

*İmamverdiyev Y.N.*AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
yadigar@iit.science.az**BİG DATA MÜHİTİNDƏ GEOİNFORMASIYA SİSTEMLƏRİNİN AKTUAL
ELMİ-NƏZƏRİ PROBLEMLƏRİ HAQQINDA**

Geoinformasiya sistemləri (GIS) informasiya texnologiyalarının ən sürətlə inkişaf edən istiqamətlərindən biridir. GIS texnologiyaları kartoqrafik və tematik informasiyanı uzlaşdırılmış vahid strukturda inteqrasiya etməyə və geniş məsələlər sinfi üçün çoxsəviyyəli, əyani həllərin operativ işlənməsini təmin etməyə imkan verir. Dövriyyədə olan məlumatların ümumi tərkibində məkanla bağlı məlumatlar üstünlük təşkil edir, həm də onların həcmi və generasiya sürəti hər il bir neçə tərtib artır, buna görə ixtiyari geoverilənlərin emalı üçün Big data əsasında tamamilə yeni modellər və metodlar tələb edilir. Məqalədə GIS-lərin müasir vəziyyətinin qısa analizi aparılır və Big data metodları əsasında onların inkişafının perspektiv istiqamətlərinə baxılır. Geoinformasiya sistemlərinin mahiyyəti, onların strukturu və GIS-də informasiyanın analizi barədə qısa məlumat verilir. İntellektual geosensorlar şəbəkəsindən daxil olan məkan-zaman verilənlərini real zamanda emal etməyə qadir olan geoinformasiya texnologiyalarının qurulması problemləri analiz edilir. Əsas tədqiqat metodları modelləşdirmə, müqayisəli və təsviri metodlar, analogiya, analiz və sintez metodlarıdır; əsas tədqiqat yanaşmaları sistemli, kompleks və situativ yanaşmadır. Alınmış nəticələrin ölkədə milli məkan verilənləri infrastrukturunun formalaşdırılması, GIS sahəsində elmi tədqiqatların təkmilləşdirilməsi və məkan məlumatlarının təhlükəsizliyi üzrə tədbirlər kompleksinin işlənməsində faydalı olacağı gözlənilir.

Açar sözlər: Big data, məkan verilənləri, geoinformasiya sistemləri, GIS, məkan-zaman analizi.

Giriş

Tədqiqatlar göstərir ki, hazırda dövriyyədə olan məlumatların ümumi həcmində məkan verilənlərinin payı 80-90%-ə çata bilər [1]. Məkan verilənləri konkret ərazidəki obyektlər, hadisələr və proseslər haqqında coğrafi koordinatlarla əlaqəli məlumatlardır. Məkan verilənləri günümüzdə planlaşdırma üçün ən vacib alətlərdən biridir: layihələndirmə, yerləşdirmə və investisiya qərarlarının əsasını təşkil edir və bu səbəbdən də çox böyük iqtisadi əhəmiyyətə malikdir [2].

Coğrafi informasiya sistemləri (CIS) məkan verilənlərinin toplanması, saxlanması, analizi və modelləşdirilməsi üçün ən effektiv mexanizmlərdən biridir (bu məqalədə geoinformasiya sistemləri – GIS termini işlədiləcək). GIS məkan verilənlərini idarə etmək, onları müxtəlif kartoqrafik təsvir üsullarının köməyi ilə vizuallaşdırmaq və müxtəlif xəritələr yaratmaq, “... olarsa, nə olar?” tipli mürəkkəb məkan analizini yerinə yetirmək və yerləşmə yerinə aid sorğuları cavablandırmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur [3].

Xəritə – xarakteristikaları məkana görə dəyişən istənilən obyektin, prosesin və hadisənin vizuallaşdırılması üçün olduqca effektiv alətdir. Diqqətə alsaq ki, xəritədə “geologiyadan ideologiyaya kimi” hər şeyi təsvir etmək olar, onda coğrafi koordinatları olan istənilən obyektin GIS-də təsvir etmək mümkündür. Nəticədə, müasir GIS-lər bir çox elmi, praktiki və idarəetmə məsələlərinin effektiv və sürətli həllinin aparıcı elementinə çevrilmişdir. GIS-lərin həm iqtisadi və sosial aspektlərdə, həm də ölkənin müdafiəsində rolu böyükdür. Müasir ordularda GIS qoşunların və silah sistemlərinin idarə edilməsi, qərar qəbulunun dəstəklənməsi, hərbi əməliyyatların planlaşdırılması və idarə edilməsi üçün istifadə edilir [4]. GIS-in tətbiq sahələrini nəzərə alaraq, geoinformasiya sistemlərini milli təhlükəsizliyin əsas informasiya təminatı komponentlərindən biri kimi xarakterizə etmək mümkündür [5].

Keçən əsrin son onilliyinə qədər məkan verilənləri yalnız kadastr idarələri tərəfindən saxlanılır və təqdim olunurdu [6]. Son illərin əsas trendlərindən biri də müxtəlif qurumlar - dövlət

və bələdiyyə orqanları, informasiya sistemlərinin operatorları, elmi tədqiqat təşkilatları, sahibkarlıq subyektləri, qeyri-kommersiya təşkilatları və əhali tərəfindən istehsal olunan məkan verilənlərinin müxtəlifliyinin, həcmnin və heterogenliyinin böyük sürətlə artmasıdır. Nəticədə GIS-lər də Big data mərhələsinə daxil olur [7].

Böyük geoməkan verilənləri ənənəvi geoinformasiya sistemlərinin imkanlarını aşan məkan verilənləri toplularına aiddir. Böyük həcmli verilənlərin toplanması, heterogen verilənlərin inteqrasiyası və intensiv GIS hesablamaları ilə əlaqəli problemləri ənənəvi platformaların köməyi ilə həll etmək çətindir [8]. Buna görə Big data mühitində yeni və etibarlı geoməkan verilənlərini əldə etmək, onları digər verilənlərlə əlaqələndirmək və geniş ictimaiyyətə təqdim etmək üçün yeni texnologiyaların yaradılması zəruridir. Bu istiqamətdə son onillikdə xeyli elmi-praktiki tədqiqatlar aparılmışdır və onların analizi, ümumiləşdirilməsi, onların məhdudiyətlərinin aşkarlanması və perspektiv tədqiqat istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi aktual məsələdir.

Bu məqalədə böyük həcmli geoməkan verilənlərinin gətirdiyi imkanlar və problemlər araşdırılır.

Geoinformasiya sistemlərinin ümumi xarakteristikası

İnformasiya sistemləri nəzəriyyəsi baxımından GIS – məkan verilənləri ilə işləməyə imkan verən informasiya sistemlərinin böyük bir sinfidir. GIS-lərə müxtəlif bucaqlardan: texniki, metodoloji, resurs, istehsalat və s. baxmaq olar. GIS-in əsas komponentləri məkan verilənləri, bu verilənləri emal etmək üçün aparat və proqram təminatı, metodlar və insanlardır. GIS-in nüvəsini proqram təminatı və aparat platforması təşkil edir.

Geoməkan verilənlərinin təsviri modelləri. Günümüzdə məkan verilənləri təkcə Yer səthindən deyil, Mars və Ay səthlərindən də götürülür və analiz edilir (müvafiq sahə planetar geodeziya adlanır). Buna görə, verilənlərin Yərə aid olduğunu göstərmək üçün geoməkan verilənləri termini işlədilir. Geoinformasiya sistemlərində məkan obyektləri haqqında bir neçə növ verilənlər saxlanılır [6]:

Məkan verilənləri – obyektlərin yerləşmə yeri və həndəsəsi barədə informasiya saxlayırlar.

Atribut verilənləri – obyektlərin kəmiyyət və keyfiyyət xassələrini təsvir edirlər.

Metaverilənlər – adətən, verilənlərin özləri haqqında məlumatlardır, məsələn, verilənlərin mənbəyi, verilənlərin əldə edilməsi metodları və s.

Məkan verilənləri rastr və vektor formada əldə edilir və emal olunur. Bundan başqa, hazırda məkan nöqtələri buludu və ya radar interferometriyası verilənləri kimi verilənlərin tamamilə yeni tipləri meydana çıxmışdır, onları zəif strukturlaşdırılmış verilənlər siniflərinə aid etmək olar.

