

R.M.ƏLİQULİYEV, T.X.FƏTƏLİYEV,  
B.S.AĞAYEV, T.S.ƏLİYEV

*AMEA-nın İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu*

## **SENSOR ŞƏBƏKƏLƏRİNİN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ**

Mikroelektronikanın müasir nailiyyətləri və naqilsiz rabitə texnologiyalarının tərəqqisi sensor şəbəkələrinin (SŞ) meydana çıxmasına və inkişafına gətirib çıxarmışdır.

Məlumdur ki, sensorlar temperatur, təzyiq, rütubət, səs, maqnit sahəsi, radiasiya və s. kimi parametrlərin dəyişməsinə qeydə alan vericilərin həssas elementidir. Sənayedə tətbiq edilən sensorlar böyük qabaritlərinə görə geniş istifadə olunmuşdur. Ona görə də onların fiziki ölçülərinin kiçildilməsi və şəbəkə şəklində istifadə edilməsinə böyük ehtiyac duyulurdu.

Hazırda mikrosxemlərin miniatürləşməsi və şəbəkə texnologiyalarının inkişafı kiçik bir silisium kristalında hesablama bloklarının, həm də naqilsiz qlobal, lokal, şəxsi şəbəkələri dəstəkləyən bütün lazımi qurğuların cəmləşdirilməsinə imkan verir [1]. Əgər bu kristalda əlavə olaraq verilənlərin, səs və videonun ötürülməsi qurğularını yerləşdirsək, artıq bir neçə rejimdə və müxtəlif şəbəkələrdə eyni zamanda işləməyə qabil olan radioqurğular yaratmış olarıq. Nəticədə, məkanca paylanmış obyektlərin idarəedilmə və müşahidə vasitələrinin yeni tətbiqlərinin meydana çıxması üçün geniş şərait yaranır.

SŞ-nin elementləri müstəqildir, yəni tərkibində şəbəkə üçün lazım olan hər bir vasitəyə malikdir. Qurğular xarici qida, kommunikasiya üçün naqillər, servis xidməti tələb et-

mir. Onlar elə işlənir ki, minimal güc tələb etsin, bu da daxili qida elementlərindən illərlə istifadə etməyə imkan verir. Bütün bunlar qurğuya ölçülərin, verilənlərin ilkin emalını müstəqil aparmağa və xarici informasiya sistemi ilə əlaqə saxlamağa imkan verir.

Sensor qurğuları vericilər, kompüter və kommunikasiya vasitələrinin imkanlarını özündə cəmləşdirən platformadır. Buna misal olaraq IEEE-nin spesifikasiyası əsasında layihələndirilən qurğunun prototipinə baxaq [2, 3]. Bu platformanı həyata keçirmək üçün SŞ-nin əsas elementləri olan sensor qurğuları fiziki olaraq iki lövhədə yerləşdirilir. Birinci lövhədə temperatur, rütubət, barometrik təzyiq və infraqırmızı vericilər, ikinci lövhədə isə mikroprosessor (tezliyi 4 mhs), 1 kbyat həcmli operativ yaddaş, proqram və vericilərin saxlanması üçün flash-yaddaş, qida mənbəyi və 900 mhs tezliyində işləyən radioverici/qəbul-edici yerləşdirilmişdir. Sensor qurğusunda verici və mikroprosessorlardan başqa vericilərin xarakteristikalarını yadda saxlayan interfeys, ünvan bloku, analoq və rəqəmsal giriş çeviriciləri kimi köməkçi modullar da vardır.

İndi isə sensor şəbəkələrinin arxitekturu nəzərdən keçirək. Qeyd edək ki, digər naqilsiz şəbəkələr gecikmə və vahid çıxışa malik mərkəzləşdirilmiş modelə əsaslanırsa, onlardan fərqli olaraq naqilsiz sensor şəbəkələri pay-

