X oxu üzərində nümunə tarixlərinin illər üzrə dinamikası, Y oxuna aid xanalarda obyektə daxil olan çıxışların adları, Z oxunda isə X və Y-dən alınan faktlara istinadən nümunə tarixlərinə görə çıxışların çirkləndirmə dərəcələri matris şəkildə təsvir edilir.



Şəkil 3. Verilənlərin hiperkublar üzərində təsvirləri

Obyektin çirklilik dərəcəsinin təyini

Ekoloji monitorinq zamanı bir çox hallarda sərhədləri səliss olmayan anlayışlardan və əlaqələrdən istifadə olunur. Qeyri-səlissliyin mənbəyi obyektlərin müəyyən siniflərə mənsubiyyətinin dəyişkənliyidir. Ekoloji verilənlərin analizi məsələsinin həllində bəzən “linqivistik qeyri-müəyyənlik” adlanan hal yaranır. Linqivistik qeyri-müəyyənlik çoxlu sayda situasiyanın məhdud sayda sözlə (termlərlə) ifadə olunması zamanı yaranır. Məsələn, obyektin çirklilik dərəcəsi “az çirklənmiş”, “çirklənmiş” və ya “çox çirklənmiş” ola bilər. Binar xarakteristik funksiyaya əsaslanan çoxluğun adi riyazi anlayışı bu cür təsviri formalaşdırmağa imkan vermir.

Obyektin çirklilik dərəcəsinin BB-dən çıxarılması üçün girişə qeyri-səliss faktlar daxil edilir, $x \in X$ əlaqə tipləri yaradılır və çıxarış zamanı qaydaların doğruluğu araşdırılır. Müvafiq əmr verildikdən sonra bütün qaydalar şəbəkəsi aktivləşdirilir. Daha sonra linqivistik dəyişənlərin qiymətləndirilməsi baş verir. İşçi yaddaşda (VB-də) obyektin yeni linqivistik dəyişəninin uyğun qiyməti seçilir. Əgər həmin qiymət varsa, onların iştirak etdikləri produksiya qaydası seçilir. Bundan sonra qaydaların seçilməsi modulu lazımi qaydanı sistemləşdirir, hansı qaydaların icra edilməsini təyin edərək formalaşan nəticəni şəkil 4-də göstərilmiş fraqment altında monitora ötürür və QQŞ-ə çatdırır.

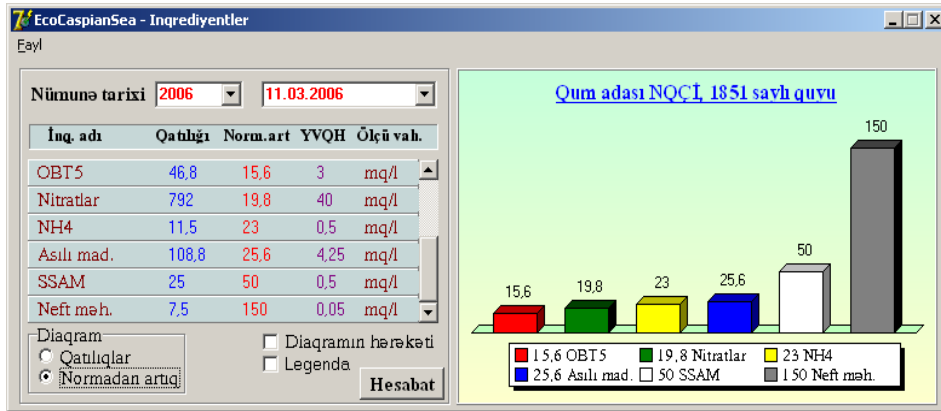
Şəkil 4. Obyektin çirklilik dərəcəsinin təyini

Çoxölçülü verilənlər üzərində aparılan əməliyyatlar

Çoxölçülü verilənlər əksər halda informasiya obyektlərinin xassələrini təsvir edən ədədi və məntiqi qiymətlərdən ibarət olur. Bu tip verilənlər strukturlaşdırılmış xarakter daşıyırlar. VA-da verilənlərin analitik emalı aparılarkən çoxölçülü verilənlər üzərində aşağıdakı əməliyyatlar yerinə yetirilir:

- ümumiləşdirmə* və ya *qruplaşdırma*. Məlumatlar onların aid olduğu sahələrə (zonalara, obyektlərə və s.) görə qruplara ayrılır;
- aqreqatlaşdırma* və ya *birləşdirmə*. Obyektin oxşar və ya fərqli xassələrini əks etdirən verilənlər bir yerə toplanır;
- nizamlama*. Əldə olunan verilənlər müəyyən əlamətlərə görə (məsələn, nümunə tarixlərinin ardıcılığı, inqrediyentin növü, çirklənmə tendensiyası və s.) çeşidlənir;
- seçmə*. Müəyyən əlamətlərə görə verilənlərin seçilməsi;
- hesablama*. Çirklilik dərəcələrinin və digər məntiqi əməliyyatların aparılması.