Geoməkan verilənləri – müəyyən “məkan”, “zaman” və “mövzu” strukturuna malik olan və müəyyən məkanın özü və ya onun üzərində yerləşən obyektləri, məkan hadisələrini, münasibətlərini və proseslərini təsvir edən verilənlərdir. Geoməkan verilənləri müxtəlif prosesləri və situasiyaları modelləşdirməyə, adekvat qərarlar qəbul etməyə, struktur bölmələri arasında müxtəlif qarşılıqlı əlaqələri təşkil etməyə və optimallaşdırmağa, statistik verilənlərin analizini aparmağa və bir çox digər məsələləri həll etməyə kömək edir.

GIS proqram təminatı. Hazırda GIS bazarında 100-dən çox kommersiya sistemi və 300-dən çox pulsuz yayılan proqram təminatı var. ArcGIS, ArcInfo, MapInfo və AutoCAD geniş yayılmış kommersiya proqram təminatıdır. Qeyd edək ki, açıq kodlu proqram təminatının funksionallığı son dövrlər kəskin artmışdır və onlardan bəziləri (məs., QGIS) bir sıra aspektlərdə ESRI ArcGIS kimi bazarın lideri ilə rəqabətə girə bilər [6]. Bir sıra açıq kodlu proqram təminatı layihəsi ABŞ Milli Elm Fondu (National Science Foundation, NSF) tərəfindən maliyyələşdirilir (məs., CyberGIS) [9].

Hazırda açıq kodlu geoinformasiya sistemlərinin inkişafı sahəsində işləri koordinasiya edən bir neçə böyük GIS-layihə mövcuddur. Onlardan ən məşhurları olan OGC (Open Geospatial Consortium) açıq standartların işlənməsi, OSGeo (Open-Source Geospatial Foundation) isə açıq kodlu geoinformasiya proqram təminatının işlənməsi ilə məşğul olurlar.

Məkan verilənləri infrastrukturu. Məkan verilənlərinin əlyətərliyinin təmin edilməsi, onların varlığı barədə istifadəçilərin məlumatlandırılması, müəyyən ərazidə baxılan mövzu üzrə verilənlərin axtarışı, verilənlərin təqdim edilməsi və verilənlərin inteqrasiyası problemləri məkan verilənləri infrastrukturunun yaradılması ilə həll edilir. Bu termin ilk dəfə 1993-cü ildə ABŞ-da təklif edilmişdir [10]. Məkan verilənləri infrastrukturu (MVİ) – geoinformasiya resurslarının əlyətərliyini və mübadiləsini təmin etmək üçün baza məkan verilənlərinin, metaverilənlərin, geoinformasiya mənbələrinin, müvafiq standartların və insan resurslarının sistemidir. Qlobal, regional və milli MVİ fərqləndirilir. Məkan məlumatlarının e-hökumətdə operativ və şəffaf qarşılıqlı əlaqənin təmin edilməsində xüsusi rolu var və idarəetmənin səmərəliliyinə təsir edən amillərdən biridir. Buna görə milli MVİ bir çox dövlətdə e-hökumət strategiyasının ayrılmaz tərkib hissəsidir [11]. 1990-cı illərdən bu günə 120-dən çox ölkədə milli MVİ yaradılıb və geniş istifadə edilir. Avropa ölkələrində bu işlər INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) layihəsi çərçivəsində həyata keçirilmişdir [12].

Müxtəlif mənbələrdən alınmış məkan verilənlərinin inteqrasiyası və mübadiləsi üçün GIS veb servislər əsasında reallaşdırılır. Buna görə də MVİ-nin əsas elementi geoportaldır [13].

Geoportal. Geoportal – veb-servislər vasitəsilə geoməkan verilənlərinə və əlaqəli geoinformasiya xidmətlərinə giriş üçün istifadə edilən veb portalıdır. Geoportalın əsas vəzifəsi – məkan verilənlərinin saxlanması, nəşri və yüklənməsi, metaverilənlər üzrə axtarış, interaktiv veb-vizuallaşdırma, kartoqrafik veb-servislər əsasında geoverilənlərə birbaşa giriş üçün istifadəçinin vasitələrlə və servislərlə təmin edilməsidir [13].

Geoportalların yaradılması üçün ESRI şirkətinin ArcGIS server məhsulu daha çox istifadə edilir. Bəzi portallar açıq ilkin kodlu geoinformasiya platformalarına (məs., QGIS) əsaslanır [6].

Geoportalda “verilənlər→xidmət” sxemi üzrə işləyən kraudsorsinq prinsipini reallaşdırmaq olar [14]. Başqa sözlə, geoportalın istifadəçisi öz geoverilənlərini təqdim edir və çıxışda tədqiq olunan obyektin xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq formalaşdırılan hazır nəticəni alır. [15]-də geoportalların yaradılmasının müxtəlif sxemlərinə baxılır və onların işinə aid nümunələr verilir.

Geoinformasiya sistemlərinin tətbiq sahələri. GIS-in əsas təyinatı müxtəlif səviyyəli idarəetmə qərarlarının qəbulu üçün ərazi və ərazidəki obyektlər haqqında geoməkan verilənlərinin toplanması, emalı, analizi və vizual təqdim edilməsidir. GIS tətbiqinin bütün sahələrini sadalamaq, sadəcə, mümkün deyil. Bu sistemlər, demək olar ki, insan fəaliyyətinin hər bir sahəsində tətbiq tapa bilər.

GIS ərazinin və onun üzərindəki obyektlərin uçotu və idarə olunmasının həyata keçirildiyi bütün sahələrdə effektiv tətbiq edilir. Bunlar idarəetmə orqanlarının praktiki olaraq bütün fəaliyyət sahələrini əhatə edir: torpaq ehtiyatları və daşınmaz əmlak obyektlərinin uçotu və rəşional istifadəsinin təkmilləşdirilməsi, ərazilərin, sənaye sahələrinin və ya istehsalın inkişafının elmi əsaslandırılmış perspektiv və operativ planlaşdırılması və layihələndirilməsi, nəqliyyatın idarə edilməsi, mühəndis kommunikasiyaları, kommunal və sənaye infrastrukturu, biznesin inkişafı, hüquq-mühafizə və təhlükəsizliyin təmin edilməsi, fəvqəladə hallarda operativ idarəetmə, demografiya və əmək resurslarının tədqiqi, ərazilərin ekoloji, iqtisadi, siyasi, sosial, mədəni, səhiyyə, təbii ehtiyatlar və s. vəziyyətinin monitorinqi, analizi, proqnozlaşdırılması və qiymətləndirilməsi və s.

Geoinformasiya sistemlərinin təkamülü

Geoinformatika öz başlanğıcını 1950-ci illərin sonlarından götürən nisbətən yeni bilik sahəsidir. Altmış il ərzində müstəqil sahələr kimi fəaliyyət göstərən geoinformasiya elmi və texnologiyalarının yaranmasına imkan verən bir neçə mərhələ keçilmişdir. Adətən, geoinformasiya sistemlərinin və texnologiyalarının inkişafının dörd dövrünü ayırırlar [6]: pioner, dövlət dəstəklı, kommərsiyalaşma və kütləvi.

Pioner dövrü (1960-1975-ci illər) – GIS yaradılması sahəsində bilik və təcrübənin toplanması ilə xarakterizə olunur. GIS verilənlər bazalarını idarəetmə texnologiyaları,

avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri və maşın qrafikasının qovşağında meydana çıxıb. Geoinformatikanın formalaşması və inkişafında bir sıra ölkələrin müdafiə nazirliklərinin ənənəvi topoqrafik xəritələrin rəqəmsal formaya keçirilməsi probleminin həlli üzrə səyləri əhəmiyyətli rol oynamışdır. Bundan əlavə, mülki təyinatlı ilk geoinformasiya sistemləri Kanada və İsveçdə yaradılmışdı.

GİS-ə aid bir çox vacib ideyalar Harvard kompüter qrafikası və məkan analizi laboratoriyasında (1965-1991-ci illər) meydana çıxmışdı. Laboratoriyanın SYMAP, SYMVU, GRID, CALFORM və POLYVRT kimi proqram məhsulları sahənin inkişafına böyük təsir göstərmişdir. Odissey layihəsi çərçivəsində laboratoriyada yaradılmış coğrafi informasiya sistemi inteqrasiya olunmuş kartoqrafiya sistemlərinin inkişafında mühüm mərhələ olmuşdur. Qeyd edək ki, 1964-cü ildə yaradılmış SYMAP sisteminin müəllifləri tərəfindən hazırda GİS sahəsində ən məşhur olan ESRI və İntergraph şirkətlərinin əsasını 1969-cu ildə qoymuşdular.

