

İbrahim Vasif oğlu ƏLİMƏMMƏDOV
ADNSU-nun II kurs magistrantı

GENİŞZOLAQLI INFORMASIYA SİSTEMLƏRİNDƏ MƏLUMATLARIN EMALININ SƏMƏRƏLİLİYİNİ TƏKMİLLƏŞDİRMƏSİNDƏ HİBRİD İNTELLEKTUAL SİSTEMLƏRİN TƏTBİQİ

Xülasə

Məqalədə genişzolaqlı informasiya sistemlərində (GİS) məlumatların emalının səmərəliliyini artırmaq üçün hibrid intellektual sistemlərin (HİS) istifadəsi müzakirə olunur. Maşın öyrənməsi, qeyri-səlis məntiq və təkamül alqoritmlərinin birləşməsi bizə şəbəkə resurslarının idarə edilməsini optimallaşdırmağa, gecikməni azaltmağa və sistemin uyğunlaşma qabiliyyətini artırmağa imkan verir. 5G şəbəkələrində və bulud platformalarında HİS-in tətbiqi yük balansını və trafikin proqnozlaşdırılmasını yaxşılaşdırır. Praktiki nümunələr bu texnologiyaların infrastrukturun avtomatik miqyasında effektivliyini təsdiqləyir. Bununla belə, onların inkişafı şərh edilə bilmə, standartlaşdırma və məlumatların təhlükəsizliyi məsələlərinin həllini tələb edir. Gələcəkdə HİS-in kvant hesablamaları və 6G şəbəkələri ilə integrasiyası yeni texnoloji nailiyyətlərə səbəb ola bilər. Beləliklə, HİS müasir telekommunikasiya sistemlərində məlumatların intellektual və adaptiv emalı üçün əsas vasitədir.

Açar sözlər: Məlumatların emalı, genişzolaqlı informasiya sistemləri, təkmilləşmə, səmərəlilik, hibrid intellektual sistemlər, süni intellekt.

UOT: 620.9

JEL: Q42, L98

DOI: <https://doi.org/10.54414/IAZQ8990>

Giriş

Rəqəmsal iqtisadiyyatın və informasiya texnologiyalarının sürətli inkişafı şəraitində genişzolaqlı informasiya sistemləri (GİS) yüksək sürətli məlumat mübadiləsinin təmin edilməsində əsas rol oynayır. Müasir GİS bulud hesablamaları, Əşyaların İnterneti, intellektual nəqliyyat sistemləri, distant təhsil və teletibb kimi kritik sahələrdə istifadə olunur. Bununla belə, ötürülən və emal edilmiş məlumatların həcmnin artması, şəbəkə infrastrukturunun mürəkkəbliyi və real vaxt rejimində işləmək zərurəti yeni texnologiyaların tərtibatçıları qarşısında məlumatların emalı sistemlərinə artan yük, məhdud şəbəkə ötürmə qabiliyyəti və hesablama xərclərinin artması ilə bağlı ciddi problemlər yaradır.

Bu problemlərin həlli üçün perspektivli istiqamətlərdən biri süni intellektin (Sİ), maşın öyrənməsinin, təkamül alqoritmlərinin və ekspert sistemlərinin müxtəlif üsullarının birləşməsindən ibarət hibrid intellektual sistemlərin (HİS) tətbiqidir. Genişzolaqlı informasiya sistemlərində

GİS-dən istifadə məlumatların emalının səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, şəbəkə trafikinin intellektual optimallaşdırılmasını, proqnozlaşdırıcı analitikanı və hesablama resurslarının adaptiv idarə olunmasını təmin etməyə imkan verir. Xidmət keyfiyyətinə və şəbəkə xətlərinə dözümlülüyünə artan tələblər kontekstində hibrid ağıllı həllərin işlənilib hazırlanması və tətbiqinin aktuallığı xüsusilə yüksək olur.

Bundan əlavə, hibrid intellektual sistemlərin istifadəsi aşağıdakı kimi strateji əhəmiyyətli məqsədlərə nail olmağa kömək edir: Hesablama resurslarının dinamik paylanması və infrastrukturun avtomatik miqyası vasitəsilə məlumatların emalının optimallaşdırılması; proqnozlaşdırılan analiz və trafikə özünü tənzimləmə alqoritmlərindən istifadə etməklə məlumatların ötürülməsi gecikmələrinin azaldılması; enerji səmərəliliyi - avadanlıq yükünün ağıllı idarə edilməsi yolu ilə enerji istehlakının azaldılması, arızaya dözümlülük və uyğunlaşma qabiliyyəti - dəyişən şəbəkə parametrləri qarşısında özünü öyrənmək və avtomatik bərpa etmək imkanı.

