

UOT 004.9:351

İmamverdiyev Y.N.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu Azərbaycan, Bakı

<sup>2</sup>Yonse Universiteti, Koreya Respublikası, Seul

## KOREYA RESPUBLİKASINDA E-ELM INFRASTRUKTURUNUN İNKİŞAF MƏSƏLƏLƏRİ

*Koreya Respublikası sürətli iqtisadi inkişafına görə bir fenomendir və bu uğurun qazanılmasında elm və texnologiya mühüm rol oynamışdır. Bu məqalədə Koreya Respublikasında e-elm infrastrukturunun formalaşması və inkişafı üzrə həyata keçirilmiş təşkilati tədbirlər, milli təşəbbüslər və layihələr analiz edilir. E-elmin şəbəkə infrastrukturunu təşkil edən KREONET və GLORIAD şəbəkələri, həmçinin qrid infrastrukturunun yaradılması üzrə K\*Grid milli təşəbbüsü haqqında məlumat verilir. Koreya e-elm layihəsinin vəzifələri, mərhələləri, layihə çərçivəsində həyata keçirilmiş işlər, əsas tətbiqi tədqiqat sahələri analiz edilir, layihənin təcrübəsi ümumiləşdirilir.*

**Açar sözlər:** e-elm, qrid, hesablama buludları, K\*Grid təşəbbüsü, KREONET, GLORIAD, Koreya Respublikası.

### Giriş

Yeni minillikdə informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) inkişafının ən xarakterik xüsusiyyəti vətəndaş, cəmiyyət və dövlət qarşılıqlı əlaqələrinin elektron mühitinin yeni komponentlərinin formalaşmasıdır. Bu prosesin ən geniş yayılmış nəticəsi e-dövlətdir. BMT 2001-ci ildən başlayaraq hər iki ildən bir üzv ölkələrdə e-dövlət quruculuğu üzrə fəaliyyəti qiymətləndirir və ölkələrin reytingini (e-dövlətin hazırlıq indeksini) müəyyənləşdirir. Bu reytinglərdə Koreya Respublikası həmişə ilk onluqda qərarlaşırdı, 2010 və 2012-ci il reyting sıralamalarında isə birinci yeri tutmuşdur [1].

Bu strateji hədəfə nail olmağın əsası hələ 1995-ci ildə qoyulmuşdu. Həmin vaxt Koreya hökuməti “çox yüksəksürətli informasiya şəbəkəsi” (ing. *Very high Speed Information Network, VSIN*) adlı milli layihənin icrasına başlamışdı [2]. Layihə nəticəsində ölkə miqyasında optik kommunikasiya kabel infrastrukturunu quruldu. Bu infrastruktur Koreyada əksər kommuniya tikililərinin və yaşayış binalarının yüksəksürətli kommunikasiya şəbəkələrinə çıxışını təmin edir. Koreya hökuməti bu infrastruktur üzərində yüksək keyfiyyətli e-dövlət servisləri, e-kommuniya servisləri və digər informasiya texnologiyaları servisləri qurdu. E-dövlətin şəbəkə magistralı olan VSIN layihəsinin uğurundan sonra Koreya hökuməti elm və texnologiyaların qabaqcıl ölkələrlə rəqabət qabiliyyətini artırmaq üçün yeni texnologiyalar tətbiq etməklə elmi-tədqiqat proseslərinin də inkişaf etdirilməsinə cəhd etdi.

Koreya hökuməti daim təhsil, elm və texnologiya sahəsinə yatırılan investisiyaların artırılması siyasətini yürüdür. Bunun nəticəsində elmi-tədqiqatlara çəkilən xərclərin ÜDM-ə nisbətində görə Koreya dünyada lider ölkələr sırasındadır [3]. Lakin elm sahəsində ölkənin rəqabət qabiliyyəti aşağıdır, texnologiya ticarətində ölkənin saldosu İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı (*Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*) ölkələri arasında ən aşağı səviyyələrdən biridir [4]. Koreya Respublikasının qabaqcıl sənaye ölkələrindən idxal edilən baza texnologiyalarından asılılığı 1994-cü ildəki 11,5%-dən 1997-ci ildə 19%-ə kimi yüksəlmişdi, həmin vaxt ABŞ-ın sənaye texnologiyalarının idxalından asılılığı 3,2%, Almaniya və Yaponiyanın asılılığı isə 6,4% səviyyəsində qalmışdı. Koreya sənayeləşmə prosesinə gec qoşulmuş və texnologiya yaratmaq əvəzinə, hazır texnologiyalardan istifadə olunmasına üstünlük vermişdir. Bunun nəticəsində fundamental elmlər sahəsində xroniki gerilik yaranmış, milli innovasiya sistemi yeni tədqiqatların təşkilinə deyil, xarici texnologiyaların qəbuluna və təkmilləşdirilməsinə yönəlmişdi.