Dövlət dəstəklə dövr (1970-1980-ci illər) – bu dövrdə kompüter texnikasının və proqram təminatının qiyməti yüksək olduğundan dövlət dəstəyi və mərkəzləşdirilmiş maliyyəsi olan layihələr inkişaf etdi.

1980-ci illərdə GİS dinamik inkişaf etməyə başladı. 1980-ci illərin ortalarında dünyada artıq 500-dən çox GİS istifadə edilirdi. Həll edilən məsələlərin dairəsi də xeyli genişlənməmişdi.

1980-ci illərin sonunda qlobal geoinformasiya sistemləri və məkan məlumatları yaradılmağa başladı [16]: UNESCO-nun himayəsi altında qlobal təbii ehtiyatlar bazası GRID, 1:1 000 000 miqyasda qlobal rəqəmsal baza-xəritəsi, Avropa Birliyinin CORINE geoinformasiya sistemi və s.

Kütləvi dövr (1990-cı illərdən başlayaraq) – əsas xüsusiyyəti kütləvi istifadəçi üçün GİS-in əlyətərliyi. Əvvəllər GİS yalnız bahalı avadanlıqları olan iri şirkətlər və universitetlərə əlyətər idi. Hazırda fərdi kompüterləri və ya noutbuku olan hər kəs GİS tətbiqlərindən istifadə edə bilər. Vaxt keçdikcə, GİS tətbiqlərinin istifadəsi də asanlaşdı – əvvəllər uzunmüddətli təlim tələb olunurdu, lakin indi hər kəs gündəlik ehtiyacları üçün GİS-dən istifadə edə bilər.

Hazırda GİS və İnternet texnologiyalarının sıx inteqrasiyası müşahidə edilir ki, bu da istifadəçilərə bütün dünya üzrə məkan məlumatları təqdim edən veb sistemlərin meydana çıxmasına səbəb olur, bunun ən yaxşı nümunəsi Google Maps sistemidir [17]. Mobil cihazların və əlaqəli əməliyyat sistemlərinin inkişafı ilə planşet və smartfonlar üçün də GİS-lər yarandı.

2000-ci illərdən başlayaraq geoinformasiya texnologiyaları İnternetə miqrasiya edir və onların praktiki istifadəsi kartoqrafik və geoinformasiya xidmətləri göstərən geoportallar şəklində genişlənir. Veb – GİS üçün ideal platformadır [18]. Bu texnologiyalar təmin etdikləri imkanları təbii şəkildə birləşdirməklə və tamamlamaqla bir-birinə çox uyğun gəlirlər. Yaxın zamanlara kimi GİS xidmətlərinə əsasən mütəxəssislər müraciət edirdilər. Veb bu məhdudluğu aradan götürür və GİS funksiyalarını bütün insanlara əlyətər edir. Hazırda GİS-in vebdə istifadəsi informasiya texnologiyalarının sürətlə inkişaf edən sahələrindən biridir.

Geoinformasiya sistemlərində Big Data mənbələri

Big Data anlayışı üçün müxtəlif təriflər mövcuddur. İlk tərif bu verilənlərin “3V” adlanan xarakteristikalarını təsvir edir: Volume (Həcm), Velocity (Sürət) və Variety (Müxtəliflik). Verilənlərin keyfiyyəti əsasında IBM dördüncü V-ni əlavə etmişdir: Veracity (Doğruluq). Oracle Big Data-nın gətirdiyi dəyəri nəzərdə tutaraq daha bir V əlavə etmişdir: Value (Dəyər) [7].

Volume (Həcm) – Big Data həcmının böyük olmasına görə ənənəvi üsullarla emal mümkün olmayan verilənlərdir.

Velocity (Sürət) – həm yeni verilənlərin yaranması sürəti, həm də verilənləri emal sürəti nəzərdə tutulur.

Variety (Müxtəliflik) – emal edilən verilənlərin tiplərinin müxtəlifliyi: strukturlaşdırılmış, yarım-strukturlaşdırılmış, strukturlaşdırılmamış verilənlər nəzərdə tutulur.

Veracity (Doğruluq) – verilənlərin keyfiyyəti və mənbəyi nəzərdə tutulur.

Value (Dəyər) – Zəruri, qiymətli informasiyanın tapılması üçün çox böyük həcmdə verilənləri emal etmək lazım gəlir.

“Big Data texnologiyaları böyük dəyər əldə etmək üçün olduqca müxtəlif mənbələrdən çox böyük həcmdə verilənləri yüksək sürətlə toplamağa və analiz etməyə və bu zaman avtomatik keyfiyyət nəzarəti ilə onların doğruluğunu təmin etməyə imkan verən texnologiyaların və arxitekturaların yeni nəslidir [7].”

Adətən, böyük həcmli geoməkan məlumatları yerölçmə (geodeziya), məsafədən tədqiqat (ing. remote sensing) və fotoqrammetriya [19] istifadə etməklə, son dövrlər isə lazer skanlama [20], mobil xəritə, geosensorlar, geoteqli veb kontent [21], könüllü coğrafi məlumatlar (ing. volunteered geographic information, VGI) [14], qlobal naviqasiya peyk sistemi (Global Navigation Satellite System, GNSS) ilə izləmə [22] yolu ilə toplanır. Geoməkan Big data böyük (həcmli), heterogen (müxtəliflik), real vaxtda emal (sürət), uyğunsuzluq (dəyişkənlik) və bunların nəticəsində dəyişən keyfiyyət (doğruluq) xüsusiyyətlərinə malikdir.

Hazırda GIS-in inkişafında Yer in sünü peykləri, təyyarələr və pilotsuz uçuş aparatları (PUA) ilə məsafədən tədqiqi əhəmiyyətli rol oynayır [23]. Yer in məsafədən tədqiqi sistemlərinin intensiv inkişafı məkan verilənləri axınlarının kəskin artmasına gətirir. Müxtəlif ölkələr tərəfindən 300-ə yaxın kosmik aparat buraxılmışdır, onlar Yer səthinin vəziyyəti barəsində müxtəlif informasiya təqdim edirlər. Peyk, təyyarə və PUA vasitələrindən stereoskopik şəkillər, LiDAR (ing. Light Detection And Ranging) və interferometrik radar təsvirləri əldə olunur; onların hər birinin öz formatı var və onları şərti olaraq multi, hiperspektral və radar verilənlərinə bölmək olar [19, 20].

Big data dövründə geoinformasiya əldə etmək üçün istifadə edilən cihazların dairəsi ənənəvi xüsusi kosmik-hava-yer sensorlarından Əşyaların İnterneti, məsələn, vebkamera və smartfonlar ilə milyardlarla adi sensorlara qədər genişlənir. Smartfonlar hazırda rabitə, naviqasiya, mövqeləşdirmə (GPS), foto/video görüntüləmə və genişzolaqlı məlumat ötürmə funksiyaları ilə mükəmməl məkan-zaman verilənləri sensoru rolunu oynayır.

Geoinformasiya sistemlərinin yaradılması üçün verilənləri tətbiqi elmlərdən (geologiya, geofizika, geokimya) əldə etmək olar.

Sosial media məkan verilənlərinin yeni formalarının mənbəyinə çevrilir (məs., geoteqləmə vasitəsilə). Geoteqləmə – müəyyən informasiya resurslarına onları xarakterizə edən coğrafi metaverilənlərin (məs., GPS-koordinatların) birləşdirilməsi prosesidir. Daha çox fotosəkil (və sosial media) kontekstində məşhurdur. Bu prosesi avtomatik (GPS-li fotoaparat, mobil telefon və s.) və ya əl ilə etmək olar.

Hər yerdə olan bu sensorlar geoinformatikanın verilənləri toplama qabiliyyətini böyük dərəcədə artırır. Big data geoməkan verilənlərinin daha geniş yayılmasına və Əşyaların İnterneti vasitəsilə yeni verilənlər mənbələrindən faydalanaraq Rəqəmsal Yerə doğru genişlənməsinə imkan verir [24].

GIS-in əhatə etdiyi predmet sahələrinin çoxyönlü olması geniş ictimaiyyətin bu texnologiyaların verdiyi imkanlara marağının artmasına səbəb olur. GIS sahəsində peşəkar olmayan daha çox insan coğrafi məlumatların toplanması prosesinə cəlb olunur və bu hərəkətə VGI adı verilmişdir [14]. Bu prosesi GPS cihazlarının, mobil telefonların, rəqəmsal kameraların, iPodların və bənzər cihazların yayılması da asanlaşdırır. Nəticədə milyardlarla insan-“sensor” – geoməkan verilənlərinin real mənbələri və eyni zamanda, istehlakçıları meydana çıxır.