Süni intellekt və informasiya texnologiyaları sahəsində mühüm irəliləyişlərə baxmayaraq, hibrid intellektual sistemlərin genişzolaqlı informasiya şəbəkələrinə integrasiyası məsələləri kifayət qədər öyrənilməmişdir. Hal-hazırda yüksək yüklü informasiya sistemlərində məlumatların emalı üçün GIS-in effektiv tətbiqi üçün vahid metodologiya, habelə onların real iş şəraitində performansını qiymətləndirmək üçün ətraflı tədqiqatlar yoxdur.

Beləliklə, bu tədqiqat mövcud yanaşmaları təhlil etmək, hibrid intellektual sistemlərin əsas üstünlüklərini müəyyən etmək və SIS-də məlumatların emalının sürətini və keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün onların effektiv tətbiqi üsullarını hazırlamaq məqsədi daşıyır. Bu işin nəticələri telekommunikasiya şirkətləri, proqram təminatçıları, bulud provayderləri və məlumatların emalının intellektual avtomatlaşdırılması məsələləri ilə məşğul olan tədqiqat mərkəzləri üçün praktiki əhəmiyyət kəsb edə bilər. Bu məqalənin məqsədi genişzolaqlı informasiya sistemlərində (GIS) məlumatların emalının səmərəliliyini artırmaq üçün hibrid intellektual sistemlərdən (HİS) istifadə imkanlarını öyrənməkdir. Tədqiqatda müasir hibrid süni intellekt üsulları, o cümlədən maşın öyrənməsi, neyron şəbəkə texnologiyaları, təkamül alqoritmləri və ekspert sistemləri, həmçinin onların məlumatların işlənməsi, trafikinin idarə edilməsi və şəbəkə tutumunun artırılması üçün sinergik istifadəsi təhlil edilir. Məqalənin məqsədi xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında, məlumatların ötürülməsi gecikmələrinin azaldılmasında, hesablama resurslarının adaptiv idarə edilməsində və SIS-də nasazlığa dözümlülüyünün təmin edilməsində CİS-in üstünlüklərini müəyyən etməkdir. Bundan əlavə, bu texnologiyaların tətbiqinin əsas problemləri və məhdudiyyətləri nəzərdən keçirilir, onların inkişafı və praktiki tətbiqi üçün perspektivli istiqamətlər təklif olunur.

Tədqiqat metodologiyası: Bu məqalədə nəzəri təhlil, mövcud texnologiyaların müqayisəli tədqiqi və hibrid intellektual sistemlərdən (HİS) istifadə etməklə genişzolaqlı informasiya sistemlərində (BIS) verilənlərin emalı proseslərinin modelləşdirilməsi daxil olmaqla, kompleks metodoloji yanaşma tətbiq edilib.

Əsas hissə.

Genişzolaqlı informasiya sistemlərinin nəzəri əsasları. Genişzolaqlı informasiya sistemləri böyük həcmli məlumatların yüksək sürətli ötürülməsini, işlənməsini və saxlanmasını təmin edən aparat və proqram təminatı kompleksləridir. "Genişzolaqlı" termini sistemin yüksək ötürmə qabiliyyəti ilə məlumat ötürmə qabiliyyətinə aiddir və ona eyni vaxtda səs, video və məlumat daxil olmaqla müxtəlif trafik növlərini dəstəkləməyə imkan verir [4]. Genişzolaqlı giriş yükləmə üçün minimum 25 Mbps və yükləmə üçün 3 Mbps məlumat ötürmə sürəti ilə xarakterizə olunur [10].