Neqativ tendensiyaları aradan qaldırmaq və milli innovasiya sisteminin yeni əsaslarını formalaşdırmaq üçün Koreya hökuməti 2000-ci ildən başlayaraq bir sıra tədbirlər həyata keçirir. Onlardan biri də elmi-tədqiqatların yeni keyfiyyət səviyyəsinə qaldırılması məqsədi ilə müasir e-elm infrastrukturunun yaradılmasıdır.

Bu işdə Koreya Respublikasında e-elm infrastrukturunun təşəkkülü təcrübəsi analiz edilir. Əvvəlcə e-elm anlayışına qısa nəzər salınır, Koreyada e-elm layihələrinin idarə edilməsi üçün yaradılmış təşkilati struktur barəsində məlumat verilir. E-elm infrastrukturunun komponentlərinin yaradılması üçün Koreyada həyata keçirilmiş “Milli K\*Grid təşəbbüsü”nün və “Milli e-elm layihəsi”nin əsas məqsədləri, hədəfləri və funksiyaları, xüsusiyyətləri analiz edilir, digər ölkələrin anoloji layihələri ilə müqayisə edilir. E-elm infrastrukturunun superkompüter və şəbəkə komponentləri, bulud hesablamaları layihəsi, eləcə də e-elm sahəsində həyata keçirilən beynəlxalq əməkdaşlıq haqqında da məlumat verilir.

### **E-elm konsepsiyası**

Müasir elmi-tədqiqatlarda tədqiqat problemləri daha mürəkkəbdir, elmi-tədqiqat obyektini təcrid etmək çətindir. O, elmin bir neçə sahəsini əhatə edir və genişmiqyaslıdır. Elmi-tədqiqatlarda böyük həcmdə verilənlərdən intensiv istifadə edilir. Verilənlərin intellektual analizi, kompüter modelləşdirməsi lazımi, zəruri metodlara çevrilir, elmi tədqiqatçılar arasında daha çox kommunikasiya, əməkdaşlıq, koordinasiya ehtiyacı yaranır [5]. Bu məqsədlərlə İKT-nin elmdə geniş istifadəsi sayəsində elmi-tədqiqatların xarakterində, təşkilində, miqyasında, mürəkkəbliyində, həyat tsiklində, alətlərində bir sıra mühüm dəyişikliklər baş verir, elmi-tədqiqatların aparılmasının yeni texnologiyaları və alətləri yaradılır, yeni elmi-tədqiqat modeli və təşkilat modeli (virtual laboratoriya) meydana çıxır. Hazırda bu keyfiyyət dəyişikliklərini “e-elm” termini ilə xarakterizə edirlər (ABŞ-da “kiberinfrastruktur” termininə üstünlük verilir) [6, 7].

E-elm termini 1999-cu ildə Böyük Britaniya Elmi Şuralarının baş direktoru Con Teylor tərəfindən daxil edilib [8]: “E-elm – elmin aparıcı sahələrində qlobal əməkdaşlıq və buna imkan yaradan yeni nəsil infrastruktur deməkdir.” Bu tərif, əsasən, texniki aspektlərə işarə edir: e-elm müxtəlif elm sahələrində, laboratoriyalarda, təşkilatlarda və ölkələrdə tədqiqatçıların qlobal əməkdaşlığını təmin edir, coğrafi paylanmış qeyri-bircins resursları – hadisələrin və proseslərin kompüter modellərini, hesablama sistemlərini, tədqiqat avadanlığını, elektron kitabxanaları, verilənlər bazalarını və informasiya resurslarının digər mənbələrini, sensorları, proqram vasitələrini, şəbəkə resurslarını əhatə edir. Son vaxtlar e-elm anlayışı daha çox İKT-nin elmə tətbiqinin sosial aspektlərini və nəticələrini xarakterizə etmək üçün işlədilir [9].

