UOT 004.04

Alıyev E.M.
MAKA-nın T.K.İsmayılov adına Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
elvin.aliyev.m@gmail.com

YÜKSƏK AYIRDETMƏLİ AEROKOSMİK MƏLUMATLAR ƏSASINDA DAŞINMAZ ƏMLAKIN GEOİNFORMASİYA ANALİZİ

Məqalədə elektron kadastr məlumat bazasının (EKMB) yaradılmasında yüksək ayırdetməli məsafədən zondlama verilənlərinin tətbiqi imkanları araşdırılmış, məkan verilənləri üzərində topoloji xətalar təsnif edilmiş və onlar arasında korrelyasiya əlaqələri müəyyənləşdirilmişdir. Bundan başqa, daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təyini metodu işlənilmiş, müxtəlif interpolyasiya üsulları əsasında dinamika modellərinin müqayisəli analizi aparılmışdır.

Açar sözlər: *geoinformasiya, məsafədən zondlama, EKMB, shp, AZERSKY, GeoEye-1, IKONOS-2, panxromatik çəkiliş , multispektral çəkiliş.*

Tədqiqatın məqsədi və onun aktuallığı

Şəhər infrastrukturunun müasir vəziyyəti avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri (ALS) və geoinformasiya texnologiyaları platformasında yüksək ayırdetməli məsafədən zondlama (MZ) verilənləri vasitəsi ilə elektron kadastr məlumat bazasının (EKMB) yaradılmasını tələb edir ki, bu da texniki pasportların və kadastr planlarının tərtibində geometrik göstəricilərin yüksək dəqiqliyinə təminat verir, həmçinin mülkiyyət məsələlərinin tənzimlənməsinə xidmət göstərir. Lakin mülkiyyət məsələlərinin həlli ilə məşğul olan müvafiq qurumlarda hələ də geoinformasiya sistemlərindən və aerokosmik məlumatlardan lazımi səviyyədə istifadə olunmur. Müəyyən zaman intervalında topoqrafik planların yeniləşdirilməməsi də bu sahədə olan boşluqların bir faktor göstəricisidir. Məhz bu səbəbdən də, daşınmaz əmlakların hüquqi qeydiyyatında və onun əldə olunması sahəsində ciddi problemlər yaşanır.

Qeyd olunan problemlərlə yanaşı vətəndaşlara təqdim olunan hüquqmüəyyənedici sənədlərdə topoloji xətaları və konfiqurasiya pozuntuları da müşahidə etmək olar ki, bu kimi məsələlər innovativ texnologiyalardan və yüksək ayırdetməli aerokosmik verilənlərdən istifadə etməklə həll oluna bilər. Bu baxımdan, yaxın gələcəkdə əmlak məsələləri sahəsində elektronlaşma prosesinin daha mütərəqqi istiqamətlərini müəyyən etmək üçün yeni yanaşmalara ehtiyac vardır. Məlumatların təhlili zamanı bir çox ərazilərdə konfiqurasiya pozuntularının olduğu müəyyən olunmuşdur ki, bu da nəzarət sisteminin olmaması ilə izah olunur. Qarşıya qoyulmuş məsələlər və aparılmış araşdırmalar bunu deməyə əsas verir ki, yaxın gələcəkdə yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatlar və topoqrafik planlar əsasında coğrafi informasiya sistemləri (CİS) üzrə EKMB-nin yaradılması ön plana çəkilməlidir. Müxtəlif mülkiyyətə aid sahələrin qarışıq məsələləri həm konseptual, həm də texnoloji müstəvidə tamamilə aradan qaldırılmalıdır. Baxılan problemlərin mövcudluğu və bu problemlər çərçivəsində hələ də öz həllini tapmayan əmlak məsələləri bu sahədə daha kəskin addımların atılmasını tələb edir.

EKMB platformasında yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatlardan istifadə etməklə daşınmaz əmlaklarla bağlı məkan verilənlərinin topoloji analizi kadastr planlarının və texniki pasportlarının tərtibində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bundan başqa, daşınmaz əmlak bazarının modelləşdirilməsi də vacib məsələlərdəndir. O, iri əmlak komplekslərinin inşa olunmasında, əmlak bazarının proqnozlaşdırılmasında, əraziyə investisiyaların ayrılmasında öz həllini gözləyən aktual məsələlərdəndir. Qarşıya qoyulan məsələlərin həlli geoinformasiya sistemlərinin və yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatların tətbiqini, riyazi-statistik analiz üsullarının istifadəsini nəzərdə tutur. Topoloji xətaların müxtəlif mənşəli faktorlardan ibarət olması, həmçinin bu faktorların çoxluğunu nəzərə alaraq, müşahidə sıraları arasında əlaqələrin tapılması riyazi-statistik üsulların tətbiqini zəruri edir. Bu baxımdan, EKMB-də aparılan geoinformasiya

analiz üsullarından başqa, riyazi-statistik üsulların tətbiqinə də geniş yer ayrılmalıdır. Qeyd olunmalıdır ki, daşınmaz əmlak bazarının modelləşdirilməsində geoinformasiya analiz üsullarında müxtəlif deterministik və geostatistik interpolyasiya metodlarından istifadə olunur. Belə üsulların kompleks araşdırılması müxtəlif tematikalı modelləşdirmə məsələlərində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Məqalədə EKMB əsasında geoinformasiya analizlərinin aparılması prosedurları öz əksini tapmış, onun aşağıdakı perspektiv tədqiqatlarda müxtəlif məsələlərin həllinə şərait yarada biləcəyi müəyyənləşdirilmişdir:

- istənilən ərazi üzrə daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təyini;
- müxtəlif mülkiyyət növlərinə aid geoinformasiya analizlərinin aparılması, obyekt və hadisələrin elektron xəritələşdirilməsi;
- məkan verilənlərinin müəyyən zaman intervalında geostatistik təhlili;
- müxtəlif məqsədli geoinformasiya sistemlərinin yaradılması və s.

Məqalədə aşağıdakı məsələlər qarşıya qoyulmuş və həll edilmişdir:

1. Yüksək məkan ayırdetməsinə malik aerokosmik verilənlərinin kadastr işlərində tətbiqi imkanlarının araşdırılması.
2. Aeroçəkilişlərə əsaslanan ortofotoplanlara əsasən məkan obyektlərinin idarə edilməsinin EKMB-nin yaradılması.
3. EKMB-də topoloji xətaların təsnif edilməsi və onlar arasında korrelyasiya əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi.
4. Daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təyini metodunun işlənilməsi, metoda əsasən tədqiqat ərazisi üzrə daşınmaz əmlak bazarının aktiv sahələrinin təsnif edilməsi.
5. Geostatistik təhlil modulunda mövcud olan interpolyasiya üsullarına (Ordinar Kriqinq, IDW, radial bazis funksiyaları metodu, qlobal və lokal polinom üsulları) əsasən yaradılmış daşınmaz əmlak bazarının dinamikası modelləri arasında müqayisəli analizlərin aparılması.