lanmış arxitektura malikdir və çoxlu sayda çıxış nöqtəsi olan tranzit qovşaqlar vasitəsilə informasiyanın ötürülməsinin retranslyasiya metodundan istifadə edir. Özü təşkil olunan bu şəbəkələr zədələnmiş qovşaqlar və yüklənmiş kanallardan yan keçməklə daha yaxşı marşrut seziqlər. Başqa süzülə, sensor şəbəkələrinin topologiyası qovşaqlar arasında birbaşa əlaqəni, ya da mənbə ilə qəbuledici arasında verilənlərin tranzit ötürülməsini nəzərdə tutur. Buna uyğun olaraq hər bir qovşaq verilənlərin mübadiləsinə başlamazdan əvvəl həll etməlidir ki, o çıxış funksiyasını yerinə yetirəcək, tranzit qurğu olacaq və ya hər iki rolu özündə birləşdirəcək. Sonra fərdi qovşaqlar sual-cavab tipli protokoldan istifadə edərək öz qonşularını müəyyən edir. Qoşulma prosedurunun axırında qovşaqlar qəbul edilən siqnalın gücü, buraxma qabiliyyəti, paketlərin gecikməsi, səhvlər tezliyi, kommunikasiya kanallarının xarakteristikalarını və digər parametrləri ölçürlər. Qonşu qovşaqlar bu parametrlərlə mübadilə edir, sonra isə onların əsasında hər birisi qonşuları ilə daha yaxşı xidmətin keyfiyyəti üzrə kommunikasiya marşrutu seçir. Qoşulma və daha yaxşı marşrutun seçilmə prosesləri fon rejimində yerinə yetirilir, belə ki, hər bir qovşaq öz qonşularının aktual siyahısına malikdir. Hər hansı qovşağın bu və ya digər səbəbə görə çıxışı olmadıqda onun qonşuları öz cədvəllərini tez dəyişə bilər və yeni optimal marşrut hesablama bilər. Öz-özünə konfigurasiyalaşma və bərpa olunma qabiliyyəti sensor şəbəkələrinin yüksək etibarlılığını təmin edir. Naqilsiz sensor şəbəkələri yüzlərlə və hətta minlərlə qovşaqlardan ibarət ola bilər ki, bu da onları asan genişləndirməyə və lazımı çoxluğu təmin etməyə imkan verir.

SŞ-nin tipik struktur sxeminə nəzər salsaq görərik ki, bütün sensor qovşaqları vahid naqilsiz şəbəkə əmələ gətirir və informasiyanı mübadilə etməyə qabildirlər [4]. Bu zaman informasiyanın şəbəkənin uzaq qovşağından şlüzə ötürülməsi zəncir üzrə, bir qovşaqdan digərinə ötürmə vasitəsilə baş verir ki, bu da böyük əhatə zonası yaratmağa imkan verir. İnformasiya şlüz vasitəsilə əsas kompüterə, oradan da peyk rabitəsinin köməyi ilə mərkəzi verilənlər bazasına ötürülür.

Qeyd etmək lazımdır ki, hər bir konkret şəbəkə üçün sensorlar işləmək və istehsal etmək olduqca baha başqa gəlir, lakin belə problem-

lərin həlli yaxşı məlumdur. Digər şəbəkə texnologiyalarında olduğu kimi burada da standartlaşdırma həyata keçirilir. Yaponiyanın Mitsubishi Electric Corp., Amerikanın Motorola və Philips Semiconductors kompaniyalarının yaratdığı ZigBee Alyansı tərəfindən SŞ üçün IEEE 802.15.4 standartı işlənmişdir [5]. Burada Bluetooth (IEEE 802.15.1) və WiMedia (IEEE 802.15.3) standartları ilə birgə fəaliyyət, məhdud təsir məsafəsi və verilənlərin mübadiləsi sürəti nəzərdə tutulur (75 m-ə və 250 Kbit/san-yə qədər).