Qlobal mövqeləndirmə sistemi (GPS)

Yer ilə bağlı böyük həcmli verilənlər vahid istinad koordinasiya sisteminə əsaslanmalıdır, əks halda verilənlər faydasız ola bilər, çünki ayrı-ayrı hissələr bir-biri ilə uzlaşmaya bilər. Son vaxtlara qədər yerləşmə yerini dəqiq təyin etmək üçün əlverişli və universal bir yol yox idi. Qlobal mövqeləndirmə sisteminin (Global Positioning System, GPS) yaradılması bu sahədə kardinal dəyişiklik etdi [25].

GPS – dünyanın istənilən nöqtəsində koordinatların avtomatik müəyyən olunmasına imkan verən peyk sistemidir. GPS ümumi şəbəkədə birləşdirilmiş müəyyən sayda Yer in sünü peyklərindən və yerüstü izləmə stansiyalarından ibarətdir. GPS-in iş prinsipi koordinatları dəqiq məlum olan bir neçə naviqasiya peykinə qədər olan məsafələrə görə obyektlərin yerinin təyin edilməsinə əsaslanır. GPS vasitəsilə hərəkət edən obyektin koordinatlarını, sürətini və hətta hərəkət istiqamətini təyin etmək mümkündür.

Hazırda NAVSTAR GPS (ABŞ), ГЛОНАСС (Rusiya), Galileo (Avropa İttifaqı), BeiDou-3 (Çin) global naviqasiya peyk sistemləri geniş istifadə edilir, QZSS (Quasi-Zenith Satellite System, Yaponiya) və NAVIC (Navigation with Indian Constellation, Hindistan) isə yaradılma mərhələsindədir [25].

Əlaqədar işlərin analizi

Big data bazasında yeni nəsil GIS – BigGIS yaradılması üçün tətbiq oluna bilən mövcud əməliyyat sistemi freymvorkları və yanaşmaları [26]-da qiymətləndirilir, BigGIS-in WebGIS, CloudGIS və CyberGIS ilə ortaq texnoloji aspektləri göstərilir və onun inkişafı üçün əsas məqamlar vurğulanır. Məqalənin nəticələri kritik problemləri aşkarlamağa və yeni nəsil GIS üçün gələcək tədqiqat planlarını müəyyən etməyə kömək edə bilər.

Big data mühiti GIS üçün yeni unikal imkanlar təqdim edir, GIS-in genişlənmə istifadəsi isə bir çox texniki, sosial və təhsil məsələlərini gündəmə gətirir. [8]-də Big Data və GIS-in birləşməsi araşdırılır və Big Data-nın GIS haqqında yeni düşüncəni stimullaşdırması, yeni tədqiqat istiqamətləri, yeni alətlər və məhsullar üçün imkanlar yaratmasının bəzi yolları göstərilir.

Bulud hesablamaları və Big data xəritə və GIS məlumat kitabxanaları üçün yeni imkanlar və çağırışlar, dramatik dəyişikliklər gətirir. [27]-də xəritə və GIS məlumat kitabxanalarının gələcəkdə verilənləri toplamaq, hazırlamaq və xidmətlər təqdim etmək üzrə öz əsas funksiyalarını necə yerinə yetirəcəkləri araşdırılır. Müəlliflər ümid edir ki, bu cür analizlər müvafiq sahədə müzakirələrə səbəb olacaq, tədqiqat və tətbiqin növbəti böyük mərhələsini stimullaşdıracaq.

Şəhər mühitində böyük həcmli məkan-zaman verilənlərinin meydana çıxması zaman coğrafiyası araşdırmalarına marağı yenidən canlandırır. Məkan-zaman verilənlərinin həcmində, müxtəlifliyində və intensivliyində sürətli artım zaman coğrafiyası obyektlərinin təsvir olunması və hesablanması baxımından əhəmiyyətli problemlər yaradır. Bu problemləri həll etmək üçün [28]-də məkan-zaman verilənləri modeli təklif olunur. Təklif olunan model CRL (ing. compressed linear reference – sıxılmış xətti istinad) üsuluna əsaslanır, bu üsul üçölçülü (x, y, t) fəzasında şəbəkə zaman coğrafi obyektlərini ikiölçülü CLR məkanına çevirir. Bu modelin köməyi ilə şəbəkə zaman-coğrafi obyektlərini klassik məkan verilənləri bazalarında saxlamaq və idarə etmək olar.

COVID-19 pandemiyası ilə mübarizədə GIS və Big data texnologiyaları bir çox aspektdən, o cümlədən bir neçə mənbədən böyük həcmli verilənlərin sürətli toplanması, epidemiyaya məlumatlarının sürətli vizuallaşdırılması, təsdiqlənmiş halların məkan izlənməsi, epidemiyaya riskinin regional proqnozlaşdırılması və qarşısının alınması səviyyəsi, maddi resurslara olan tələb və təklifin idarə edilməsi və s. cəhətdən mühüm rol oynamışdır. Bunlar qərar qəbul etmək, tədbirləri formalaşdırmaq və COVID-19-un profilaktikası və nəzarətinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün etibarlı geoinformasiya dəstəyi təmin etmişdir [29].

Böyük məkan verilənləri sahəsində ən son işlər [30]-də yanaşma, arxitektura, dil, indeksləmə, sorğuların emalı və vizuallaşdırma kimi altı fərqli komponentə görə nəzərdən keçirilir. Bunlar böyük məkan verilənlərini səmərəli idarə etmək üçün bir sistemdə dəstəklənməsi lazım olan əsas funksiyalar və komponentlərdir. Hər bir komponent təfərrüatı ilə təsvir edilir, mövcud işlərdə necə tətbiq olunduğuna dair nümunələr verilir və bu sahədəki açıq tədqiqat problemləri vurğulanır.

Böyük məkan vektor verilənlərinin (big spatial vector data, BSVD) idarə edilməsi də böyük çətinliklər yaradır. Son illərdə BSVD-nin emalını yaxşılaşdırmaq üçün həm akademiya, həm də sənaye tərəfindən çox sayda yeni konsepsiya, paralel alqoritm, emal alətləri, platformalar və

tətbiqlər təklif edilmiş və inkişaf etdirilmişdir. BSVD-ni daha yaxşı başa düşmək və dəyərindən səmərəli istifadə etmək üçün [31]-də BSVD üçün verilənlərin idarə edilməsi sahəsində son tədqiqat işlərini araşdıran bir icmal təqdim olunur.

Ağıllı şəhərlər kontekstində ən müasir texnologiyalardan və tətbiqlərdən istifadə edərək [32]-də üç ağıllı şəhər nümunəsi hazırlanmışdır. Şəhər üçün səhiyyə resurslarının inventarlaşdırılması və tibbi məlumatların real vaxtda inteqrasiyası və bir çox şəhər agentliyindən alınan məlumatların koordinasiyası üçün həllər yaradılmışdır. Verilənlər toplanaraq insanların, xidmətlərin və aktivlərin real vaxt monitorinqi, hadisələrin və ya fəaliyyətlərin analizi üçün bir çox vizual görüntü ilə operativ əməliyyat panelində göstərilir. Bunlar direktiv orqanlara idarəetmə strategiyalarını real vaxt rejimində tənzimləməyə imkan verir və eyni zamanda, vətəndaşların fəvqəladə hallar və digər şərait barədə situasiya məlumatlılığını təmin edə bilər.

3D rəqəmsal şəhərin sürətli inkişafı ilə tədqiqatlar 3D şəhər modellərinin yaradılmasından və geo-verilənlər bazalarının qurulmasından 3D geoverilənlər bazalarının dəstəklənməsinə və xidmətlərinə keçir. Həmçinin verilənlər bazalarının hadisələrlə idarə edilən məkan-zaman modelləri də vardır [33], burada keçmişdən və indidən olan 3D şəhər modelləri əvvəlcədən müəyyən edilmiş hadisələrin dəyişməsi ilə əlaqəli vəziyyətin təsviri ilə bağlıdır.