E-elmin uğurunun əsas səbəbi – mürəkkəb paylanmış sistemlərin yaradılmasına imkan verən yüksəksürətli hesablamaları, nəhəng həcmdə verilənlərə sürətli girişi və səmərəli kommunikasiyaları dəstəkləyən yeni texnologiyaların sürətli inkişafıdır.

E-elm sahəsində tədqiqat fəaliyyətinin əksəriyyəti elmi-tədqiqatları dəstəkləmək üçün hesablama alətlərinin və infrastrukturun yaradılmasına yönəlib [9]. E-elm infrastrukturunu paylanmış hesablama texnologiyalarından geniş istifadə etməklə elmi-tədqiqatlar aparmağa imkan verir və buraya superkompüter resursları, yüksəksürətli şəbəkələr, grid infrastrukturunu, verilənlər saxlanıcı və birgə istifadə edilən digər resurslar daxildir. Bu infrastruktur alimlərə texniki resurslardan birgə, əlaqələndirilmiş şəkildə və asanlıqla istifadə etməyə imkan verir. E-elm infrastrukturunun tərkib hissələri unikal elmi-tədqiqat alətləri – fəvqəlgüclü elektron mikroskoplar, elementar zərrəciklərin sürətləndiriciləri, mürəkkəb tibbi avadanlıq və s. ola bilər.

Əksər inkişaf etmiş ölkələrdə e-elm infrastrukturunun qurulması üzrə bir sıra layihələr – məsələn, Böyük Britaniyada “E-elm Proqramı” (birinci mərhələ 2001-2004 və ikinci mərhələ 2003-2006-cı illər), ABŞ-da “Kiberinfrastruktur layihəsi” (2001-2005) həyata keçirilmişdir.

Milli e-elm layihələrində bir sıra xüsusiyyətlərin mövcudluğunu da qeyd etmək zəruridir [10,11]. Məsələn, ABŞ Milli Elm Fondu təbiət elmləri üzrə bir sıra e-elm layihələrini maliyyələşdirir. Yalnız bu yaxınlarda vebin sosial şəbəkə strukturunu analiz etmək və real zaman

ərzində multimodal davranış məlumatlarını toplamaq üçün e-tədqiqat platformalarının yaradılması üçün layihələri maliyyələşdirməyə başlamışdır. Koreya e-elm proqramı yüksək məhsuldarlıqlı hesablamalara və uzaq məsafədən əməkdaşlıq üçün sürətli tədqiqat şəbəkələrinə söykənməklə təbiət, biotəbabət və texniki elmlər istiqamətində inkişaf etmişdir.

### **E-elmin təşkilati strukturu**

Koreyada milli e-elm infrastrukturuna 2005-ci ildən Koreya Elm və Texnologiya Nazirliyi və onun tabeliyində olan Koreya Elmi-Texnoloji İnformasiya İnstitutu (ing. *Korean Institute for Science Technology Information, KISTI*) cavabdehdir. Nazirlik ümumi planlaşdırma və menecmenti həyata keçirir, e-elm sahəsində bir sıra mühüm təşəbbüslərin, o cümlədən, superkompüterlərdən və qabaqcıl tədqiqat platformalarından ortaqlar istifadə siyasətinin müəllifidir.

KISTI 2001-ci ildə yaradılıb, Koreyada 120-dən artıq institutda aparılan elmi-tədqiqatlara informasiya dəstəyi verir. E-elm sahəsində KISTI ümumi proqram təminatının və istifadəçilərin dəstəklənməsi texnologiyalarının işlənməsini, e-elm layihələrinin müfəssəl planlaşdırılmasını və menecmentini, istifadəçilərin təlimatlandırılması və dəstəklənməsini, ictimaiyyətlə əlaqələri həyata keçirir.

Nazirlik və KISTI ilə yanaşı e-elmin təşkilati strukturuna e-elm üzrə Məsləhət Şurası, e-elm üzrə İdarəetmə Komitəsi, elmi-tədqiqat institutları və universitetlər də daxildir. Məsləhət Şurası uzunmüddətli və birillik planlaşdırmanı nəzərdən keçirir və rəy bildirir. İdarəetmə Komitəsi layihələrin qiymətləndirilməsini və texniki konsaltinqi həyata keçirir. Elmi-tədqiqat institutları və universitetlər e-elm üzrə tətbiqi tədqiqatları həyata keçirirlər.