İstifadə olunmuş materiallar

Qarşıya qoyulmuş məsələlərin həllində tətbiq olunan yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatlar aşağıdakı texniki xarakteristikalara malik olmuşdur (cədvəl 1):

GeoEye - 1 (Digital Globe)

Məkan ayırdetməsi: 1,65 m (multispektral çəkiliş);
spektral diapazon: 0,45 - 0,51 mkm; 0,51 - 0,58 mkm; 0,66 - 0,69 mkm; 0,78 - 0,92 mkm.
çəkiliş tarixi: 2010

Ortofotoplanlar (aeroçəkiliş)

Miqyas:	1:1000	1: 5000	1: 5000
Məkan ayırdetməsi:	11,0 sm	25,0 sm	30,0 sm
Relyef ayırdetməsi:	10,0 sm	35,0 sm	---------
Çəkiliş sahəsi (km^2):	20 000	42 000	---------
Çəkiliş tarixi:	2008	2008	2003

Cədvəl 1

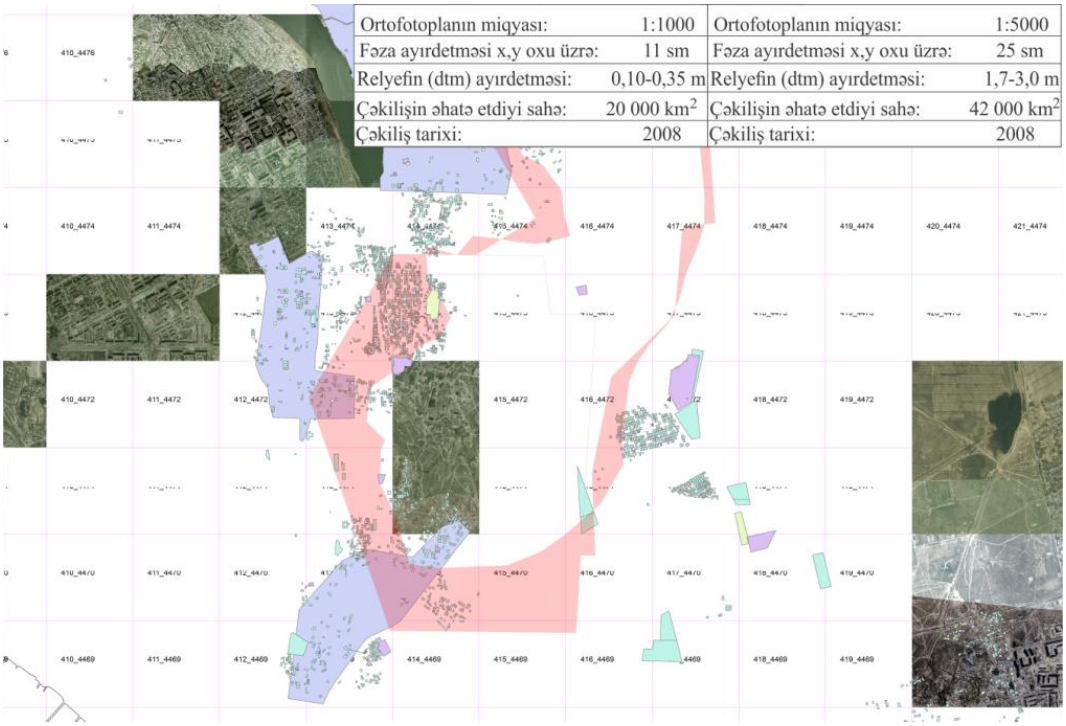
EKMB-nin yaradılmasında istifadə olunan ortofotoplanların texniki xarakteristikaları

İlkin verilənlər (aerofoto)	Məkan ayırdetməsi (x,y)	Relyef ayırdetməsi (z)	Çəkilişin əhatə etdiyi sahə, km^2	Çəkiliş tarixi, il
Ortofotoplan (1:1000)	11,0 sm	0,10-0,35 m	20 000	2008
Ortofotoplan (1:5000)	25,0 sm	1,7-3,0 m	42 000	2008

Məsələnin həll üsulları

Hazırda yüksək ayırdetməli MZ verilənlərinin ayırdetməsi 3,0 - 0,31 m tərtibindədir, onlar həm iri əmlak komplekslərinin, həm də daşınmaz əmlakların müxtəlif elementlərinin müəyyən olunmasına imkan verir ki, bu da geoinformasiya analizlərində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ayırdetmə qabiliyyətinə malik MZ məlumatları əsasında 1:5000, 1:2000 və s. iri miqyaslı xəritələrin və planların tərtibi mümkün olur.

EKMB-nin yaradılmasında qarşıya çıxmış vacib məsələlərdən biri müxtəlif miqyaslı ortofotoplanların hazırlanması olmuşdur (şəkil 1). Onların hazırlanması ölkədə daşınmaz əmlakların vəziyyətinin öyrənilməsində, mövcud uçot sənədlərinin yoxlanmasında istifadə olunmasını nəzərdə tutmuşdur. İlkin olaraq baza xəritələrinin hazırlanması üçün zəruri olan ərazilər müəyyən edilmişdir. Bakı şəhərinin EKMB-nin yaradılması (şəkil 2) və onun da əsasında əmlak üzərində hüquqların qeydiyyatının aparılması üçün 1:1000 və 1:5000 miqyaslı ortofotoplanlar hazırlanmış, həmçinin istifadə üçün ərazi idarələrinə təqdim olunmuşdur. Əmlak məsələlərində tətbiq edilə bilən ən yüksək ayırdetməli optik-elektron sistemlərinin əsas parametrləri cədvəl 2-də öz əksini tapmışdır.