SŞ-nin reallaşması üçün lazım olan tədqiqatlar artıq bu gün aparılır. Bu sahədə lider kimi gələcəyin bütün qabaqcıl texnologiyalarını dəstəkləyən ABŞ-ın Intel korporasiyası tanınır. Bu korporasiyanın Berkli şəhərinin (Kaliforniya) universitetində yerləşən tədqiqat laboratoriyası öz-özlüyündə SŞ-nin tədqiqat mərkəzi sayılır [6]. Laboratoriya başlıca məqsəd kimi yuxarıda xatırlanan naqilsiz inteqrə olunmuş hesablama platformasının - aşağı enerji israfı sensorun yaradılmasını görür və üç əsas istiqamətdə iş aparır: cəld və açıq əməliyyat sisteminin işlənməsi; sensorlardan ibarət özü təşkil olunan şəbəkə texnologiyalarının yaradılması; onlar üçün tələb olunan proqramların işlənməsi. Artıq belə platformanın prototipi hazırlanmışdır və bu, tədqiqatçılara sensorların istifadəsinin effektiv yolunun axtarışına imkan verir. Hələlik bunlar kifayət qədər böyük qurğulardır - sensorun həcmi 5-6 kv.sm-dir, tədqiqatçılar yaxın gələcəkdə sensorun 1 kub mm həcmdə yerləşdirilməsinə nail olacaqlarına ümid edirlər. SŞ-nin əsas kriteriyaları tədqiqatçılar tərəfindən aşağıdakı kimi nəzərdə tutulmuşdur:

- bu istənilən əhatə zonasına malik və üzərinə qoyulan istənilən məsələni yerinə yetirən minlərlə sensordan ibarət naqilsiz şəbəkə olmalıdır;

- sensorlar çox az miqdarda enerji sərf etməlidirlər ki, uzun müddət ərzində batareyaları dəyişmədən işləyə bilsinlər; olduqca cəld işləməlidirlər; görünməyən, istismarda yüksək etibarlı və aşağı dəyərə malik olmalıdırlar.

Bu gün mövcud olan SŞ-dən az bir hissəsi yuxarıda qoyulan tələblərə cavab verir. Belə ki, indiki dövrdə şəbəkələr yalnız yüzədek sensordan ibarətdir, məhdud əhatə zonalıdır və yalnız dəqiq təyin olunan məsələləri yerinə yetirə bilirlər. Onlarda vericilər müəyyən tip

informasiyanı verilmiş buraxma zolağında ötürməyə qabildirlər. Enerji sərfini çox kiçik adlandırmaq olmaz, batareyanın gücü yalnız bir neçə günə çatır. Mövcud sensor vericiləri hələ kifayət qədər ətalətlidir, yüksək etibarlılıq və istismarda “görünməzlikdən” söz gedə bilməz. Əlbəttə, belə sensorlar kifayət qədər bahalıdır, ona görə də yüz sensordan ibarət şəbəkə baha başa gəlir.

Bir necə on il bundan əvvəl qeyri-adi sayılan, artıq bizim adi həyatımıza çevrilməkdədir. Belə “miniatur yarımkeçirici radionun” tətbiq imkanlarını fantaziyalarımızla genişləndirə bilərik. Məsələn, temperatur və ya kimyəvi analiz vericilərinin naqilsiz ötürmə funksiyasından istifadə etməklə sensor mühitini yaratmaq olar. Belə vericilər çox ucuz olduğuna görə bu cür hesablama qurğularını bir-başa bizi əhatə edən mühitə inteqrasiya etmək olar.

Sensorların təbabətdə tətbiqi xüsusilə çox ümidvericidir – ürək ritminin monitorinqi, həkimlərin avtomatik xəbərdarlığı üçün qan təzyiqi və bir sıra digər vacib göstəricilərin ölçülməsi və lazım gəldikdə təxirəsalınmaz köməyin göstərilməsi, xəstə və yaşlı adamların vəziyyətlərinin yüngülləşdirilməsi, adi həyatın rahatlığının yaxşılaşdırılması və s. [7]. Müxtəlif cür sensorlarla təchiz olunan uşaq çarpayısı nəinki uşağın tənəffüsünə nəzarət və bədəninin temperaturunun dəyişməsinə qeyd etmək, həmçinin böyüklərə təhlükəli dəyişiklik haqqında xəbərdarlıq etmək və hətta hər hansı bir tədbir görməyə qabildir. Üzgüçülük hovuzu özü sərbəst olaraq suyun təmizliyinə nəzarət edə bilər. Bundan başqa binalarda olan tüstü detektorları nəinki yanğı qeydə alır, həm də yanğınsöndürənlərə tüstülənmənin hansı mərtəbə və otaqlarda daha çox və ya az olduğu haqqında məlumat verir.