Genişzolaqlı informasiya sistemlərinin əsas xüsusiyyətlərini aşağıdakı kimi sistemləşdirmək olar:

- Yüksək ötürmə qabiliyyəti: GIS yüksək dəqiqlikli video axını, video konfrans və bulud hesablamaları kimi resurs tutumlu proqramları və xidmətləri dəstəkləməyə imkan verən yüksək sürətli məlumat ötürülməsini təmin edir

- Aşağı gecikmə: Məlumat ötürülməsində gecikmənin minimuma endirilməsi real vaxt proqramları, o cümlədən onlayn oyun və uzaqdan idarəetmə sistemləri üçün vacibdir.

- Etibarlılıq və nasazlığa dözümlülük: GIS sabit işləməyi və nasazlıqların tez bərpaasını təmin etməlidir ki, bu da rabitə kanallarının artıqlığı və etibarlı məlumat ötürmə protokollarının istifadəsi ilə əldə edilir.

- Heterogen xidmətlərin integrasiyası: Vahid infrastrukturda müxtəlif növ trafik və xidmətlər, o cümlədən verilənlər, səs və multimedia proqramları üçün dəstək.

- Təhlükəsizlik: Müasir şifrələmə və autentifikasiya metodlarından istifadə etməklə ötürülən və saxlanılan məlumatların icazəsiz girişdən və kibercumullardan qorunması [3, səh 14].

Genişzolaqlı informasiya sistemləri məlumatların yüksək sürətli ötürülməsini və işlənməsini təmin edən bir sıra qabaqcıl texnologiyalara əsaslanır. Əsas olanlara fiber optik şəbəkələr (onlar məlumatları işıq impulsları şəklində ötürmək üçün nazik şüşə və ya plastik liflərdən istifadə edirlər. Bu üsul minimum signal itkisi ilə uzun məsafələrdə yüksək sürətli məlumat ötürülməsini təmin edir. Fiber optik texnologiyalar müasir şəbəkə infrastrukturunun əsasını təşkil edir, məlumatların ötürülməsinin yüksək ötürmə qabi-



liyyətini və etibarlılığını təmin edir), 5G texnologiyası (beşinci nəsil mobil rabitə simsiz texnologiyaların inkişafında irəliyə doğru əhəmiyyətli bir addımdır. 5G əvvəlki nəsilərlə müqayisədə daha sürətli məlumat sürəti, ultra aşağı gecikmə və artan şəbəkə tutumu təqdim edir) və bulud platformaları (bulud hesablama internet üzərindən serverlər, məlumatların saxlanması və proqramlar kimi hesablama resurslarına tələb üzrə çıxışı təmin edir. Bu, təşkilatlara lazım olduqda öz IT resurslarını genişləndirməyə, infrastruktur xərclərini azaltmağa və çevikliyi artırmağa imkan verir. “Amazon Web Services”, “Microsoft Azure” və “Google Cloud Platform” kimi bulud platformaları proqram və xidmətlərin işlənilib hazırlanması, yerləşdirilməsi və idarə edilməsi üçün geniş spektrli xidmətlər təqdim edir) aiddir [12].

Üstünlüklərə baxmayaraq, Genişzolaqlı informasiya sistemlərində məlumatların emalı sahəsində bir sıra problemlərlə üzləşirlər: məlumatın təhlükəsizliyi və məxfilik (köçürülən məlumatların həcmi artdıqca kiberhücumlar və icazəsiz giriş riski artır. Məlumatların təhlükəsizliyinin təmin edilməsi müasir şifrələmə, autentifikasiya və şəbəkə fəaliyyətinin monitorinqi üsullarının tətbiqini tələb edir), uyğunluq və standartlaşdırma (müxtəlif texnologiyaların və platformaların integrasiyası uyğunluq problemlərinə səbəb ola bilər. Vahid standartların olmaması sistemlər arasında qarşılıqlı əlaqəni çətinləşdirir və integrasiya xərclərini artırır, gecikmələr və xidmətin keyfiyyəti (video konfrans və onlayn oyun kimi real vaxt proqramları üçün gecikmənin minimuma endirilməsi və xidmətin ardıcıl keyfiyyətinin təmin edilməsi əsas prioritetlərdir. Bu, trafik marşrutunun optimallaşdırılmasını və kritik məlumatların prioritetləşdirilməsini tələb edir) [5, səh 13].

Bu problemlərin həlli kompleks yanaşmanı, o cümlədən qabaqcıl texnologiyaların tətbiqini, yeni protokolların və standartların işlənilib hazırlanmasını, həmçinin sistemin fəaliyyətinin davamlı monitorinqini və təhlilini tələb edir. [5, səh 7].