Son illər səlahiyyətli geoinformasiya agentlikləri dövlət qərarlarının qəbulunu və geoməkan informasiyasının mübadiləsini dəstəkləmək üçün geoməkan informasiya platformaları yaratmışlar. Lakin geoməkan verilənlərin həcmnin və tətbiqlərin artması ilə ənənəvi GIS platformaları böyük həcmli verilənlər, intensiv hesablamalar, eynizamanlı iş, tətbiqlərin intensiv istifadəsi kimi ciddi problemlərlə qarşılaşır. Bulud hesablamaları texnologiyaları bu problemlərin həlli üçün uyğun həllər təklif edirlər. [34]-də məkan-zaman bulud platformasının qurulması təklif edilir, platforma təsvir verilənlərinin idarə edilməsi üçün HDFS (Hadoop Distributed File System) əsasında paylanmış saxlama sxemi və yüksək məhsuldarlıqlı geoməkan analizi üçün MapReduce əsasında hesablama xidməti, həmçinin veb müştərilərin sürətli girişi və vizuallaşdırma üçün avtomiyasılama alqoritmlərinin optimallaşdırılması istifadə edilir. GIS-in bir neçə tətbiqi nümayiş etdirilir və HDFS ilə geoverilənlər bazasının (məsələn, Oracle məkan verilənləri bazası, ArcGIS SDE geoverilənlər bazası və s.) inteqrasiyası reallaşdırılır.

CyberGIS verilənlər əsasında biliklərin kəşfində, vizual analitikada, kollektiv problem həlli və qərar qəbulunda görünməmiş inkişafa imkan yaradan yeni nəsil GIS kimi meydana çıxmışdır [9]. CyberGIS multidissiplinar sahədir, qabaqcıl kibernetika, geoinformasiya elmi və sistemlərini, məkan analizi və modelləşdirməsini və bir sıra geoməkan sahələrini birləşdirir. Müxtəlif geoməkan icmalarının fərqli tədqiqat və təhsil məqsədlərinə xidmət etmək üçün üç açıq proqram təminatı strategiyası – açıq giriş, ilkin kod və inteqrasiya [9]-də təsvir edilir.

Geomatika və geoinformatika yaxın mənaları bildirən anlayışlardır. Geomatikanın yeddi yeni xüsusiyyətinə (sensorların hər yerdə istifadəsi, çoxölçülü dinamika, şəbəkələşmə vasitəsilə inteqrasiya, real vaxtda tam avtomatlaşdırma, məsafədən tədqiqatla tanıma, kraudsoursinq və könüllü geoinformasiya və xidmət yönümlü elm) [35]-də baxılır və inteqrasiya olunmuş kosmik-hava-yer geoməkan şəbəkələrinin qurulmasında müvafiq kritik texniki problemləri əhatə edir.

Paralel GIS-lər sahəsindəki mövcud vəziyyət paralel GIS arxitekturaları, paralel emal strategiyaları, məkan verilənlərinin dekompozisiyası strategiyaları və xüsusi paralel GIS alqoritmləri baxımından [36]-də araşdırılır. Paralel GIS arxitekturasının ümumi təkamülü yüksək məhsuldarlıqlı hesablama klasteri və Hadoop klasteri əsasında iki GIS arxitekturası üzrə təqdim edilir.

Verilənlərin növləri, saxlama modelləri, konfidensiallıq, verilənlərin təhlükəsizliyi, analiz metodları və şəbəkə böyük verilənləri ilə əlaqəli tətbiqlərdəki son araşdırmalar [37]-də nəzərdən keçirilir, mövcud və gələcək tendensiyaları proqnozlaşdırmaq üçün Big data problemləri və inkişafı ümumiləşdirilir.

GIS və böyük məkan verilənlərinin istifadəsini daha yaxşı başa düşmək üçün [38]-də kompleks taksonomiya yaradılmışdır. Taksonomiya Big data texnologiyaları, GIS verilənlərinin mənbələri, alətlər, GIS analitikası və GIS tətbiqlərini əhatə edir. Müəlliflər GIS tədqiqatçılarını

yönləndirmək üçün əhəmiyyətli tədqiqat səyləri tələb edən problemləri nəzərdən keçirir və GIS-də gələcək araşdırmalar tələb edən açıq məsələlərin qısa icmalını verirlər.

Bulud GIS-lər geoməkan verilənlərinin analizi, emalı və ötürülməsi üçün alət kimi meydana çıxmışdır. Duman hesablamaları – müştəri sərhəddində duman qurğularının buraxma zolağını artırmağa və gecikməni azaltmağa kömək edən paradıqmadır. Geoməkan verilənlərinin intellektual analizi üçün duman hesablamaları əsasında FogGIS adlı freymvork [39]-də işlənmişdir. Nəticələr göstərir ki, duman hesablamaları geoməkan verilənlərinin analizi üçün böyük perspektivlər açır. Verilənlərin buluda ötürülməsini azaltmaq üçün bir neçə açıq kodlu sıxma metodu istifadə edilmişdir.

Tədqiqatçılar böyük geoməkan verilənlərinin dəyərini artırmaq və bu dəyərdən faydalanmaq üçün böyük səylər göstərirlər. Geoməkan verilənləri analitikası, xüsusilə də real zaman və ya dinamik verilənlərin interaktiv analitikası sahəsində hazırkı tədqiqat fəaliyyətləri [40]-də təqdim edilir. Böyük geoməkan verilənləri analitikasının vacibliyini və üstünlüklərini göstərmək üçün bir neçə tematik tədqiqat işinə, o cümlədən mobil cihazlar vasitəsilə insanların mobilliyini izləmək üçün yeni platformalara baxılır.

Mövcud nəzəriyyə və metodların meydana çıxan böyük geoməkan verilənləri ilə işləyə biləcəyini müəyyənləşdirmək üçün mövcud metodlar [1]-də yenidən nəzərdən keçirilir. Bundan başqa, məqalədə mövcud işlərlə əlaqəli əsas problemlər və məsələlər ümumiləşdirilir, yaxın gələcəkdə inkişaf etdirilməli olan mövzular tövsiyə olunur.

Big data mühitində relyasyon verilənlər bazaları idarəetmə sistemləri (RDMS), böyük verilənlərin saxlanması və sorğulara davamlı artan tələbləri ödəməkdə qeyri-kafi hesab edilir. Həm də RDMS strukturlaşdırılmamış verilənlərlə işləyərkən də problemlərlə üzləşir. Sadəliyi, miqyaslanması və yüksək məhsuldarlığına görə NoSQL (Not only SQL) verilənlər bazaları Big data tətbiqlərində getdikcə geniş istifadə edilir. Ən populyar 10 NoSQL verilənlər bazasında müasir geoməkan verilənlərinin emalı [41]-də nəzərdən keçirilir. Ədəbiyyatın analizi və icmalı göstərir ki, sənəd verilənlər bazaları (məs., CouchDB, MongoDB, XML database) digər NoSQL verilənlər bazalarına nisbətən böyük həcmli geoməkan verilənlərinin emalı üçün daha uyğun ola bilər. Lakin tətbiq ssenarilərindən asılı olaraq, qraf verilənlər bazaları (məs., AllegroGraph, Neo4J, InfiniteGraph), açar-qiyət (məs., Dynamo, Redis, Riak)) və geniş sütunlu verilənlər bazalarının (məs., Bigtable, Cassandra, HBase, Hypertable) öz üstünlükləri vardır.

Mobil kraudsensing üsulları ümumi maraq kəsb edən hadisələri tutmaq üçün istifadə edilə bilər. [42]-də, geoməkan verilənlərini səhiyyədə mürəkkəb kraudsensing (ing. crowdsensing) ssenarilərində çevik, səmərəli və miqyaslanan şəkildə emal etməyə imkan verən bulud Big Data tətbiqlərini və axın emalı konsepsiyalarını birləşdirməklə arxitektura təklif edilmişdir. Bu arxitektura müxtəlif səhiyyə ssenarilərində praktik və miqyaslanan kraudsensing platformalarını tətbiq etmək üçün bir təməl rolunu oynaya bilər.

“Açıq Hökumət” və “Açıq Məlumat” təşəbbüsləri çərçivəsində hazırlanmış məkan məlumatlarının elektron hökumət xidmətlərinin göstərilməsi zamanı istifadəsi son illərdə xeyli genişlənməmişdir. Məkan məlumatlarının bu praktik tətbiqlərinin daha yaxşı başa düşülməsi məkan məlumatlarının əlçatanlığını asanlaşdıran məkan məlumatları infrastrukturlarının səmərəli inkişafına kömək edir. Elmi məqalələrin xülasələri əsasında məkan məlumatlarının ən son tətbiqlərinin icmalı [43]-də təqdim edilir, Ekvador və Peruda məkan məlumatlarının tətbiqini araşdıran məqalələr nəzərdən keçirilir.