SŞ intellektual ev şəbəkələrinin tərkib hissəsi kimi də çıxış edə bilər. ABŞ-ın Intel korporasiyasının texnoloji sərəgədə göstərdiyi yeni texnologiyalardan biri də xəstələrə baxış ev sistemidir. Bu sistemlərin prototipi kiçik yarımkeçirici vericilərin ayaqqabı, mebel əşyaları və ev qurğuları kimi obyektlərə quraşdırılaraq yaşlı və məhdud fiziki imkanlı adamlara evdə adi həyat tərzini keçirməyə şərait yaratdığını nümayiş etdirdi. Tədqiqatçılar təyin etmişlər ki, mürəkkəb alqoritmlərdən istifadə etməklə naqilsiz sentsor şəbəkələri güclü kompüterlər və müxtəlif ev qurğuları vasitəsilə

məlumat göndərərək yaşlı və xəstə adamlara kömək etmək və onlara baxışı yüngülləşdirmək mümkündür. Bu isə bütövlükdə yaşlı nəslin problemini həll etməyin və yüklənmiş səhiyyə sisteminin işini yüngülləşdirməyin yaxşı həll yolu ola bilər. Beləliklə, yeni texnologiyalar yaşlı adamları layiqli və sakit həyatla təmin edərək peşəkar baxışa çəkilən xərcləri azaltmaqla bərabər, xidmət personalının və ailə üzvlərinin işini də asanlaşdırır.

SŞ-nin istifadə imkanları ev və ya ofis həddlərindən daha uzaqlara gedib çıxır. Onların daha aydın tətbiq sahələri kimi ekologiyaya və xilasetmə xidmətinə göstərmək olar. Böyük meşə massivini təsəvvür edək. Təyyarədən səpilməmiş bu qurğular tez bir zamanda bir-biri ilə əlaqə yaradır və şəbəkə şəklində qurularaq informasiya toplamağa və ötürməyə hazır olur. Verilən parametrlərdən asılı olaraq sensorlar meşə yanğınlığının yaranmasına, ya da ki, azan turist qrupunun marşrutuna nəzarət edib “yaşıl okeanın” dəqiq monitorinqini özü təşkil olunan naqilsiz şəbəkə üzrə dispetçer mərkəzinə ötürə bilər. Bundan başqa sensor şəbəkələri məhsulun yetişməsinə nəzarət edərək fermerlərə cürcətiləri sulamaq ehtiyacının olduğunu bildirə bilər, eyni zamanda bu qurğular xüsusi icraedici mexanizmlər olan aktuatorlarla təchiz olunsaydı, onlar suvarma qurğularını açıb-bağlaya, yəni idarə edə bilərlər. Məntiq qurğuları quraşdırıb yerindəcə bir sıra emal aparmaqla, dispetçer mərkəzinə yalnız faydalı informasiya ötürər, beləliklə də, trafik az yükləyərək, sürətin artmasına və ötürmə vaxtının azalmasına şərait yaratmış olar. Belə halda həmin şəbəkələr məntiq quraşdırılmış sensor şəbəkələri – Smart Sensor Networks adlandırılır.

SŞ istehsalat və ictimai yerlərdə iqlimin vəziyyətinə nəzarət edib, hətta onu idarə edə bilərlər. Onlar yollarda da çox faydalıdır. Bir-birilə əlaqəyə girərək maşınların axınını tənzimləyər, beləliklə də, tıxac problemi, həmçinin yol hərəkəti qaydalarının pozulmasına nəzarət öz-özünə həll olunur.

SŞ-nin elektrik təchizatının idarə edilməsi üçün istifadəsi çox böyük elektrik enerjisinə qənaət etməyə imkan verir [8]. Belə idarəedici şəbəkəni mənzilinizdə təsəvvür edin. Sizin yerinizi təyin etməklə vericilər bütün otaqlarda arxanızca işığı söndürə və ya daxil olduqda qoşa bilərlər. Əgər belə şəbəkələr küçə və

yolların işıqlanmasına nəzarət üçün istifadə edilsə, elektrik enerjisinin çatışmazlığı problemi öz-özünə yox ola bilər.