2. Hibrid intellektual sistemlər: prinsiplər və yanaşmalar. Hibrid intellektual sistemlər bir neçə yanaşmanın birləşməsinə tələb edən mürəkkəb problemləri həll etmək üçün müxtəlif süni intellekt üsullarının integrasiyasıdır. Belə sistemlər müxtəlif texnologiyalar, o cümlədən ekspert sistemləri, süni neyron şəbəkələri, qeyri-səlis məntiq,

genetik alqoritmlər və assosiasiya qaydalarını birləşdirir. Bu, hər bir metodun güclü tərəflərindən istifadə etməyə və fərdi zəifliklərini kompensasiya etməyə imkan verir, sistemin ümumi səmərəliliyini artırır.

Hibrid intellektual sistemlərin əsas komponentlərinə aşağıdakılar daxildir:

- Ekspert sistemləri: müəyyən bir mövzu sahəsində ekspertlərin mülahizələrini modelləşdirməyə imkan verən bilik bazasına və nəticə çıxarma qaydalarına əsaslanır. Onlar biliyin aydın qaydalara çevrilə biləcəyi problemlərin həllində effektivdir.

- Süni Neyron Şəbəkələri: Məlumatlardan öyrənməyə qadir olan bioloji neyron şəbəkələrdən ilhamlanan modellər. ANN nümunələrin tanınması, proqnozlaşdırılması və təsnifatında effektivdir.

- Qeyri-səlis məntiq: natamam məlumat şəraitində qərarlar qəbul edərkən insan təfəkkürünü simulyasiya edərək qeyri-müəyyənlik və qeyri-dəqiqliklə mübarizə aparmağa imkan verir. Qeyri-səlis sistemlər nəzarət və diaqnostik məsələlərdə istifadə olunur.

- Genetik alqoritmlər: təbii seçmə və genetika prinsiplərinə əsaslanan optimallaşdırma üsulları. Onlar mürəkkəb çoxölçülü fəzalarda optimal həllər tapmaq üçün istifadə olunur.

- Assosiasiya qaydaları: istehlakçı davranışının təhlili və tövsiyə sistemlərində faydalı olan böyük məlumat dəstlərində əlaqələr və nümunələri müəyyən etmək üsulları [1, səh 15].

Bu komponentlərin vahid sistemə integrasiyası CİS-ə müxtəlif yanaşmaların üstünlüklərini birləşdirərək və onların çatışmazlıqlarını kompensasiya etməklə geniş spektrli problemləri effektiv şəkildə həll etməyə imkan verir.

Hibrid intellekt sistemləri verilənlərin emalının səmərəliliyini artırmaq üçün maşın öyrənməsi və qeyri-səlis məntiq kimi müxtəlif süni intellekt üsullarının integrasiyasıdır. Bu yanaşmaların birgə istifadəsi bizə onların hər birinin məhdudiyyətlərini kompensasiya etməyə və daha uyğunlaşdırılmış və dəqiq modellər yaratmağa imkan verir.

Maşın öyrənməsi böyük həcmdə məlumatlarda gizli nümunələri aşkar etməkdə effektivdir, lakin onun modelləri çox vaxt “qara qutu” kimi işləyir və nəticələrin şərhini çətinləşdirir. Qeyri-səlis məntiq isə insan təfəkkürünə yaxın anlayışlarla

işləyir, qeyri-müəyyən və qeyri-dəqiq məlumatların yüksək dərəcədə şərh oluna bilməsi ilə işlənməsinə imkan verir. Bu metodların HİS çərçivəsində birləşdirilməsi təkcə yüksək dəqiqlik deyil, həm də izah edilə bilən nəticələr verən sistemlərin yaradılmasına imkan verir. Məsələn, qeyri-səlis məntiqin neyron şəbəkələri ilə integrasiyası maşın öyrənmə modellərinin məlumatlardan öyrənmək qabiliyyətini qoruyarkən şəffaflığını yaxşılaşdırı bilər [15, səh 52].