Geoməkan süni intellekti (geoAI) böyük geoməkan verilənlərindən bilik əldə etmək üçün geoinformatika sahəsindəki innovasiyaları, maşın təlimindəki süni intellekt metodlarını (məsələn, dərin təlim), verilənlərin intellektual analizini və yüksək məhsuldarlıqlı hesablamaları birləşdirən yeni elm sahəsidir. GeoAI-nin inkişaf edən və multidissiplinar sahəsini əhatə edən əsas konsepsiyaların ümumi icmalı [44]-də verilir, tədqiqatlardakı son geoAI tətbiqləri və ekoloji epidemiologiyada geoAI üçün potensial gələcək istiqamətlər göstərilir.

Qabaqcıl sənaye ölkələrində istehsal proseslərinin məhsuldarlığı əsas məsələdir və ağıllı istehsal və Sənaye 4.0 istehsalın rəqəmsal dəstəklənməsi üçün innovativ yollar təklif edir. Geoinformasiya elmi və texnologiyaları ağıllı istehsalda tətbiq olunur və [45]-də istehsal mühitinin daxili məkanını modelləşdirmək üçün geoinformatika metodlarının tətbiqi analiz edilir.

Geoməkan Big data analitikasına və real zamanda emalına aid çox sayda tədqiqat işlərinin olmasına baxmayaraq, onlardan yalnız bir neçəsi geoməkan Big data analitikası layihələrinin və geoməkan verilənləri elmi üzrə layihələrin həyat tsiklinə toxunur. [46]-da geoməkan verilənlər elmi layihələri üçün yeni geoməkan Big data analizi və maşın təlimi platforması təqdim olunur. Yeni platformanın tətbiq edilməsinin əsas motivləri böyük verilənlər analizinin problemlərini həll etməkdir.

Big Data mühitində GIS problemləri

Ənənəvi geoməkan informasiya platformaları dinamik və sürətlə generasiya edilən strukturlu, struktursuz və yarımstrukturlu verilənlər tiplərini idarə edir. Lakin verilənlərin həcmnin kəskin artması ilə aşağıdakı problemlər meydana çıxır:

(1) Böyük verilənlərin saxlanması və idarə edilməsi [46]: platforma həcmi yüzlərlə terabayt olan çoxtipli, çoxmiqyaslı, multi-resolution və müxtəlif zamanlı böyük geoverilənlər bazalarını idarə etməlidir, bu idarəetməni əhəmiyyətli dərəcədə mürəkkəbləşdirir. Böyük verilənlərin saxlanması üçün yüksək dərəcədə miqyaslı bilən saxlama qurğuları tələb edilir, onlar sorğunu yerinə yetirmək üçün asanlıqla böyüyə və xərcləri minimuma endirmək üçün asanlıqla kiçilə bilməlidirlər. Bundan əlavə, platforma vasitəsilə müxtəlif tətbiqi sistemlər arasında məlumat inteqrasiyasını həyata keçirmək üçün 2-ölçülü (2D), 3-ölçülü (3D) və 4-ölçülü (4D, 3D + zaman) məlumatların vizuallaşdırılmasına ehtiyac vardır. 2D və 3D təsvir nisbətən sadədir, çünki metodlar daha yetkindir. Zaman ölçüsü əlavə olunduğundan, 4D verilənləri vizuallaşdırmaq çətindir. Bu səbəbdən böyük məlumatların necə effektiv şəkildə işlənməsi, saxlanması, idarə olunması və vizuallaşdırılması mövcud platforma üçün ciddi problemlər yaradır.

(2) Yüksək məhsuldarlıqlı geoməkan analizi: Geoməkan analizi – obyektlərin yerləşməsi, strukturu, qarşılıqlı əlaqəsi və s. kimi məsələlərin analizini nəzərdə tutur. Böyük həcmli geoməkan verilənlərindən hadisələrin və onların atributlarının məkan qanunauyğunluqlarını aşkarlamaq üçün məkan statistik analizi, məkan verilənlərinin intellektual analizi metodları, məkan maşın təlimi metodları və digər məkan metodları istifadə edilə bilər. Bütün məkan analizi eyni anda aparıldıqda, böyük hesablama yükü yaranır. Hazırda əsas məkan verilənlərinin yenilənmə dövrü tədricən qısalar və bazanı yeniləmək üçün hər növ sensordan alınan yeni verilənlər yüklənməlidir, buna görə də verilənlərin emalı üzrə iş yükü artır. GIS veb saytında dərc olunmuş xəritə xidmətini yeniləmək üçün ən son geoverilənlər bazası tətbiq olunur. Xəritə xidmətini yeniləmək üçün kartoqrafik verilənlər mozaik xəritələrə bölünməlidir. Bu çox vaxt aparan prosesdir və intensiv hesablamalara ən tipik misaldır. Buna görə də, intensiv hesablamalar problemini həll etmək lazımdır.

(3) Böyük sayda paralel giriş: GIS platformasının yaradılmasında əsas məqsəd müxtəlif dövlət idarələrinin, özəl strukturların və vətəndaşların geoinformasiya mübadiləsinə kömək etməkdir. Platformaya daxil olaraq istifadəçilər qiymətli kartoqrafik xidmətləri və məkan analizi xidmətləri əldə edə bilərlər. Bununla birlikdə, platformada işləyən tətbiqlərin sayının bir neçə dəfə artması ilə yüksək paralel giriş probleminin qarşısını almaq çətin olacaq. Mövcud platformada çox sayda paralel giriş olduqda istifadəçilər cavab almaq üçün çox gözləməli olurlar və bəzən istifadəçilər platformadan lazımi cavabı ala bilmirlər. Bu həm aparat, həm də proqram təminatının imkanlarında bəzi problemlərin olması ilə əlaqəlidir, məsələn, paralel girişlər yaddaşın çatışmamasına və yüksək CPU istifadəsinə səbəb ola bilər. Bəzi hallarda həddindən artıq paralel giriş sayı proqram təminatının işində çıxılmaz vəziyyətlər yarada bilər [47]. Bu problemlər ciddi miqyas alarsa, bütün platformanın çökməsinə səbəb olacaq. Platforma paralel giriş kimi məsələləri çox yaxşı həll edə bilmirsə, onda praktiki əhəmiyyətini itirəcək. Aydındır ki, yüksək paralel giriş platforma üçün həll edilməsi lazım olan başqa bir vacib problemdir. İnkişaf etməkdə olan bulud

hesablaması texnologiyaları və MapReduce mühiti ənənəvi məkan verilənləri platforması üçün etibarlı həllər təklif edə bilər.

GİS-lərdə informasiya təhlükəsizliyi problemləri

CİS-də informasiya təhlükəsizliyi anlayışı CİS verilənlər bazalarının təhlükəsizliyindən xeyli geniş sahələri əhatə edir. CİS verilənlərinin xeyli hissəsi həssas fərdi məlumatlardır, Big data texnologiyaları bu məlumatların təhlükəsizliyi məsələsini xüsusilə aktual edir. Bundan əlavə, məkan verilənlərinin konfidensiallığı da nəzərə alınmalıdır. Məsələn, Rusiya Federasiyasında 2 m-dən yüksək dəqiqliyə malik məkan təsvirləri məxfi, dəqiqliyi 2 m-dən 4 m-ə kimi olan təsvirlər isə xidməti istifadə üçün hesab olunur. Bundan başqa, geoinformasiya sistemləri sahəsində ölkənin geriliyi dövlət təhlükəsizliyinə təhdid faktoru kimi xarakterizə edilir. Nəhayət, bəzi ölkələrdə hələ soyuq müharibə dövründən GEOINT (GEOspatial INTelligence) kəşfiyyat xidmətləri fəaliyyət göstərir. Onların məqsədi şəkillərin və geoməkan informasiyasının istifadəsi və analizi əsasında Yerdə insan fəaliyyəti barədə informasiyanın əldə edilməsidir. CİS-lər GEOINT imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

Bundan əlavə, IP geolokasiya – IP ünvanına görə qurğunun coğrafi yerinin müəyyən edilməsi və geoteqləmə imkanlarının fərdi məlumatlara qarşı bədnəziyyətli istifadəsini də nəzərə almaq lazımdır. Geoteqləmə müəyyən yerlə əlaqələndirilən müxtəlif informasiyanın axtarışına kömək edə bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, GİS məlumatlarının toplanması, emalı və istifadəsi sahəsində bir sıra problemlər (qanunvericilik, təşkilati və s.) mövcuddur. Bəzən GİS-in inkişafını texniki deyil, daha çox təşkilati xarakterli problemlər ləngidir. Məkan məlumatlarının məhdudluğu, onun əhəmiyyətli hissəsinin konfidensiallığı da GİS-in inkişafını ciddi ləngidən səbəblərdir.