### **E-elmin superkompüter resursları**

*KISTI*-də superkompüter resurslarının formalaşdırılması 1988-ci ildə *Cray 2S* ilə başlayır, onun sürəti 2 *Gflops* idi. Sürəti 115 *Gflops* olan *Cray T3E MPP* sistemi 1997-ci ildə quraşdırıldı və 5 il istismar edildi. *CAVE* vizuallaşdırma sistemi 2000-ci ildə *SGI ONYX* maşınlarında qurulmuşdu. *Alpha* prosesoru *HP SMP* maşınları son illərə qədər istifadə edilirdi. 2004-cü ildə 1 *TFlops* (*Tera flops*) məhsuldarlıqlı klaster sistemi quraşdırılmışdı. Bu superkompüter resurslarının vacib hissəsi idi.

4-cü superkompüter 2007-ci ilin dekabrından 2010-cu ilin noyabrına qədər olan müddətdə *Oracle Sun Blade x6048* serverlərində qurulmuşdu, ümumilikdə 28672 nüvə və 81 TB sistem yaddaşı var, nəticədə 324 *Tflops* məhsuldarlıq əldə edilir (2012-ci il iyun ayına olan TOP500 siyahısında 64-cüdür, <http://www.top500.org/list/2012/06/>). Disk yaddaşı 1,2 Pbayt, lent yaddaşı 2,4 Pbaytdır.

Koreya Meteorologiya Administrasiyasında daha güclü superkompüter resursları istismar edilir (2012-ci il iyun ayına olan TOP500 siyahısında 55 və 56-cıdır).

*KISTI*-dən əlavə Seul və Busan Dövlət Universitetlərində də güclü superkompüter resursları mövcuddur.

Qeyd edək ki, 2012-ci ildə *KISTI* və Superkompüter Tətbiqləri üzrə Milli Mərkəz (ABŞ) superkompüter üzrə texnologiyaların inkişaf etdirilməsi, tədqiqat və təhsil alətlərinin, interfeyslərinin hazırlanması, proqramlaşdırma mühitlərinin yaradılması məqsədi ilə birgə laboratoriya yaratmışdır.

### **E-elmin şəbəkə infrastrukturuna**

Koreyanın e-elm proqramları çərçivəsində həm milli (*KREONET*), həm də beynəlxalq səviyyədə (*GLORIAD*) fəaliyyət göstərən yüksəksürətli tədqiqat şəbəkələri yaradılmışdır [12, 13]. *KREONET* (*Korea Research Environment Open Network – Koreya Açıq Elmi-tədqiqat Şəbəkəsi*) 1988-ci ildə işə salınıb və daxili əlaqələr üçün istifadə edilir. *KREONET* ölkənin mərkəzində 1974-cü ildə yaradılmış elm parkı olan *Deduk* İnnopolisində yerləşən 200

elmi-tədqiqat institutu və 100 000 istifadəçi üçün mürəkkəb tədqiqat avadanlıqları və yaddaş qurğularından ortaqlı istifadəni təmin edir.

*KREONET*-in sürəti Seul-Decon xəttində 20 Qbit/san, 14 regional mərkəzlə əlaqə sürəti isə 5-10 Qbit/san-dir, vahid monitorinq xidməti (24 saat) və yeni nəsil texnologiyalar (*IPv6*, *QoS*, *Multicast*) istifadə edilir.

*KREONET* şəbəkəsinin yenilənmiş variantı *KREONet2* hibrid magistral şəbəkəsinə əsaslanır və həm paket, həm də optik servislər göstərə bilər. Böyük şəbəkələrdə 16 regional mərkəzlə 5-10 Qbit/san. əlaqə mövcuddur. Dedük elm şəhərində SuperSiReN şəbəkəsi 6 dövlət institutunu KISTI ilə 10 Qbit/san. ilə birləşdirirdi, hazırda bu sürət 40 Qbit/san.-ə çatdırılıb.