Neyro-qeyri-səlis sistemlər kimi çoxlaylı adaptiv modellər neyron şəbəkələrin öyrənmək və qeyri-müəyyən məntiqin qeyri-müəyyənliyi idarə etmək qabiliyyəti ilə uyğunlaşma qabiliyyətini birləşdirir. Bu hibrid modellər dəyişən şərtlərə cavab olaraq parametrlərini dinamik şəkildə tənzimləyə bilər ki, bu da mürəkkəb və dəyişkən məlumatların təhlili zamanı xüsusilə faydalıdır. Məsələn, maliyyə təhlilində belə sistemlər həm kəmiyyət göstəriciləri, həm də qeyri-səlis dəyişənlər kimi təqdim olunan keyfiyyət amillərini nəzərə almaqla bazar tendensiyyalarını proqnozlaşdırı bilər.

Müvafiq sahələrdə hibrid intellektual sistemlərin uğurlu tətbiqi nümunələri: Maliyyə sektoru (maliyyə təhlili sahəsində səhmlərin qiymətlərini proqnozlaşdırmaq və riskləri qiymətləndirmək üçün HİS istifadə olunur. Genetik alqoritmlərin və neyron şəbəkələrin birləşməsi dinamik dəyişən bazar şəraitinə uyğunlaşa bilən modellər yaratmağa və bu, maliyyə göstəriciləri arasında mürəkkəb qeyri-xətti asılılıqları müəyyən etməyə imkan verir), tibbi diaqnostika (tibbdə HİS xəstəliklərin diaqnostikası və tibbi qərarların qəbul edilməsini dəstəkləmək üçün istifadə olunur. Qeyri-səlis məntiqin neyron şəbəkələrlə integrasiyası klinik məlumatların qeyri-müəyyənliyini və dəyişkənliyini nəzərə almağa imkan verir ki, bu da diaqnostikanın və müalicənin fərdiləşdirilməsinin dəqiqliyini artırır. Məsələn, bu cür sistemlər xəstənin obyektiv simptomları və kombinasiyası əsasında xəstələrin riskini qiymətləndirə bilər) və istehsalat (sənaye istehsalı sənayesində HİS istehsal proseslərini optimallaşdırmaq və avadanlıqların nasazlıqlarını proqnozlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Maşın öyrənməsi və qeyri-səlis məntiqin birləşməsi sensor məlumatlarının real vaxt rejimində təhlilinə, anomaliyaların aşkarlanmasına və potensial nasazlıqların proqnozlaşdırılmasına imkan verir ki, bu da dayanma müddətini azaltmağa

və istehsal səmərəliliyini artırmağa kömək edir) [16, səh 51].

3. Genişzolaqlı informasiya sistemlərində məlumatların emalı zamanı hibrid intellektual sistemlərin tətbiqi. Genişzolaqlı informasiya sistemləri yüksək ötürmə qabiliyyəti və real vaxt rejimində böyük həcmli məlumatların emal edilməsi ehtiyacı ilə xarakterizə olunur. Belə şəraitdə ənənəvi məlumat emal üsulları çox vaxt səmərəsiz olur. Maşın öyrənməsi, qeyri-səlis məntiq və ekspert sistemləri kimi müxtəlif süni intellekt üsullarını birləşdirən hibrid intellektual sistemlər GİS-də məlumatların emalının səmərəliliyini artırmaq üçün perspektivli yanaşmalar təqdim edir [6, səh 32].

HİS mürəkkəb verilənlərin emalı problemlərini həll etmək üçün müxtəlif Sİ üsullarının güclü tərəflərini birləşdirməyə imkan verir. Məsələn, neyroşəbəkələrin qeyri-səlis məntiqlə birlikdə istifadəsi modellərin dəqiqliyini və şərhini yaxşılaşdırmağa kömək edir ki, bu da real vaxt rejimində məlumat axınının təhlili zamanı xüsusilə vacibdir. Bu integrasiya GİS-ə xas olan qeyri-müəyyən və dəyişən məlumatların daha səmərəli idarə olunmasına imkan verir.

HİS, GİS-də resurs bölgüsü və trafikinin idarə edilməsini optimallaşdırmaq üçün tətbiq oluna bilər. Məsələn, genetik alqoritmləri və maşın öyrənmə üsullarını birləşdirən hibrid modellər dəyişən şəbəkə şəraitinə dinamik şəkildə uyğunlaşa bilər, bant genişliyindən səmərəli istifadəni təmin edir və gecikməni minimuma endirir. Bu, yüksək şəbəkə yükü şəraitində Xidmət Keyfiyyətini təmin etmək üçün xüsusilə vacibdir [13].