Şəkil 1. CİS platformasında yüksək məkan ayırdetməsinə malik ortofotoplanlar əsasında yaradılmış Suraxanı rayonunun EKMB-si

Qeyd etmək lazımdır ki, qanunsuz tikililərin aşkara çıxarılması üçün yüksək ayırdetməli məlumatların istifadəsinə ehtiyac olmur. Lakin, torpaq sahələrinin geometrik göstəricilərinin dəqiqləşdirilməsində, koordinatların müəyyən olunmasında, texniki pasportların və kadastr planlarının tərtibində ən yüksək məkan ayırdetməsinə malik MZ məlumatlarından istifadə olunması vacibdir. Qeyd olunan məsələlərin həllində ən yüksək texniki xarakteristikalara malik GeoEye-1 (panxromatik 0,41 m), GeoEye-2 (panxromatik 0,34 m) və WorldView-2 (panxromatik 0,46 m), WorldView-3 (panxromatik 0,31 m) MZ verilənləri hesab olunur.

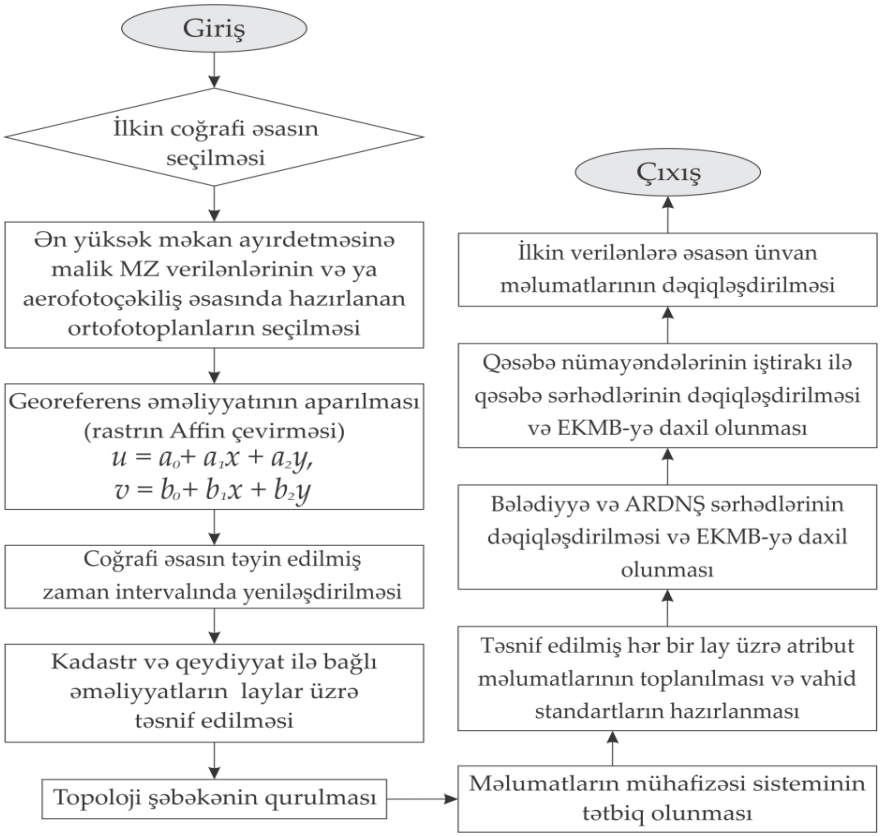
Yüksək ayırdetməli MZ verilənlərinin həm kadastr işlərində, həm də aşağıdakı məsələlərin həllində müstəsna əhəmiyyəti vardır:

- 1:2000 miqyaslı rəqəmsal topoqrafik xəritələrin tərtibi və yeniləşdirilməsində;

Cədvəl 2

Əmlak məsələlərində tətbiq edilən yüksək ayırdetməli optik-elektron sistemlərinin təsnifatı

Kosmik aparat	Ölkə	Buraxılış	Məkan ayırdetməsi, m	
			Panxromatik	Multispektral
AZERSKY	Azərbaycan	30.06.14	1,5	6,0
IKONOS-2	ABŞ	24.09.99	1,0	4,0
QuickBird-2	ABŞ	18.10.01	0,6	2,4
OrbView-3	ABŞ	26.06.03	1,0	4,0
EROS-B	İzrail	01.03.06	0,7	-
Ресурс-ДК1	Rusiya	15.06.06	1,0	3,0
KOMPSAT-2	Koreya	28.07.06	1,0	4,0
Cartosat-2	Hindistan	10.01.07	0,8	-
WorldView-1	ABŞ	18.09.07	0,5	-
Cartosat-2A	Hindistan	28.04.08	0,8	-
GeoEye-1	ABŞ	08.10.08	0,41	1,65
WorldView-2	ABŞ	08.10.09	0,46	1,8
Pleiades-1	Fransa	2010	0,5	2,0
GeoEye-2	ABŞ	2012	0,34	1,36
Ресурс-П1	Rusiya	25.06.13	0,5-1	-
WorldView-3	ABŞ	13.08.14	0,31	1,24
Ресурс-П2	Rusiya	26.12.14	1,0	2-3



Şəkil 2. CİS texnologiyaları əsasında EKMB-nin formalaşmasının prosedur mərhələləri

- yüksək ayırdetməyə malik relyefin rəqəmsal modelinin qurulmasında;
- obyektlərin inventarizasiyasında və tikintilərin aparılmasında nəzarətin təşkilində;
- müxtəlif idarəetmə sistemlərinin yaradılmasında,
- şəhər və regionların planlaşdırılmasında, qiymətləndirmədə;
- modelləşdirmədə və vizualizasiyada və s.

Son dövrlərdə planetimizin ənənəvi metodlarla öyrənilməsi ilə antropogen, endogen və ekzogen proseslərinin Yerə dinamik təsirinin qiymətləndirilməsi effektiv nəticə vermir. Obyekt və hadisələrin təhlili, antropogen təsirlərin dinamikasının elektron xəritələşdirilməsi və digər müxtəlif tematikaya uyğun kartoqrafik məhsulların hazırlanması və nəticə etibarilə planetimizin hərtərəfli öyrənilməsi MZ-nın tətbiq edilməsini zəruri edir. MZ verilənləri obyekt və hadisələrin məsafədən, bilavasitə təmasda, heç bir kontakt olmadan öyrənilməsini təmin etməklə yanaşı, həm də onun tematik emalına imkan verir. Yer səthinin zondlaşdırılması zamanı alınan informasiyaların tematik emalı təbii və antropogen mənşəli dəyişiklikləri qeydə alır və onların kəmiyyət və keyfiyyətcə qiymətləndirilməsini təmin edir. Bir sıra xətti və qeyri-xətti (neft, qaz, magistral su xətləri və s.) layihələndirmə işləri, müxtəlif kadastrların aparılması və s. lokal çəkilişlər nəticəsində alınan yüksək ayırdetməli aerokosmik verilənlərdən istifadə etməklə öz həllini tapır. Qeyd etmək lazımdır ki, əvvəllər MZ verilənlərinin aşağı ayırdetməli olmaları onların əmlak məsələlərində tətbiqinə imkan vermirdi. Elm və texnikanın inkişafı, bu sahədə böyük rəqabətlik meyarları yüksək ayırdetməli MZ verilənlərinin əldə olunmasına şərait yaratmışdır. Məqalədə, həmçinin EKMB-də məkan verilənləri üzrə topoloji analiz aparılmış, geometrik xətalar müəyyən edilmiş və təsnifatlaşdırılmışdır. Topoloji xətaların aşkarlanması texniki pasportlarda geometrik göstəricilərin qeyri-dəqiqliyini göstərmişdir. Bundan başqa, EKMB-də mülkiyyət pozuntuları ilə bağlı sahələrin kəsişmə konturları müəyyən olunmuşdur. Analiz nəticəsində texniki pasport (TP) layında 90, bölgü layında isə 269 sayda verilənlər üzrə 61 ədəd xəta aşkar edilmişdir (cədvəl 3). Xətaların düzəlişi isə ortofotoplanlara əsasən aparılmışdır (şəkil 3).