Beynəlxalq tədqiqat şəbəkəsinə *GLORIAD* (*GLO*bal *R*ing *n*etwork *f*or *A*dvanced *a*pplication *D*evelopment – Qabacıl Texnologiyaların İnkişafı üçün Qlobal Şəbəkə), *APII* (*A*sia *P*acific *I*nformation *I*nfrasturcture *T*estbed – Asiya-Sakit Okean İnformasiya İnfrastrukturunun Test Sistemi) və *TEIN* (*T*rans-*E*urasia *I*nformation *N*etwork – Trans-Avrasiya İnformasiya Şəbəkəsi) daxildir. *GLORIAD* qlobal şəbəkəsi Asiya, Avropa və Şimali Amerikanı birləşdirir, e-elm və qrid tətbiqləri üçün yüksək sürətli şəbəkə rolunda çıxış edir [13]. Kiçik *GLORIAD* 2004-cü ilin yanvarında ABŞ, Rusiya və Çin tərəfindən yaradılmış, 2004-cü il iyundan Koreya 4-cü əsas ölkə kimi qoşulmuşdur. Böyük *GLORIAD* 10 Qbit/san şəbəkəsi ilə Sietl (ABŞ) – Kalqari, Toronto (Kanada) – Çikaqo, Nyu-York (ABŞ) – Amsterdam (Niderland) – Moskva, Novosibirsk, Xabarovsk (Rusiya) – Pekin, Honq-Konq (Çin) – Decon (Koreya) – Sietl dairəvi xətti üzrə işləyir. KISTI iki 10 Qbit/san. xətti üçün cavabdehdir: Koreyadan ABŞ-a və Koreyadan Çinə (Honq-Konqa). Asiya-Sakit Okean İqtisadi Şurasının altı üzv ölkəsi 1996-cı ildən *APII* layihəsində iştirak edir və informasiya texnologiyalarına aid tədqiqatlarda istifadə edilir.

### Milli K\*Grid təşəbbüsü

E-elm məsələlərinin reallaşdırılması üçün ilk və əsas cıgırı qrid texnologiyaları açmışdır. Müasir elmi-tədqiqatlarda nəhəng həcmdə informasiya istifadə edilir (məsələn, böyük adron kollayderi ildə 25 Pbayt informasiya generasiya edir) və hazırda belə axınların saxlanması və emalı üçün yeganə həll qridir.

Qrid paylanmış, dinamik virtual təşkilatlarda müxtəlif resursların ortaqlı və əlaqələndirilmiş istifadəsini dəstəkləyən texnologiyalar və infrastrukturudur [14]. Qrid bütün əhəmiyyətli resurslara çevik, yüksəksürətli girişi təmin edir, tələbata görə virtual hesablama sistemi yaratmağa imkan verir. Qrid yüksəksürətli kompüterləri, böyük məlumat bazalarını, tədqiqat avadanlığını, program təminatını, tədqiqatçıları şəbəkə vasitəsilə əlaqələndirməyə xidmət edən əsas texnologiya və idarəetmə sistemidir. Qridi hesablama qridi, verilənlər qridi və giriş qridi (ing. access grid) kimi siniflərə bölmək olar [14]. Hesablama qridi paylanmış birgə hesablama resursları (metakompüter resursları) yaradır, olduqca böyük miqyaslı, yüksəksürətli hesablama və məsafədən nəzarət imkanı verir. Verilənlər qridi coğrafi paylanmış böyük miqyaslı verilənlərin analizini və idarə olunmasını, yüksəksürətli İnternetdən istifadə etməklə beynəlxalq əməkdaşlığı həyata keçirməyə xidmət edir. Giriş qridi birgə əməkdaşlığı dəstəkləmək üçün interfeys təqdim edir, real vaxt rejimində məsafədən konfranslara və qrid infrastrukturunda birgə tədqiqatlara imkan verir.

İnkişaf etmiş ölkələrdə qrid infrastrukturunun yaradılması üzrə 2000-ci illərdə 40-a yaxın layihə həyata keçirilmişdir [15]: ABŞ-da 4 iri superkompüter mərkəzinin resurslarının birləşdirilməsi üzrə *TeraGrid* (2000-2007), böyük hesablama gücləri tələb edən elmi tədqiqatların aparılması üçün *Open Science Grid*, Avropada 18 kompüter mərkəzini birləşdirən *DEISA* (*D*istributed *E*uropean *I*nfrasturcture *f*or *S*upercomputing *A*pplications – Superkompüter Tətbiqləri üçün Paylanmış Avropa İnfrastruktur), Avropa İttifaqında yüksək enerjilər, ekologiya və bioinformatika sahəsində verilənlərin emalı üçün qridin qurulması üzrə *DataGrid* (1998-2007) layihələri, Yaponiyada elmi-tədqiqat fəaliyyəti üçün qrid