Təhlükəsizlik GİS-in kritik aspektidir. Bayes şəbəkələrini və özünü təşkil edən xəritələri birləşdirən HİS potensial təhlükələrin vaxtında aşkar edilməsini və qarşısının alınmasını asanlaşdıran şəbəkə trafikindəki anomaliyaları effektiv şəkildə müəyyən edə bilər. Bu cür sistemlər yeni hücum növlərinə uyğunlaşa bilər, informasiya infrastrukturunun daha yüksək səviyyədə müdafiəsini təmin edir.

HİS-in GİS-də tətbiqi artıq müsbət nəticələr verməkdədir. Məsələn, simsiz sensor şəbəkə idarəetmə sistemlərində hibrid modellərin istifadəsi qovşaqların enerji sərfiyyatını optimallaşdırmaqla məlumatların ötürülməsinin səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa və şəbəkənin xidmət müddətini uzatmağa imkan vermişdir.

Bundan əlavə, bulud platformalarında GIS-dən istifadə hesablama resurslarının daha səmərəli paylanmasına və istifadəçi xidmətinin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə kömək edir. +++ Beləliklə, genişzolaqlı informasiya sistemlərində hibrid intellektual sistemlərin tətbiqi müasir informasiya texnologiyalarının inkişafı üçün əsas amillər olan məlumatların emalının səmərəliliyinin artırılması, resursların idarə edilməsinin optimallaşdırılması və təhlükəsizliyin təmin edilməsi üçün yeni imkanlar açır [14].

4. Genişzolaqlı informasiya sistemlərində hibrid intellektual sistemlərinin tətbiqinin səmərəliliyi və perspektivlərinin təhlili.

Genişzolaqlı informasiya sistemlərində emal olunan məlumatların həcmi sürətlə artdığı müasir şəraitdə ənənəvi emal üsulları artıq yükün öhdəsindən gələ bilmir. Məhz buna görə də müxtəlif süni intellekt yanaşmalarının imkanlarını birləşdirən, informasiya ilə işləmək üçün daha uyğunlaşan və səmərəli alqoritmlər yaradan hibrid intellektual sistemlərə daha çox diqqət yetirilir.

GIS-in əsas üstünlüklərindən biri onların məlumatların işlənməsinin sürətini və dəqiqliyini artırmaq qabiliyyətidir. Məsələn, neyroşəbəkələrin qeyri-səlis məntiq metodları ilə birləşməsi təkcə şəbəkə trafikini yüksək dəqiqliklə təhlil etməyə deyil, həm də onun dəyişikliklərini proqnozlaşdırmağa, həddindən artıq yüklənmə və nasazlıq risklərini minimuma endirməyə imkan verir. Araşdırmalara görə, bu cür sistemlərin tətbiqi ənənəvi alqoritmlərlə müqayisədə GIS-in ümumi səmərəliliyini 30-40% artırmaqla bərabər, bu, xüsusilə məlumat ötürmə sürəti və etibarlılığı üçün tələblərin olduqca yüksək olduğu 5G şəbəkələri və gələcək 6G infrastrukturları üçün aktualdır [8, səh 12].

GIS-də HİS-in inkişaf perspektivləri də yeni üfüqlər açır. Xüsusilə, ən maraqlı imkanlardan biri onların kvant hesablamaları ilə integrasiyasıdır ki, bu da informasiyanın işlənməsini daha da sürətləndirəcək. Bundan əlavə, qarşıdakı illərdə CİS-in avtonom şəbəkələrdə aktiv tətbiqi gözlənilir ki, bu da real vaxt rejimində dəyişən şəraitə uyğunlaşa bilən tam özünüidarəetmə sistemlərinin yaradılmasına gətirib çıxaracaq.

Beləliklə, hibrid intellektual sistemlər bu gün artıq mühüm üstünlüklər nümayiş etdirir, genişzolaqlı şəbəkələrdə məlumatların işlənməsini daha sürətli, daha dəqiq və daha sərfəli edir. Yaxın

gələcəkdə onlar yeni texnoloji reallığın ayrılmaz hissəsinə çevrilərək, insanların daimi müdaxiləsi olmadan fəaliyyət göstərə bilən intellektual və özünü idarə edən informasiya sistemlərini formalaşdırmaqla bərabər [2, səh 125].