Cədvəl 3

Qeydiyyata alınan torpaq sahələrinin və onların məkan verilənləri üzərində aşkar edilən topoloji xətalarının aylar üzrə təqdimatı

Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tp	32	38	54	60	46	37	52	49	82	87	60	58
TP_x	4	5	7	8	6	4	7	6	13	14	9	7
B	17	18	15	20	25	22	19	23	29	24	29	28
B_y	3	4	5	3	5	4	6	7	5	6	7	6

EKMB-nin yaradılmasında bələdiyyə və qəsəbə sərhədləri mövcud cizgilər əsasında həm çöl, həm də kameral şəraitdə dəqiqləşdirilmiş, ARDNŞ sahələrinin konturlarının elektron nüsxəsi əldə edilmiş və EKMB-yə daxil edilmişdir. Bundan başqa, ünvan məlumatları dəqiqləşdirilmiş və verilənlər bazasının reyestr və kadastr məlumatlarının sətir və sütun ardıcıllıqlarına əməl etməklə vahid standartlar hazırlanmışdır.

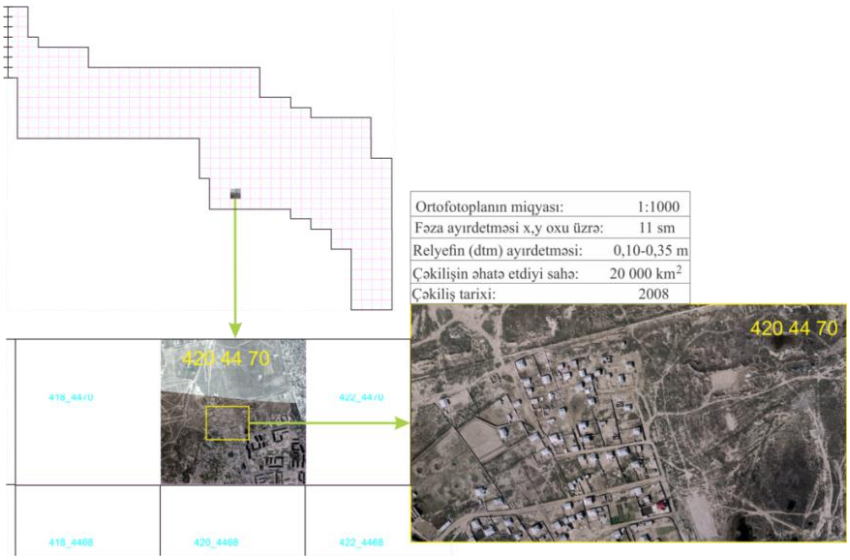
Daha sonra TP_x (texniki pasport layındakı xətalar) və B_y (bölgü layındakı xətalar) qiymətləri arasında korrelyasiya əlaqələri müəyyən olunmuşdur. Adətən iki müşahidə sırası arasında korrelyasiya əlaqələrinin müəyyən olunması məqsədi ilə (1) ifadəsindən istifadə olunur [1]:

$$r(x,y)=\frac{n\sum_{i=1}^{n}xy-\sum_{i=1}^{n}x\sum_{i=1}^{n}y}{\sqrt{\{n\sum_{i=1}^{n}x^2-\{\sum_{i=1}^{n}x\}^2\}\{\sum_{i=1}^{n}y^2-\{\sum_{i=1}^{n}y\}^2\}}} \quad (1)$$

2007-ci ildə daşınmaz əmlakların qeydiyyatından formalaşan məkan verilənləri üzrə aparılan topoloji təhlilin nəticələri üzərində iki faktorlu analizin aparılması təmin olunmuşdur. Dəyişənlərin qiymətləri arasındakı korrelyasiya əlaqələrinin müəyyən edilməsi:

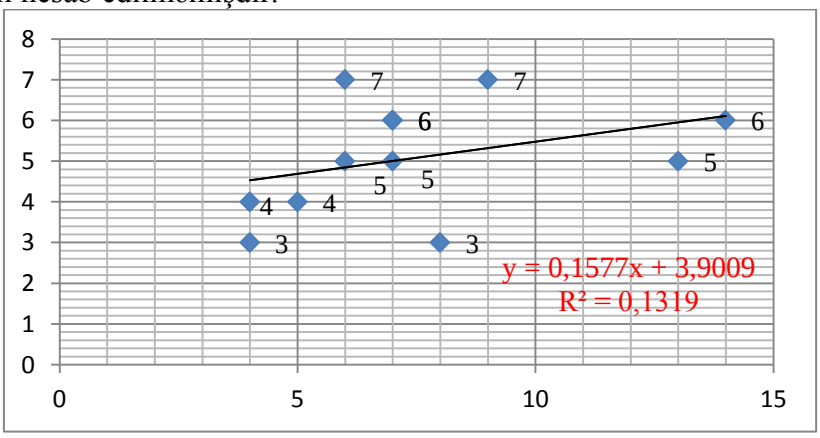
$$\frac{n(\{TPx_1By_1\}+\cdots+\{TPx_{12}By_{12}\})-(\{TPx_1\}+\ldots+\{TPx_{12}\})(\{By_1\}+\ldots+\{By_{12}\})}{\sqrt{(n(\{TPx_1\}^2+\ldots+\{TPx_{12}\}^2)-(\{TPx_1\}+\ldots+\{TPx_n\})^2)(\{By_1\}^2+\ldots+\{By_{12}\}^2)-(\{By_1\}+\ldots+\{By_{12}\})^2}} \quad (2)$$