SŞ-nin tətbiq sahələrindən biri də kənd təsərrüfatıdır. Sensorlar vasitəsilə yığılan informasiya maksimal məhsuldarlığın təmin olunması üçün istifadə oluna bilər.

Bu şəbəkələrin tətbiq ediləcəyi sahələrdən biri də ekologiya və hidrometeorologiyadır. Ekologiyada tətbiq edilən SŞ ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını vaxtında almış olardı. Hidrometeorologiyada tətbiq olunan sensorlar havanın vəziyyəti barədə informasiyanın mərkəzə operativ ötürülməsinə xidmət edərdi. Həqiqətən, hal-hazırda hər bir hidrometeoroloji məntəqədə ölçülər aparən işçi üçün kiçik də olsa tikili sahə (ev) və uyğun kommunikasiyalar olmalıdır. Lakin bu məntəqələrin ölkə üzrə sayının çox olmasını nəzərə alsaq, onda bu kiçik evlər "böyümüş" olur, yəni məntəqələrin tikintisi çox vəsait tələb edir. Bundan başqa burada vaxt məsələsi də böyük rol oynayır. Məntəqə işçisinin bu ölçüləri qeyd etməsinə, kompüterdə yığmasına və nəticənin ötürülməsinə az vaxtı getmir. SŞ-nin tətbiqi bütün bunların səmərəli həllinə imkan verir.

Eyni zamanda seysmologiyada tətbiq olunan şəbəkələr zəlzələlərin qeydiyyatı haqqında operativ informasiya verərdi. Çaylar üzərindəki su anbarlarında qurulmuş sensorlar suyun parametrlərinə nəzarəti həyata keçirərdi. Eləcə də bu şəbəkələri GIS, televiziya, aviasiya və digər sahələrdə də tətbiq etmək olar.

SŞ sahəsində aparılan ən son tədqiqatlardan biri də Intel firmasının Proactive-Computing istiqamətidir. "Qabaqcadan hesablama" mənasını verən bu layihənin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, əgər indi hesablama texnikasının ənənəvi modelində kompüterə hər hansı tapşırıq verib onun həllini gözləyiriksə, layihələndirilən modeldə kompüter bizim ehtiyaclarımızı qabaqcadan duyaraq mənafeyimizə uyğun hərəkət edəcəkdir. Yəni kompüter cari vəziyyəti analiz edərək qabaqlayıcı hesablamalar aparıb bizə sonrakı mümkün hərəkət variantlarını təklif edəcək, bəzi hallarda isə bizi yorucu proseslərdən azad edərək işi tamamlayacaq. Bunun üçün Intel firmasında insanın hissiyyat orqanlarının funksiyalarını həyata keçirən güclü sensorların layihələndi-

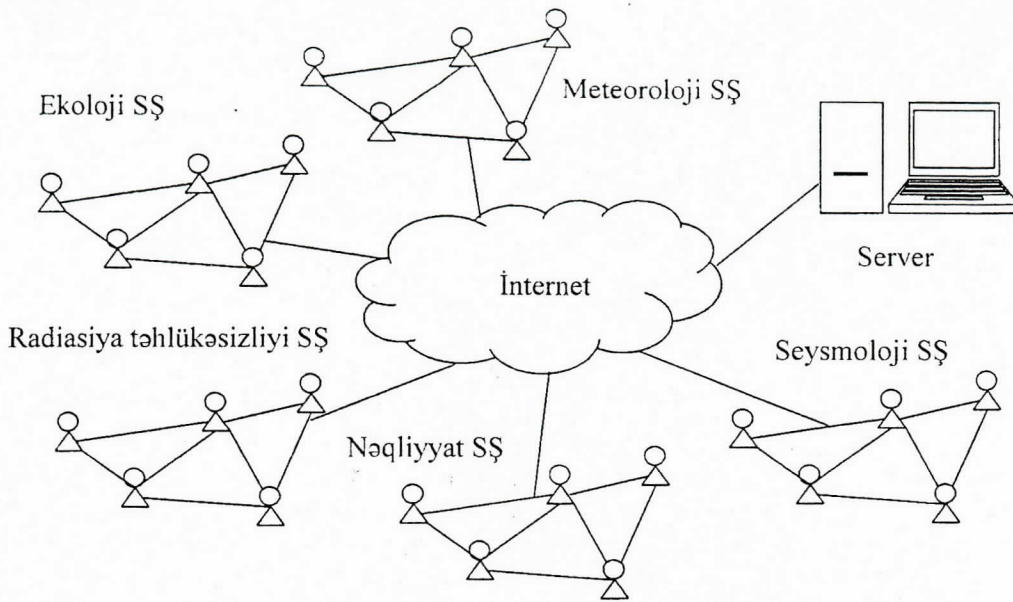
rilməsi üzərində intensiv işlər aparılır.