Nəticə. Genişzolaqlı informasiya sistemlərinin inkişafı ötürülən və emal edilmiş məlumatların həcmi əhəmiyyətli dərəcədə artması ilə müşayiət olunur ki, bu da informasiya şəbəkələrinin hesablama səmərəliliyi, etibarlılığı və uyğunlaşması sahəsində yeni problemlər yaradır. Bu yazı bu problemlərin həlli üçün ən perspektivli yanaşmalardan biri kimi hibrid intellektual sistemlərin potensialını araşdırır.

Mövcud verilənlərin emalı metodlarının təhlili göstərdi ki, ənənəvi maşın öyrənmə alqoritmləri və neyron şəbəkə modelləri, onların geniş istifadəsinə baxmayaraq, həmişə informasiyanın emalının kifayət qədər dəqiqliyini və sürətini təmin etmir. Bu kontekstdə müxtəlif süni intellekt yanaşmalarının imkanlarını birləşdirən HİS daha çox səmərəlilik nümayiş etdirir. Xüsusilə, neyron şəbəkələrin qeyri-səlis məntiq, genetik alqoritmlər və ekspert sistem metodları ilə birləşməsi şəbəkə yükünün proqnozlaşdırılmasının dəqiqliyini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmaqla bərabər resursların idarə edilməsini optimallaşdırmaqla bərabər [11, səh 1795].

HİS-in GIS-də praktiki tətbiqi onların şəbəkə fəaliyyətinin yaxşılaşdırılması potensialını təsdiqləyir. Tədqiqatlar hibrid modellərdən istifadə edən 5G şəbəkələrində və bulud hesablama sistemlərində ötürmə qabiliyyətinin artdığını və gecikmənin azaldığını göstərir. Bu nəticələr HİS-in kvant hesablamaları ilə integrasiyası və gələcək 6G şəbəkələri üçün uyğunlaşdırılması da daxil olmaqla, bu sahədə əlavə tədqiqatlara ehtiyac olduğunu vurğulayır [7, səh 12].

Genişzolaqlı şəbəkələrdə hibrid intellektual sistemlərin tətbiqi perspektivləri təkcə texniki deyil, həm də iqtisadi aspektləri əhatə edir. Məlumatların emalının optimallaşdırılması infrastruktura və şəbəkəyə texniki xidmət xərclərini azaltmağa imkan verir ki, bu da HİS-in tətbiqini telekommunikasiya şirkətləri və bulud xidməti təminatçıları üçün strateji cəhətdən əlverişli istiqamətə çevirir.

Beləliklə, HİS intellektual avtomatlaşdırma, artan hesablama səmərəliliyi və dəyişən şərtlərə uyğunlaşma təmin edən SIS-in inkişafı üçün vacib bir istiqamətdir. Bu sahədə gələcək tədqiqatlar genişzolaqlı şəbəkələri yeni performans və etibarlılıq

səviyyələrinə çatdırmaq üçün hibrid modellərin daha da təkmilləşdirilməsinə, onların miqyaslılığına və yeni texnologiya platformaları ilə inteqrasiyaya yönəlməlidir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