nəticəsində müşahidə sıralarının korrelyasiya əlaqəsini $r^2=0.1319$, $r=0.36$ almış olarıq. Müşahidə sıraları arasında əlaqənin zəif olması texniki pasport (TP) layında bölgü əməliyyatlarının daha dəqiq aparılmasını göstərmişdir (şəkil 4). TP layında müşahidə edilən xətalar yeniləşdirilməmiş topoqrafik xəritələr əsasında aparılan uçot və qeydiyyatın nəticəsidir ki, həmin informasiyalarda şəhər infrastrukturunun müasir vəziyyəti öz əksini tapmamışdır. Bu baxımdan da EKMB-də bu növ xətalar müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 3. 11,0 sm ayırdetməli ortofotoplan əsasında tədqiqat ərazisinin bir hissəsinin 2008-ci il üzrə təqdimatı

Topologiya məkan məlumatlarının həndəsi xassələrinə görə analizini aparır. Fiqurların topoloji tərkibinə onların geometrikliyi, döngə nöqtələri və s. meyarlar daxildir [2].Topoloji təhlilin əsas prinsipi xətaların avtomatik korrektə olunmasıdır [3] ki, baxılan işdə bu metodun istifadəsi əlverişli hesab edilməmişdir.



Şəkil 4. TPx və By qiymətləri arasındakı korrelyasiya əlaqələri

Belə məsələlərdə dəyişənlər arasında asılılıq həm xətti, həm də qeyri-xətti ola bilir. Məsələ mürəkkəb riyazi təbiətli olduğu halda münasibət tənliyi olaraq

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (3)$$

şəklində olan 2-ci tərtib parabola tənliyindən,

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 \quad (4)$$

şəklində olan 3-cü tərtib parabola tənliyindən, ümumi halda isə

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n \quad (5)$$

n-ci tərtib parabola tənliyindən istifadə edilir.

Qeyd edək ki, cüt korrelyasiyanın qeyri-xətti modellərinin əmsallarını da ən kiçik kvadratlar metodu ilə təyin etmək mümkündür. (3) ifadəsində 2-ci tərtib parabola tənliyinin a_0, a_1 və a_2 əmsallarının qiymətlərini təyin etmək üçün ən kiçik kvadratlar metodunun tətbiqi ilə, bu əmsalların hesablanması üçün aşağıdakı tənliklər sistemini almaq olar:

$$\begin{cases} \sum y = Na_0 + a_1\sum x + a_2\sum x^2 \\ \sum yx = a_0\sum x + a_1\sum x^2 + a_2\sum x^3 \\ \sum yx^2 = a_0\sum x^2 + a_1\sum x^3 + a_2\sum x^4 \end{cases} \quad (6)$$

Bəzən x asılı dəyişənin qiyməti bir deyil, bir çox sərbəst dəyişənin, $x_1, x_2, \dots, x_n$- nin birgə təsiri ilə formalaşır. Belə korrelyasiya asılılıqları çoxkorrelyasiyalı asılılıqlardır və

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (7)$$

şəklində əlaqə tənliyi vasitəsi ilə əks etdirilir. Bu o deməkdir ki, EKMB-də topoloji xəta faktorlarının asılılıq əmsallarının təyini üçün onlar *n* saydan ibarət ola bilər.

Əgər y və $x_1, x_2, \dots, x_n$ göstəriciləri arasındakı asılılıq xətti xarakter daşıyırsa, onda çoxkorrelyasiyalı əlaqə tənliyi olaraq

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_nx_n \quad (8)$$

şəklində xətti çoxkorrelyasiyalı modeldən, qeyri-xətti olduqda isə

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2^2 + \cdots + a_nx_n \quad (9)$$

şəklində qeyri-xətti çoxkorrelyasiyalı modeldən istifadə edilir. Həm xətti, həm də qeyri-xətti çoxkorrelyasiyalı modellərin əmsallarını ən kiçik kvadratlar metodu ilə təyin etmək olar.

Məqalədə, həmçinin daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təyini metodu işlənilmiş (şəkil 5), CİS modulları, ortofotoplanlar və GeoEye-1 verilənləri əsasında tədqiqat ərazisinin əmlak bazarı üzrə aktiv sahələrinin təsnifatı aparılmışdır (şəkil 6).

EKMB-nin yaradılmasında verilənlər kağız üzərində olduğundan, ilk növbədə kağız xəritələrinin rəqəmsal şəklə gətirilməsi lazım gəlmişdir. Lakin, ərazinin genişliyi, bələdiyyə və ARDNŞ sahələri ilə bağlı mübahisəli məsələlərin mövcudluğu bu metodun tətbiqinə imkan verməmişdir. Belə məsələlərdə yüksək ayırdetməli məlumatların tətbiqi lazım gəlir ki, bu səbəbdən də, ortofotoplanların istifadəsinə önəm verilmişdir [4].

Daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin modelləşdirilməsi zamanı koordinatları məlum olan nöqtələrin $s(x, y)$ identifikasiya qiymətlərinin $Z(s)$ interpolyasiyası məqsədi ilə müxtəlif analiz üsulları təhlil olunmuşdur. Nəticədə daşınmaz əmlak bazarının aktiv sahələri Ordinar Kriqinq, IDW, radial bazis funksiyaları metodu, qlobal və lokal polinom interpolyasiya üsulları vasitəsi ilə modelləşdirilmiş, trend analizi aparılmışdır (şəkil 7).

Ordinar Kriqinq üsulu ilə interpolyasiya zamanı

$$Z(s) = m + e(s) \quad (10)$$

ifadəsindən istifadə olunmuşdur [5].