SŞ-nin imkanlarını İnternet texnologiyaları ilə birləşdirsək, onda real dünya hadisələri haqqında dəqiq təsəvvürü təmin edən alət əldə etmiş olarıq. Məlumdur ki, İnternet insanlar arasında kommunikasiya funksiyalarını, digər tərəfdən onların informasiya tələbatını ödəmək məqsədilə yaradılmışdır. Düzdür, son zamanlar İnternet üzərində başqa tətbiq sahələri də meydana çıxmağa başlamışdır. Məsələn, e-bank, distant təhsil, e-kommersiya və s. Hansı tətbiq sahəsinin meydana çıxmasından asılı olmayaraq İnternet insanlarla təmasda olur. Başqa sözlə, insanlar İnternetə qoşulmuş kompüterlərin klaviaturası və digər multimedia informasiyasının daxil və xaric edilməsi vasitələri ilə informasiya mübadiləsini aparırlar. SŞ-də isə mikrokompyuterlər insanlar arasında yox, təbii-fiziki proseslərin parametrlərinin ölçülməsi və çevrilməsindən alınmış məlumatların mübadiləsi və ya müxtəlif məqsədlərlə yaradılan mərkəzi bloka ötürülməsini yerinə yetirir. Əgər SŞ İnternet üzərində reallaşarsa insanlar təkcə öz aralarında yox, eyni zamanda təbiətlə də təmas yaratmış olurlar. Bu o deməkdir ki, insan artıq Yer kürəsində geniş coğrafi məkanda bütün təbii prosesləri nəzarətə götürmək, monitorinqini aparmaq və ən başlıcası idarə etmək imkanı qazanır. Bununla da SŞ İnternetin inkişafının keyfiyyətə yeni mərhələsinə keçməsinə təkan verəcəkdir. Belə ki, İnternetə qoşulmuş SŞ-nin hər bir sensoru IP ünvanı almaqla qlobal SŞ-nin qurulmasına şərait yaradacaqdır (şəklə bax).

SŞ-nin istifadə imkanları bəşəriyyətin praktiki olaraq bütün fəaliyyət dairəsinə yayılmışdır. Əhatə dairəsinin miqyasını daha da genişləndirməklə onların perspektiv tətbiq sahələri aşağıdakı kimi təsnif olunur:

– təhlükəsizlik sistemləri və müdafiədə – kommersiya təhlükəsizlik sistemləri; personanın monitorinqi; qiymətli materialların və incəsənət əsərlərinin qorunması; ev təhlükəsizlik sistemləri; milli təhlükəsizlik məqsədilə ətraf mühitə nəzarət; qoşunların, birləşmələrin hərəkət marşrutunun izlənməsi; hərbi obyektlərin mühafizəsi;

– sənaye monitorinqində – avadanlıqların texniki baxışı, effektiv istifadəsi və profilaktik qulluğu; istehsal proseslərinin monitorinqi; qiymətli malların məsafəli monitorinqi;



Şəkil. Qlobal sensor şəbəkəsinin struktur sxemi

– tikililərin avtomatlaşdırılmasında – enerji təchizatının idarə edilməsi; nəzarət (kondisioner, ventilyasiya, qızdırılma); təhlükəsizlik sistemləri; ətraf mühitin vəziyyətinin daxildən və xaricdən monitorinqi; işıqlanmaya nəzarət; yanğın siqnalizasiya sistemləri; qaz, su, elektrik enerjisi sayğacları üçün retranslyatorlar;

– loqistikada – yüklərin, konteynerlərin monitorinqi;

– ekologiya və fəvqəladə hallarda – ətraf mühitin çirklənməsinin monitorinqi; heyvanların, həşəratların miqrasiyası; meşə yanğınları; fəvqəladə hallarda insanların xilas;

– səhiyyədə – fizioloji monitorinq; təxirəsalınmaz kömək; personalın monitorinqi və s.