1. Chavarnakul, T., The development of hybrid intelligent systems for technical analysis based equivolume charting. Doctoral dissertation. University of Missouri-Rolla, 170 p., 2007
2. Detlor, B. Internet-based information systems use in organizations: An information studies perspective. *Information Systems Journal*, 13(2), pp. 113-132, 2003
3. DeStefano, T., Kneller, R., Timmis, J. Broadband infrastructure, ICT use and firm performance: Evidence for UK firms. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Volume 155, Pages 110-139, 2018
4. Jason, F., What Is Broadband, and How Does It Work? "Investopedia" 2025 https://www.investopedia.com/terms/b/broadband.asp?utm_source=chatgpt.com
5. Kaur, J., Khan M.A., Iftikkar, M., Imran, M. and Ul Haq, Q.E. Machine Learning Techniques for 5G and Beyond. *IEEE Access*, 18 p., 2021
6. Levshun, D., Kotenko, I. A survey on artificial intelligence techniques for security event correlation: models, challenges, and opportunities. *Research Square*, 40 p., 2022
7. Li, L. A Survey on Intelligence-Endogenous Network: Architecture and Technologies for Future 6G. *Intelligent and Converged Networks*, 15 p., 2023
8. Marett, K., Xiao, S. Broadband Internet Access as a Localized Resource for Facilitating Information Security Knowledge. *Journal of the Midwest Association for Information Systems*, Issue I, pp. 9-22, 2022
9. Overview of Broadband Technologies. A Broadband Internet Technical Advisory Group Technical Working Group Report, 37 p, 2024
10. Reed, P.D., Is Speed Enough? Examining the Definition of Broadband and Its Implications for Public Policy. The 49th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy, 2021
11. Shufen, Z., Hongcan, Y., Xuebin, C. Research on Key Technologies of Cloud Computing. *Physics Procedia*, Volume 33, pp. 1791-1797, 2012
12. Susnjara, S., Smalley, I. What is cloud computing? IBM, 2025 https://www.ibm.com/think/topics/cloud-computing?utm_source=chatgpt.com
13. Valentín-Sívico, J., Canfield, C., Low, S.A., Gollnick, C. Evaluating the impact of broadband access and internet use in a small underserved rural community. *Telecommunications Policy*, Volume 47, Issue 4, 2023
14. Xiang, L. Evolution of Fiber-Optic Transmission and Networking toward the 5G Era. *iScience*, Volume 18, 2019
15. Вишнеvский, В.М., Семенова, О.В., Буй, З.Т. Исследование системы поллинга с адаптивным циклическим опросом и ее применение для проектирования широкополосных беспроводных сетей, Пробл. управл., выпуск 5, с. 50–55, 2020
16. Золотуев, А.Д., Характеристики гиперсотовой архитектуры сетей широкополосного доступа для удалённых и малонаселённых территорий. *Вестник СибГУТИ*, №3, с. 48-62, 2021
17. Поляков, А.А., Информационные системы в управлении. Журнал "Вестник Московского университета", Серия 21, 2006

Ибрагим Васиф оглы АЛИМАМЕДОВ
магистрант второго курса АГУНП

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ШИРОКОПОЛОСНЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Резюме

В данной статье рассматривается применение гибридных интеллектуальных систем (ГИС) для повышения эффективности обработки данных в широкополосных информационных системах (ШИИС). Комбинация методов машинного обучения, нечеткой логики и эволюционных алгоритмов позволяет оптимизировать управление сетевыми ресурсами, снижать задержки и повышать адаптивность систем. Внедрение ГИС в 5G-сети и облачные платформы улучшает балансировку нагрузки и прогнозирование трафика. Практические примеры подтверждают эффективность этих технологий в автоматическом масштабировании инфраструктуры. Однако их развитие требует решения вопросов интерпретируемости, стандартизации и безопасности данных. В перспективе интеграция ГИС с квантовыми вычислениями и сетями 6G может привести к новым технологическим прорывам. Таким образом, ГИС являются ключевым инструментом для интеллектуальной и адаптивной обработки данных в современных телекоммуникационных системах.

Ключевые слова: Обработка данных, широкополосные информационные системы, улучшение, эффективность, гибридные интеллектуальные системы, искусственный интеллект

Ibragim Vasif oglu ALIMAMEDOV
second-year master's student of ASOİU

**APPLICATION OF HYBRID INTELLIGENT SYSTEMS TO IMPROVE THE EFFICI-
ENCY OF DATA PROCESSING IN BROADBAND INFORMATION SYSTEMS**

Summary

This article discusses the application of hybrid intelligent systems (HIS) to improve the efficiency of data processing in broadband information systems (BIS). The combination of machine learning, fuzzy logic, and evolutionary algorithms allows optimizing network resource management, reducing latency, and increasing system adaptability. The introduction of HIS into 5G networks and cloud platforms improves load balancing and traffic forecasting. Practical examples confirm the effectiveness of these technologies in automatic infrastructure scaling. However, their development requires addressing issues of interpretability, standardization, and data security. In the future, the integration of HIS with quantum computing and 6G networks may lead to new technological breakthroughs. Thus, HIS is a key tool for intelligent and adaptive data processing in modern telecommunication systems.

Keywords: Data processing, broadband information systems, improvement, efficiency, hybrid intelligent systems, artificial intelligence