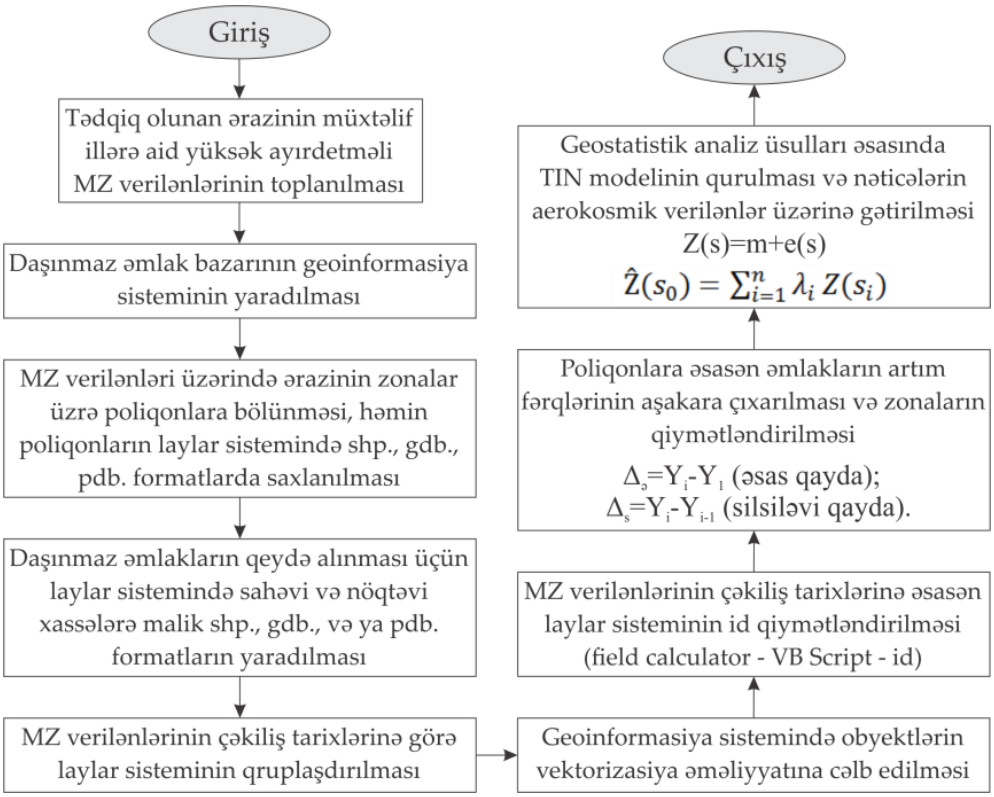
Burada, $s = (X, Y)$ nöqtənin koordinatları; $Z(s)$ - nöqtənin identifik göstəricisi; m - sabit orta göstəricisi; $e(s)$ - məkan əlaqələri ilə bağlı təsadüfi xətalardır.

İnterpolyasiyanın IDW metodunun tətbiqi zamanı hesablamalar

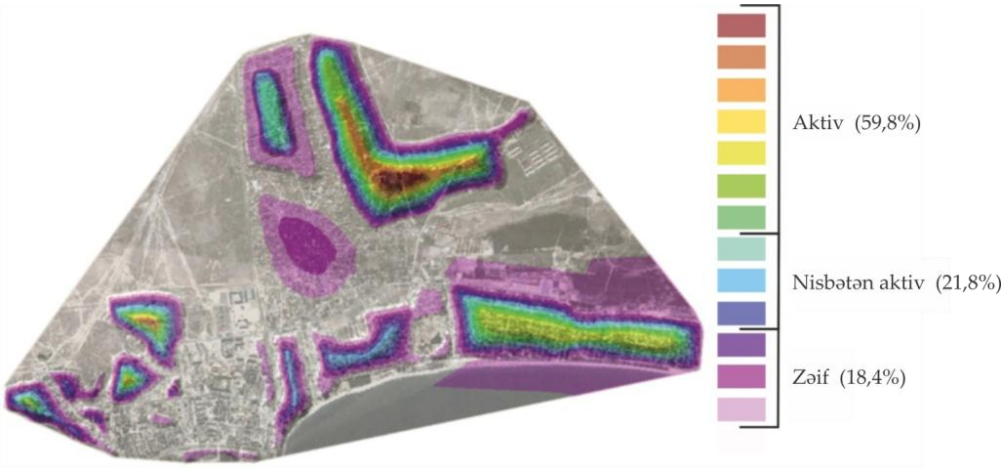
$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z(s_i) \quad (11)$$

kimi həyata keçirilmişdir.

Burada, $\hat{Z}(s_0)$ - s_0 nöqtəsi üçün axtarılan göstərici; n - istinad nöqtələrinin sayı (ətrafda olan nöqtələr); λ_i - modeldə istifadə olunan hər bir nöqtənin çəkisi; $e(s)$ - məkan əlaqələri ilə bağlı təsadüfi xətalar; $Z(s_i)$ - s_i nöqtəsində ölçülən göstəricidir [6].



Şəkil 5. Daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təyini metodunun blok-sxemi

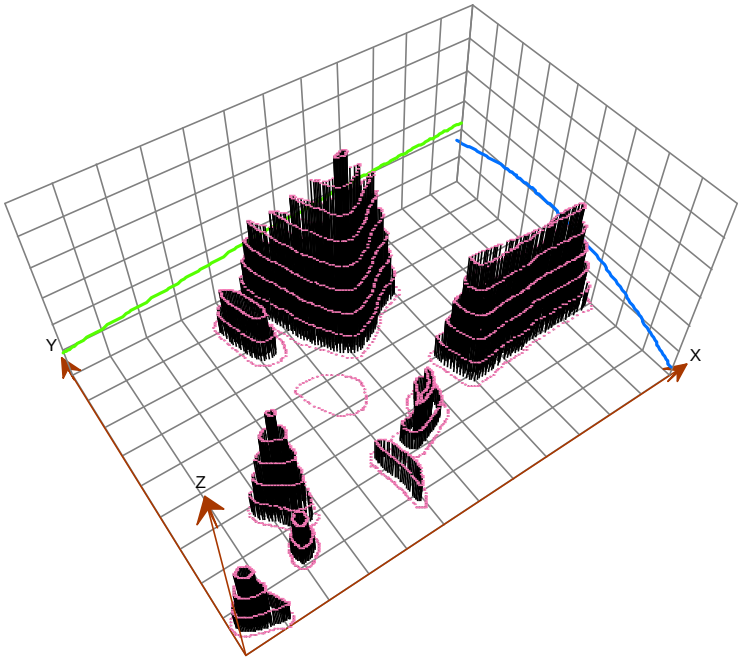


Şəkil 6. 2003-2010-cu illər üzrə Hövsan qəsəbəsində daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təsnifatı