Ölkəmizdə fərdi məlumatlar sahəsindəki qanunvericiliyin təkmilləşdirilməsi və harmonizasiyası üzrə aparılan işlərdə GİS-lərin spesifik xüsusiyyət və tələblərinin də nəzərə alınması vacibdir.

Məkan verilənlərinin vahid milli sisteminin formalaşdırılması aktual məsələdir. Müxtəlif fondlarda toplanmış verilənlərin konsolidasiyası da olduqca zəruridir.

GİS verilənləri sahəsində intellektual mülkiyyət məsələlərinin tənzimlənməsi hələlik açıq qalır. Həmçinin verilənlərin satın alınması mexanizmləri də təkmilləşdirilməlidir.

GİS verilənlərinin real zamanda yenilənməsi üçün kraudsoursinq və “vətəndaşlar sensorlar kimi” (ing. citizens as sensors) tipli layihələrin həyata keçirilməsinə də ehtiyac vardır. Bəzi ölkələrdə GİS verilənlərinin vaxtında yenilənməsinə cavabdeh xidmətlər vardır.

Nəticə

Geoinformasiya sistemlərinin bu məqalədə aparılmış analizi onların əsas xüsusiyyətlərini və gələcək inkişaf istiqamətlərini aşkarlamağa imkan vermişdir. Müasir informasiya texnologiyalarının nailiyyətləri sayəsində geoinformasiya xidmətlərinin mahiyyəti, çeşidləri və miqyası köklü şəkildə dəyişmişdir. İnsanlar mobil xəritələrin köməyi ilə marşrutlar üzrə yerdəyişmə edirlər, məkanı axtarırlar, ətrafdakı obyektlər haqqında məlumat alırlar, bir sözlə, istənilən yerdən və istənilən vaxt geoməkan informasiya xidmətlərindən istifadə edirlər. Dövlət qərarlarını və sosial xidmətləri dəstəkləmək üçün səlahiyyətli orqanlar tərəfindən geoməkan verilənlərinin emalı üçün müxtəlif geoinformasiya platformaları yaradılır.

Vahid dövlət geoinformasiya məkanının yaradılması çox vacib amildir, çünki texnologiyalar müxtəlifönlü GİS-lərin yaradılmasını təmin edəcək geoportalların, bulud xidmətlərinin və xidmətyönümlü arxitekturlu sistemlərin geniş yayılması istiqamətində inkişaf edir. Geoinformasiya sistemlərinin sürətlə inkişaf edən Yer inkişafından tədqiqi sistemləri ilə inteqrasiyası müasir GİS-lərin imkanlarını kəskin şəkildə artıracaq, məkan məlumatlarının real vaxt rejimində, xüsusən də vacib qərarlar qəbul edilməsi sahəsində aktuallaşdırılmasına şərait yaradacaq.

Ətraf məkanın öyrənilməsi texnologiyalarının sürətli inkişafı və onun sənayeləşmə ilə inteqrasiyası, insan cəmiyyətinin Big data dövrünə qədəm qoyduğunu nümayiş etdirir. Big data texnologiyaları məkan verilənlərinin paylanmış emalı sistemlərinin yaradılması üçün xüsusilə perspektivlidir. Bu texnologiyaların paylanmış GIS-lərin reallaşdırılması üçün tətbiqi geoverilənlərin nəhəng həcmdə artması ilə bağlı bir çox məsələni həll edə bilər.

GIS-lərin inteqrasiya imkanları, həqiqətən, sərhədsizdir. Virtual məkanda olsa belə, istənilən proses konkret zamanda və məkanda baş verir və bu baxımdan, geoməkanla bağlı verilənlər Industry 4.0 inteqrasiyasında da mühüm rol oynayacaq.

Şübhəsiz, Big data GIS-lərinin yaradılmasının perspektiv istiqamətlərindən biri süni intellektin istifadəsidir. GeoAI texnologiyaları böyük həcmli məkan və zaman verilənlərinin müxtəlif formatlarda emalı və analizi üçün hesablama məhsuldarlığı və miqyaslanma daxil olmaqla, mühüm üstünlüklər verir. Onların GIS-də tətbiqi hələ yeni başlanır, lakin mövcud həllər burada əhəmiyyətli dərəcədə yeni, vacib elmi və praktiki nəticələr əldə etməyin mümkünlüyünü təsdiqləyir.

GIS sahəsində perspektivlərin böyük ölçüdə texniki xarakter daşmasına baxmayaraq, Big Data, ciddi etik suallar, xüsusən də geoməkan verilənlərinin və əlaqəli fərdi məlumatların konfidensiallığı baxımından ciddi suallar doğurur.

Ədəbiyyat

1. Li S., Dragicevic S., Castro F.A., Sester M., Winter S., Coltekin A., Pettit C., Jiang B., Haworth J., Stein A. Geospatial big data handling theory and methods: a review and research challenges // *ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2016, vol. 115, pp. 119-133.
2. Ye H., Brown M., Harding J. GIS for all: exploring the barriers and opportunities for underexploited GIS applications // *OSGeo Journal*, 2014, vol. 13(1), pp. 19-28.
3. Longley P.A.; Goodchild M.F.; Maguire D.J.; Rhind D.W. *Geographic information systems and science*, 2nd ed., Wiley: Chichester, UK, 2005, 404 p.
4. Fleming S. D., Hendricks M. D., & Brockhaus J. A. The role of GIS in military strategy, operations and tactics. *Manual of geographic information systems*, 2009, pp. 967-985.
5. Crampton J. W. Collect it all: National security, big data and governance // *GeoJournal*, 2015, vol. 80(4), pp. 519-531.
6. Shokin Yu.I., Potapov V.P. GIS segodnya: sostoyanie, perspektivy, resheniya // *Vy`chislitel`ny`e tekhnologii*, 2015, Tom 20, № 5, s. 175-213.
7. Imamverdiyev Y.N. Big data texnologiyalarının böyük perspektivləri və problemləri // *İnformasiya jamiyyati problemləri*, 2016, №1, s. 23-34.
8. Goodchild M. F. GIS in the era of big data // *Cybergeo: European Journal of Geography* [Online], 2016, <https://journals.openedition.org/cybergeo/27647>
9. Wang S., Liu Y., & Padmanabhan A. Open cyberGIS software for geospatial research and education in the big data era // *SoftwareX*, 2016, vol. 5, pp. 1-5.
10. McLaughlin J., & Nichols S. Developing a national spatial data infrastructure // *Journal of Surveying Engineering*, 1994, vol. 120(2), pp. 62-76.
11. Noguera-Iso J., Latre-Abadía M.Á., Muro-Medrano P.R., & Zarazaga-Soria F.J. Building e-Government services over spatial data infrastructures / *International Conference on Electronic Government*, 2004, pp. 387-391.
12. Craglia M., & Annoni A. INSPIRE: An innovative approach to the development of spatial data infrastructures in Europe / *Research and theory in advancing spatial data infrastructure concepts*, 2007, pp. 93-105.
13. Maguire D.J., & Longley P.A. The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures // *Computers, environment and urban systems*, 2005, vol. 29(1), pp. 3-14.