Dünyada gedən proseslərə uyğun ölkəmizdə də İnformasiya Cəmiyyətinin qurulması və İKT-nin inkişafı sahəsində intensiv işlər aparılır. “İnformasiya Cəmiyyətinin” problemlərinə həsr olunmuş 2003-cü il Cenevrə, 2005-ci il Tunis sammitlərində ölkəmizin fəal iştirakı buna bariz misaldır.

Sensor şəbəkələrinin tətbiqi ölkənin informasiya infrastrukturunun inkişafında çox vacib rol oynaya bilər, çünki indiki dövrdə bu, informasiya axınlarının bütün ərazi üzrə paylanmasının ən qənaətli və sadə üsuludur.

## NƏTİCƏ

Hesablama texnikası və rabitə vasitələrinin inkişafı ilə yeni era – naqilsiz şəbəkələr və paylanmış hesablamalar erası başlanmışdır.

SŞ-nin istifadə imkanları bəşəriyyətin praktiki olaraq bütün fəaliyyət dairəsinə yayılmışdır. Onlar kompüterin universal hissiyyat orqanları kimi meydana çıxaraq real dünyada baş verənlər haqqında informasiya almaq və onlara reaksiya vermək imkanlarına malik olacaqdır. Bununla da kompüterlərin fəaliyyət sahəsi bir neçə dərəcə genişlənəcək və dünyada bütün fiziki obyektlər onlar tərəfindən tanınacaqdır. SŞ-nin İnternet əsasında həyata keçirilməsi təbii proseslərin nəzarəti, monitorinqi və idarə olunması üçün geniş imkanlar açır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Зубинский А. Распыленная разумность // Компьютерное Обозрение, №8, 2003. – С. 73–74.
2. Бараш Л. Ячеистые сети – следующий шаг в развитии беспроводных технологий // Компьютерное Обозрение, №3, 2004. – С. 50–52.
3. Бараш Л. Многообразие стандартов беспроводных технологий // Компьютерное Обозрение, №10, 2003. – С. 61–62.
4. Пахомов С. Беспроводные сенсорные сети: миф или реальность? // Компьютер Пресс, №10, 2002, С. 47–49.
5. Стандарты и технологии (беспроводные системы) // Электронные компоненты. №5, 2003, с. 79–83.
6. [www.intel.com/research](http://www.intel.com/research).
7. Carmen C.Y. Poon, Yuan-Ting Zhang, and Shu-Di Bao. A novel biometrics method to secure wireless body area sensor networks for telemedicine and m-health // IEEE Communications Magazine. April 2006, Vol. 44, No. 4, pp. 73–81.
8. Raghunathan V., Ganerwal S. and

S r I v a s t a v a M. Emerging techniques for long lived wireless sensor networks // IEEE Communications Magazine. April 2006, Vol. 44, No. 4, pp. 108-114.

### XÜLASƏ

Bu gün üçün çox aktual və perspektiv texnologiyalardan sayılan sensor şəbəkələrinin yaradılması və tətbiqi, problemləri və onların həlli yolları araşdırılmışdır. Sensor şəbəkəsinin struktur sxemi verilmiş, tətbiq sahələrinin təsnifatı və inkişaf perspektivləri göstərilmişdir.

### РЕЗЮМЕ

Проведен анализ состояния, проблем и путей создания и применения сенсорных

сетей, считающихся на сегодняшний день одной из актуальных и перспективных технологий. Дана структурная схема сенсорной сети, приведена классификация областей применения и перспективы развития.

### SUMMARY

Analysis of a condition, problems, ways of creation and application of sensor networks, considered for today as one of urgent and perspective technologies, have been conducted. The structural scheme of a sensor network, the classification of application areas and development prospects are given.