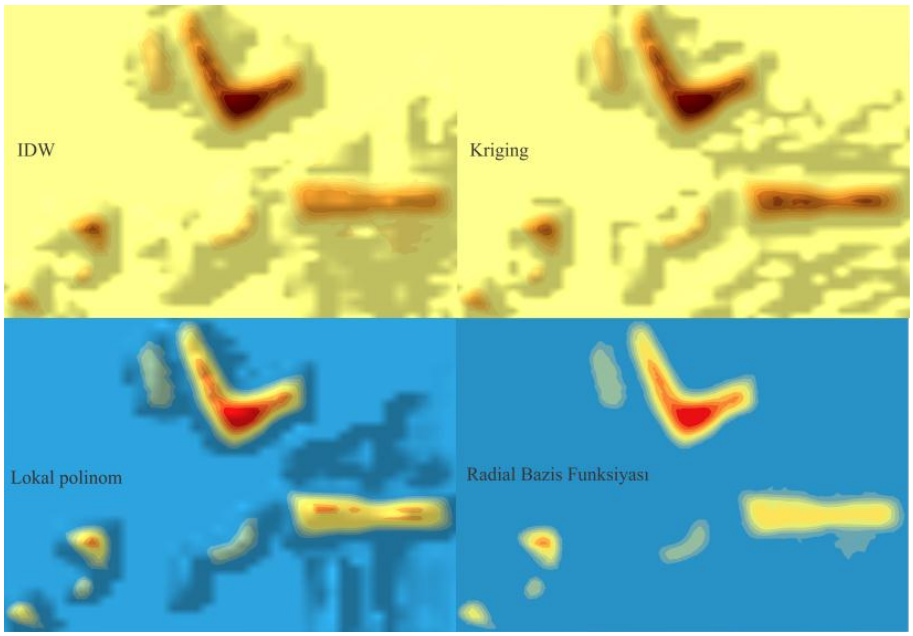
Tədqiqat işində tətbiq olunan müxtəlif interpolyasiya üsulları əsasında yaradılmış dinamika modelləri arasında müqayisəli analiz aparılmış (şəkil 8) və alınmış fərqlər bu əməliyyatlarda Kriqinq üsulunun digər metodlara nisbətən daha səmərəli nəticə verməsini göstərmişdir. IDW üsulunun digər formulu aşağıdakı şəkildə ifadə olunur [7]:

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^{N} d_{i0}^{-p}}; \quad \sum_{i=1}^{N} \lambda_i = 1 \qquad (12)$$

Burada, identifik qiymət məsafənin böyüməsindən asılı olaraq p əmsalına görə kiçilir. d_{i0}-axtarılan s_0 ilə s_i istinad nöqtəsinin i qiyməti arasındakı məsafədir.



Şəkil 7. Geostatistika modulu əsasında tədqiqat ərazisi üzrə daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin trend analizi



Şəkil8. Müxtəlif interpolyasiya üsulları əsasında yaradılmış modellərin təqdimatı

Daşınmaz əmlak bazarının modelləşdirilməsi zamanı artım göstəriciləri CMYK (cyan, magenta, yellow, key color) subtraktiv sxeminə əsasən qiymətləndirilmiş (cədvəl 4) [8], şkala alınmışdır (şəkil 9).

Cədvəl 4

Ordinar Kriqinq üsulu ilə interpolyasiyanın aparılması zamanı
CMYK subtraktiv sxemi üçün alınmış rəng çalarlarının qiymətləri

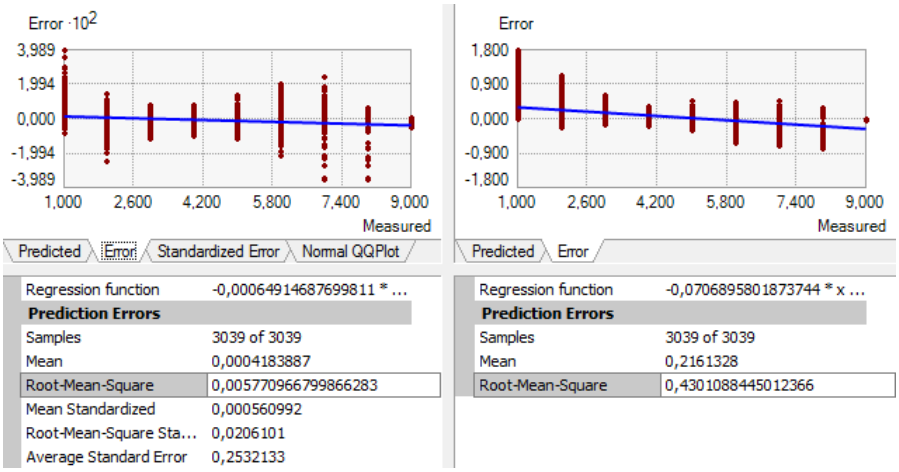
CMYK	Poliqonlar (10)									
	Hipsometrik şkala üçün alınmış rəng çalarları (10)									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
C	0	1	1	3	4	11	23	35	47	58
M	0	9	16	24	31	42	57	70	84	100
Y	50	57	64	72	79	84	89	93	97	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şəkil 9. Kriqinq üsulu əsasında alınmış rəng çalarlarının qiymətləri üzrə qurulmuş şkala

Araşdırmalar zamanı interpolyasiya metodları içərisində səmərəli nəticələrə görə Kriqinq üsuluna yaxın IDW metodu müəyyən olunmuşdur (şəkil 10).

Geostatistik analiz üsulları əsasında yaradılmış daşınmaz əmlak bazarının dinamikası modelləri üzrə aşkar edilmişdir ki, əmlakların artımı qəsəbənin cənub-qərb hissəsində, Hövsan kəndinin şərq massivində və Hövsan bağlarında daha aktivdir (şəkil 11) [9].

Geniş vüsət almaqla səciyyələnən CİS əvvəllər coğrafi məlumatların saxlanılmasını, axtarışını və təsvir edilməsini təmin etməklə səciyyələnirdisə, məkan məlumatlarının təhlil olunmasını realizə etmək imkanı mövcud deyildi. Hal-hazırda CİS məkan məlumatlarının təhlil edilməsi üçün spesifik imkanlara malikdir və bir çox sahələrdə inteqrasiyasını müşahidə etmək olar [10].



Şəkil 10. ArcGIS proqram təminatının Geostatistika təhlil modulunda IDW və Ordinar Kriqinq metodları ilə yaradılmış modellərin müqayisəli analizinin nəticələri

Beləliklə, konkret olaraq müxtəlif dövrlər üzrə daşınmaz əmlak bazarının öyrənilməsi və bu istiqamətdə aktiv olan sahələrin təyin olunması, həmçinin bu istiqamətdə mövcud metodların kompleks araşdırılması, o cümlədən proqnozların verilməsi, model işlənməsi mərhələləri müxtəlif informasiya texnologiyaları və aerokosmik məlumatlar əsasında EKMB-dən istifadə olunması zərurətini qarşıya çıxarmışdır. Şəhər infrastrukturunun inkişafı və müasir vəziyyəti

informasiya sisteminin istifadə dairəsinin daha da genişlənməsini əhəmiyyətli dərəcədə zəruri edir və bu zaman müxtəlif növ məlumatların toplanılması, sistemləşdirilməsi və yeniləşməsi, həm də emalı ön plana çıxır.