Verilənlər anbarında yekun cədvəllərin hazırlanması və çoxölçülü təsvir mexanizminin qurulması əvvəlcədən hazırlanmış verilənlər toplusu ilə işləyir. Həmin verilənlərə müraciət Delphi proqramlaşdırma mühitinin DecisionQuery instrumenti vasitəsilə yerinə yetirilir. Müvafiq səviyyələr üzrə informasiya ümumiləşdirilmiş şəkildə verilir. Ayrı-ayrı səviyyələrdə verilənlərin emalı həyata keçirilir [6, 7]. Verilənlərin səviyyələr üzrə emalı aparıldıqdan sonra son mərhələdə QQŞ-ə şəkil 5-də göstərilən elektron sənədlər (formalar, hesabatlar) təqdim olunur. Sənədlər həm vaxtaşırı, həm ayın, kvartalın və ilin sonunda, həm də təşkilatın apardığı monitorinqlərlə əlaqədar olaraq sorğulara görə hazırlanır. Bu cür təsvir qərar qəbul etmək üçün informasiyanın operativ emalına imkan verir. Verilənlərin təsviri və emalı daha əyani və informativ xüsusiyyətlərə malik olur.



Şəkil 5. Verilənlərin axtarışının nəticəsinə aid fraqment

Nəticə

İstifadəçi sorğularının informasiya təhlili əsasında ekoloji monitorinq üzrə QQDS-in strukturunun və proqram təminatının işlənməsinə baxılmış və monitorinqlə bağlı toplanan real sənədlər əsasında verilənlər və biliklər bazaları qurulmuşdur. Sistemdə operativ və strateji qərarların qəbulu üçün informasiya mənbələri və onlar arasındakı əlaqələr müəyyənləşdirilmiş, informasiyanın əldə edilməsini, emalını və ekoloji monitorinqin nəticələrinin vizuallaşdırılmasını həyata keçirən sistem hazırlanmışdır. Vizuallaşdırma vasitəsilə obyektlərdən dənizə axıdılan çirkləndiricilərin (nümunə tarixlərinə görə nizamlanmış) nəticələrinə baxmaq (çirkləndiricinin adı, qatılığı, yol verilə bilən qatılıq həddi, ölçü vahidi), monitorinq prosesini təşkil və idarə etmək mümkündür. Bundan əlavə, ekoloji verilənlərin hiperkublar şəklində təsviri üçün OLAP modelləri təklif edilmiş və həmin verilənlərin linqvistik analizi nəticəsində obyektlərin çirklilik dərəcələrini təyin etmək mümkün olmuşdur. Həmçinin, çoxölçülü verilənlər üzərində aparılan əməliyyatların (ümumiləşdirmə, birləşdirmə, seçmə və s.) yerinə yetirilmə ardıcılığı izah

edilmişdir. Beləliklə, sistemdə ekologiyaya aid verilənlərin intellektual emalını təmin etmək üçün çoxölçülü və “ulduz” sxemli relyasiya modellərinin qurulması mexanizmi işlənmişdir. Adı çəkilən modellərin yaradılmış sistemdə tətbiqi ekoloji verilənlərin məqsədyönlü emalını operativləşdirir və monitorinqin nəticələrinin əyanliliyini artırır.

Ədəbiyyat

1. Kərimov S.Q. İnformasiya sistemləri, Bakı: Elm, 2008, 676 s.
2. Kərimov S.Q. Qərar qəbulunu dəstəkləyən sistemlər, Bakı, ADNA, 2013.
3. Kərimov S.Q., Əsgərov T.K. Xəzər dənizinin ekologiyası üzrə intellektual informasiya sisteminin verilənlər bazası // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, Bakı, ADNA, 2006, № 1, s. 70-73.
4. Архитектура корпоративного хранилища данных, http://www.prj-exp.ru/dwh/dwh_architecture.php
5. Коровкин С.Д., Левенец И.А., Ратманова И.Д. и др. Решение проблемы комплексного оперативного анализа информации хранилищ данных // СУБД, 1997, № 5–6, с.47–51
6. Керимов С.К., Аскеров Т.К. Организация экологического мониторинга с применением интеллектуальной информационной системы // Системы управления и информационные технологии, Москва, 2010, №1(39), с. 71–74.
7. Karimov S.G., Asgarov T.K. Organization information retrieval in the database and knowledge base on intellectual information system on ecology // Applied and computational mathematics. An International Journal, 2010, vol 9, no 2, p. 232–240.

УДК 004.7

Аскеров Талех К.

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, Баку, Азербайджан
taleh_askerov@yahoo.com

Структура и программное обеспечение поддержки принятия решений по экологическому мониторингу

В статье рассматриваются структура и программное обеспечение поддержки принятия решений для организации процесса экологического мониторинга. С этой целью для принятия оперативного и стратегического решения излагается реляционная схема хранилища многомерного представления экологических данных. В результате анализа многомерных данных, находящихся в хранилище данных, обнаруживаются закономерности и взаимосвязь набора данных.

Ключевые слова: *принятие решений, многомерная модель, анализ экологических данных, экологический мониторинг, визуализация, OLAP-технология.*

Taleh K. Asgarov

Azerbaijan State Oil Academy, Baku, Azerbaijan
taleh_askerov@yahoo.com

The structure and software of decision support system on ecological monitoring

Article considers the structure and software of decisions support system for the organization of the process of ecological monitoring. For this purpose in order to make the operative and strategic decisions the relational schema of data warehouse of multidimensional ecological data presentation is commented on. As a result of analysis of multidimensional data stored in the data warehouse patterns and interrelation of the dataset are detected.

Key words: *decision making, multidimensional model, analysis of ecological data, ecological monitoring, visualization, OLAP technology.*