14. Imran M. Enabling Crowdsourcing in the framework of user-centred SDIs for information management of geographical volunteer content / The 5th International Conference on Information Management, 2019, pp. 7-12.
15. Yamashkin S.A., Radovanović M.M., Yamashkin A.A., Barmin A.N., Zanozin V.V., & Petrović M. D. Problems of designing geoportal interfaces // *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 2019, vol. 24(1), pp. 88-101.
16. Lovett A. A., & Sünnerberg G. Data sources for assessments / *Landscape Planning with Ecosystem Services*, 2019, pp. 65-75.
17. Cybulski P., & Horbiński T. User experience in using graphical user interfaces of web maps // *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020, vol. 9(7), 412.
18. Fu P., & Sun J. *Web GIS: principles and applications*. Redlands: ESRI Press, 2010, 312 p.
19. Konecny G. *Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and geographic information systems*. CRC Press, 2014, 280 p.
20. Aliyev E.M., Alaskarov E.R. LiDAR verilanlarının va jografi informasiya texnologiyalarının tabii manshali fovgalada hallarda tatbigi masalalari // *İnformasiya texnologiyaları problemlari*, 2014, №2, s. 75-85.
21. Luo J., Joshi D., Yu J., & Gallagher A. Geotagging in multimedia and computer vision – a survey // *Multimedia Tools and Applications*, 2011, vol. 51(1), pp. 187-211.
22. Yu J., Meng X., Yan B., Xu B., Fan Q., & Xie Y. Global Navigation Satellite System- based positioning technology for structural health monitoring: a review // *Structural Control and Health Monitoring*, 2020, vol. 27(1), e2467.
23. Niedzielski T., *Satellite technologies in geoinformation science: Introduction* // *Pure and Applied Geophysics*, 2014, vol. 171, pp. 779–781.
24. Guo H., Nativi S., Liang D., Craglia M., et al. Big Earth Data science: an information framework for a sustainable planet // *International Journal of Digital Earth*, 2020, vol. 13(7), pp. 743-767
25. Li X., Zhang X., Ren X., Fritsche M., Wickert J., & Schuh H. Precise positioning with current multi-constellation global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou // *Scientific reports*, 2015, vol. 5(1), pp. 1-14.
26. Yue P., & Jiang L. BigGIS: How big data can shape next-generation GIS / The 3rd international conference on Agro-Geoinformatics, 2014, pp. 1-6.
27. Goldberg D., Olivares M., Li Z., & Klein A.G. Maps & GIS data libraries in the era of big data and cloud computing // *Journal of Map & Geography Libraries*, 2014, vol. 10(1), pp. 100-122.
28. Chen B. Y., Yuan H., Li Q., Shaw S. L., Lam W. H., & Chen X. Spatiotemporal data model for network time geographic analysis in the era of big data // *International Journal of Geographical Information Science*, 2016, vol. 30(6), pp. 1041-1071.
29. Zhou C., Su F., Pei T., Zhang A., Du Y., Luo B., et al. COVID-19: Challenges to GIS with big data // *Geography and Sustainability*, 2020, vol.1/ no. 1, pp. 77-87.
30. Eldawy A., & Mokbel M. F. The era of big spatial data: A survey // *Foundations and Trends in Databases*, 2016, vol. 6(3-4), pp. 163-273.
31. Yao X., & Li G. Big spatial vector data management: a review // *Big Earth Data*, 2018, vol. 2(1), pp. 108-129.
32. Mbuh M. J., Metzger P., Brandt P., Fika K., & Slinkey M. Application of real-time GIS analytics to support spatial intelligent decision-making in the era of big data for smart cities // *EAI Endorsed Transactions on Smart Cities*, 2019, vol. 4(9), 15 p.
33. Guo H., Li X., Wang W., Lv Z., et al. An event-driven dynamic updating method for 3D geodatabases // *Geo-spatial Information Science*, 2016, vol. 19(2), pp. 140-147.
34. Song W.W., Jin B.X., Li S.H., Wei X.Y., Li D., & Hu F. Building spatiotemporal cloud platform for supporting GIS application // *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2015, vol. 2(4), pp. 55-62.

35. Li D., Shen X., & Wang L. Connected Geomatics in the big data era // *International Journal of Digital Earth*, 2018, vol. 11(2), pp. 139-153.
36. Zhao L., Chen L., Ranjan R., Choo K.K.R., & He J. Geographical information system parallelization for spatial big data processing: a review // *Cluster Computing*, 2016, vol. 19(1), pp. 139-152.
37. Lv Z., Song H., Basanta-Val P., Steed A., & Jo M. Next-generation big data analytics: State of the art, challenges, and future research topics // *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2017, vol. 13(4), pp. 1891-1899.
38. Usmani R.S.A., Hashem I.A.T., Pillai T.R., Saeed A., & Abdullahi A.M. Geographic information system and big spatial data: A review and challenges // *International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)*, 2020, vol. 16(4), pp. 101-145.
39. Barik R.K., Dubey H., Samaddar A.B., Gupta R.D., & Ray P.K. FogGIS: Fog computing for geospatial big data analytics / *IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Computer and Electronics Engineering*, 2016, pp. 613-618.
40. Lee J.-G., Kang M., Geospatial big data: Challenges and opportunities // *Big Data Research*, 2015, vol. 2(2), pp. 74-81.
41. Guo D., & Onstein E. State-of-the-art geospatial information processing in NoSQL databases // *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020, vol. 9(5), 331, 20 p.
42. Kraft R., Birk F., Reichert M., Deshpande A., et al. Efficient processing of geospatial mHealth data using a scalable crowdsensing platform // *Sensors*, 2020, 20(12), 3456.
43. Bruzza M., Tupia M., & Vancauwenberghe G. State-of-the-art applications of spatial data infrastructure in the provision of e-Government services in Latin America / *International Conference on Information Technology & Systems*, 2020, pp. 124-140.
44. VoPham T., Hart J.E., Laden F., & Chiang Y.Y. Emerging trends in geospatial artificial intelligence (geoAI): potential applications for environmental epidemiology // *Environmental Health*, 2018, vol. 17, Article number: 40, 6 p.
45. Schabus S., & Scholz J. Geographic Information Science and technology as key approach to unveil the potential of Industry 4.0: How location and time can support smart manufacturing / *Proc. of the 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, 2015, Vol. 2, pp. 463-470.
46. Saraee M., & Silva C. A new data science framework for analysing and mining geospatial big data / *Proceedings of the International Conference on Geoinformatics and Data Analysis*, 2018, pp. 98-102.
47. Yang C., and Huang Q. *Spatial cloud computing: a practical approach*. CRC Press, 2013, 357 p.

УДК 004.9

Имамвердиев Ядигар Н.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан
yadigar@iit.science.az

О актуальных научно-теоретических проблемах геоинформационных систем в среде больших данных

Геоинформационные системы (ГИС) – одна из самых быстроразвивающихся областей информационных технологий. Геоинформационные технологии позволяют объединить картографическую и тематическую информацию в единую согласованную структуру и обеспечить оперативную разработку многоуровневых, визуальных решений для широкого круга задач. В общем объеме циркулирующих данных преобладают пространственные данные, и их объем и скорость генерации увеличиваются на несколько порядков каждый год, поэтому для обработки произвольных геоданных требуются совершенно новые модели и методы, основанные на больших данных. В статье дается краткий анализ современного

состояния ГИС и перспектив их развития на основе методов Big Data. Приведены краткие сведения о сущности ГИС, их структуре и анализе информации в ГИС. Рассмотрены проблемы построения геоинформационных технологий, способных обрабатывать пространственно-временные данные в реальном времени из сети интеллектуальных геодатчиков. Предоставляется обзор существующих решений и их ограничений. Основные методы исследования: моделирование, сравнительные и описательные методы, методы аналогии, анализа и синтеза; основные исследовательские подходы – систематический, комплексный и ситуативный. Ожидается, что полученные результаты будут полезны для формирования национальной инфраструктуры пространственных данных в стране, совершенствования научных исследований в области ГИС и разработки комплекса мер по обеспечению безопасности пространственных данных.

Ключевые слова: *большие данные, пространственные данные, геоинформационные системы, ГИС, пространственно-временной анализ.*

Yadigar N. Imamverdiyev

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

yadigar@iit.science.az

On topical scientific and theoretical problems of geographic information systems in the big data environment

Geographic information systems (GIS) are one of the rapidly growing areas of information technology. Geographic information technologies allow combining cartographic and thematic information into a single coordinated structure and ensure the prompt development of multi-level, visual solutions for a wide range of tasks. Spatial data predominates among the data in circulation, but their volume and generation rate increases several times each year, so completely new models and methods based on Big Data are required for the processing of arbitrary geo-data. The paper provides a brief analysis of the current state of GIS and the perspectives for their development based on Big data methods. Brief information about the essence of GIS, their structure and analysis of information in GIS was given. Here, the problems of developing geo- information technologies capable of processing spatiotemporal data in real-time from a network of intelligent geo-sensors were analyzed. An overview of existing solutions and their limitations was provided. Basic research methods are the modeling, comparative and descriptive methods, methods of analogy, analysis and synthesis; the main research approaches are systematic, complex and situational. The results are expected to be useful in the formation of national spatial data infrastructure in the country, the improvement of scientific research in the field of GIS and the development of a set of measures for the security of spatial data.

Keywords: *big data, spatial data, geographical information system, GIS, spatiotemporal analysis.*