Şəkil 11. Aerokosmik təsvir fraqmentlərində Hövsan bağlarının bir hissəsinin dinamikasının 2003 və 2010-cu illər üzrə təqdimatı

Nəticə

Yaşayış məntəqələrinin genişlənməsi tendensiyalarının xəritədə təsviri üçün ərazilərin topoqrafik planaalınması və nəticələrin mütəmadi olaraq yeniləşdirilməsi tələb olunur, həmçinin yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatların tətbiqi zərurəti qarşıya çıxır. Hətta geoinformasiya sistemlərinin yaradılmasında da daim qarşıya çıxan əsas problemlərdən biri də məhz infrastrukturun müasir vəziyyətini əks etdirməkdir. Çünki, geoinformasiya sistemi dəqiq modellərin işlənilməsini və müqayisəli analizlərin aparılmasını nəzərdə tutur. Bu baxımdan, EKMB-nin yaradılmasında şəhər infrastrukturu elementlərinin müasir vəziyyətini əks etdirən yüksək ayırdetməli ortofotoplanların istifadəsi məqsədəuyğun hesab olunmuşdur.

Elmi və praktiki nöqteyi-nəzərdən işin aktuallığı məhz onunla müəyyən edilmişdir ki, qarşıya qoyulmuş məsələlərin həlli üçün yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatların tətbiqi imkanları araşdırılmış, geoinformasiya sistemlərinin təhlil modulları və riyazi-statistik analiz üsulları əsasında, həmçinin müxtəlif interpolyasiya üsullarının tətbiqi ilə səmərəli nəticələrin əldə olunmasına nail olunmuşdur.

Beləliklə, məqalədə yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatlar əsasında və CİS texnologiyaları platformasında EKMB-nin yaradılmasına nail olunmuş, EKMB-də məkan verilənləri üzərində topoloji analizlər aparılmış, mövcud lay sistemlərinə əsasən topoloji xətalar aşkara çıxarılmış, həmin xətaların faktorları arasında korrelyasiya əlaqələri müəyyənləşdirilmiş, eynilə bir sıra riyazi-statistik analiz üsullarına baxılmışdır. Bundan başqa, daşınmaz əmlak bazarında aktiv sahələrin təyini metodu işlənilmiş, təklif olunan metoda əsasən tədqiqat ərazisinin daşınmaz əmlak bazarında aktiv olan sahələri təsnif olunmuşdur. Bunun üçün müxtəlif interpolyasiya metodları təhlil olunmuşdur. Bir sıra interpolyasiya üsullarına əsasən yaradılmış dinamika modellərinin müqayisəli analizi aparılmış, alınmış fərqlər bu əməliyyatlarda Kriqinq üsulunun digər metodlara nisbətən daha səmərəli nəticə verməsini göstərmişdir.

Ədəbiyyat

1. Balyev N.N. Uçuş informasiyasının bərpa olunması üçün təyyarənin uçuş parametrləri arasında korrelyasiyanın təyin edilməsi // "İnformasiya Texnologiyaları Problemləri" jurnalı, 2010, №2, s. 103–108.
2. Ананьев Ю. С. Геоинформационные системы, Томск: Изд. ТПУ, 2003, 70 с.
3. Дэвид М. Теобалд. О шейпинге на покрытиях. Топология и шейп файлы // ArcUser, апрель-июнь 2001 г.
4. Süleymanov T.İ., Alıyev E.M. Ortofotoşəkillər və coğrafi informasiya sistemləri texnologiyaları əsasında məkan obyektlərinin idarə edilməsinin elektron məlumat bazasının yaradılması // Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, 2009, №2(12), s.22–28.
5. В. В. Демьянов, Е. А. Савельева. ГЕОСТАТИСТИКА. Москва Наука 2010, 327 с.
6. Геостатистический Анализ (ArcGIS). Руководство пользователя, "ESRI, Ltd". 2001, 278 p.
7. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. Printed in USA, ESRI: 2003, 300 p.
8. Alıyev E.M. Coğrafi məlumat texnologiyaları və hipsometrik üsul əsasında Suraxanı rayonu Hövsan qəsəbəsinin daşınmaz əmlak obyektlərinin sıxlıq xəritəsinin tərtibi // Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, 2011, №2(14), s. 34–41.
9. Alıyev E.M. Coğrafi informasiya texnologiyalarından və məsafədən zondlama verilənləri əsasında daşınmaz əmlak bazarında dinamikanın öyrənilməsi məsələləri // "İnformasiya Texnologiyaları Problemləri" jurnalı, 2012, №1, s. 61–69.
10. Stewart Fotheringham, Peter Rogerson. Spatial analysis and GIS. "Taylor & Francis", 1994, 296 p.

УДК 004.04

Алыев Эльвин М.
НАКА Институт Космических Исследований Природных Ресурсов, Баку, Азербайджан
elvin.aliyev.m@gmail.com

Геоинформационный анализ недвижимости на основе аэрокосмических данных высокого разрешения

В статье исследованы возможности применения данных дистанционного зондирования высокого разрешения при создании электронной кадастровой базы данных (ЭКБД), классифицированы топологические ошибки над пространственными данными и определены корреляционные связи между ними. Кроме того, обработаны методы определения активных участков на рынке недвижимости, на основе различных интерполяционных методов проведен сравнительный анализ динамических моделей.

Ключевые слова: *геоинформация, дистанционное зондирование, ЭКБД, shp, AZERSKY, GeoEye-1, IKONOS-2, панхроматическая съемка, мультиспектральная съемка.*

Elvin M. Aliyev
NASA Instute for Space Research of Natural Resources, Baku, Azerbaijan
elvin.aliyev.m@gmail.com

Geoinformation analysis of real estate objects on the basis of high-resolution aerospace information

The given article investigates possibilities of application of high resolution remote sensing data for the creating electronic cadastral database, topological errors on spatial data were classified and correlation relations between them have been defined. In addition, the identification method of active areas in Real Estate Market was developed and comparative analysis of dynamic models based on different interpolation methods was carried out.

Key words: *geoinformation, remote sensing, ECD, shp, AZERSKY, GeoEye-1, IKONOS-2, panchromatic image, multispectral image.*