infrastrukturunun qurulması üzrə *NAREGI (National Research Grid Initiative – Milli Elmi-tədqiqat Qrid Layihəsi)* layihəsi (2003-2007) və s. Avropa İttifaqı tərəfindən maliyyələşdirilən *EGEE (Enabling Grids for E-science, "E-elm üçün qridlərin inkişaf etdirilməsi")* layihəsinin məqsədi qrid-texnologiyaların ən son naliyyətlərindən istifadə edərək elmi-tədqiqatlar üçün tətbiqi qrid-servislər infrastrukturunu yaratmaq idi. *EGEE* layihəsi üç mərhələdə - *EGEE* (aprel 2004 - mart 2006), *EGEE II* (aprel 2006 - aprel 2008), *EGEE III* (may 2008 - 2010) həyata keçirilmişdir (xələfi *EGI – European Grid Initiative*, Avropa Qrid Təşəbbüsü layihəsidir).

Qrid infrastrukturunu e-elm üçün əsas infrastruktur hesab edilir, buna görə Koreya dövləti də 2002-ci ildə bu global hərəkətə qoşulur və *K\*Grid* milli layihəsini həyata keçirir. Ümumi büdcəsi 35 milyon ABŞ dolları olan *K\*Grid* layihəsi iki mərhələdə (2002-2004- və 2005-2008-ci illər) həyata keçirilmişdir.

*K\*Grid* milli təşəbbüsünün əsas məqsədləri aşağıdakılar idi:

- təhlükəsiz və etibarlı qrid infrastrukturunun yaradılması;
- müxtəlif elm sahələrində istifadə üçün nəzərdə tutulmuş qrid servisləri üçün qrid proqram təminatının işlənməsi;
- bir sıra tətbiqi qrid proqramlarının işlənilib həyata keçirilməsi.

*K\*Grid* layihəsi çərçivəsində *KISTI*, Seul və Busan Dövlət Universitetlərində mövcud superkompüter resurslarını birləşdirən *TIGRIS (Tera-scale Infrastructure for K\*Grid Service – K\*Qrid Servisi üçün Tera-miqyaslı İnfrastruktur)* tera miqyaslı qrid hesablama mühiti quruldu.

Məlumdur ki, qrid-sistem üç əsas elementə əsaslanır: hesablama resursları (klasterlər), resursların İnternetə yüksək sürətlə və etibarlı çıxışı və bu resursları vahid hesablama kompleksində birləşdirən aralıq proqram təminatı (ing. *middleware*). Aralıq proqram təminatı yüksəksürətli şəbəkələrlə kompüter klasterləri yaddaş serverlərindən təşkil olunan paylanmış qridin baza infrastrukturunu üzərində yaradılır. Onun sayəsində müxtəlif təşkilatların domenlər çoxluğunda iş vahid qrid-mühitindəki kimi aparılır və istifadəçilərə vahid resurs kimi təqdim olunur.

Qrid infrastrukturunun yaradılması üçün *gLite (EGEE çərçivəsində yaradılmışdır)*, *Legion*, *UNICORE (UNiform Interface to COmputing Resources – Hesablama Resurslarına Vahid İnterfeys)*, *Globus Toolkit (Globus alətlər paketi)*, *ARC (Advanced Resource Connector – Qabaqcıl Resurs Birləşdiricisi)* və s. kimi bir sıra proqram təminatı paketləri mövcuddur. Açıq kodlu proqram təminatı olan *Globus Toolkit* paketi bu sahədə de fakto standart hesab edilir [16]. *Globus Toolkit* qrid infrastrukturunun qurulması üçün baza vasitələri təqdim edir (tapşırıqların idarə edilməsi, monitorinqi və koordinasiyası, paylanmış verilənlərə müraciət edilməsi, faylların ötürülməsi, informasiya xidmətləri və təhlükəsizlik).

*K\*Grid* nəticəsində *Globus Toolkit* üzərində aralıq proqram təminatı olaraq *KMI (K\*Grid Middleware Initiative – K\*Qrid Aralıq Proqram təminatı Təşəbbüsü)* servislər paketi və *MoreDream* alətlər paketi işləndi. *KMI-RI (KMI – Release 1 – KMI 1-ci buraxılışı)* paketi alimlərə asanlıqla hesablama qridi və verilənlər qridi quraşdırmağa imkan verir. *KMI-RI* paketi *More Dream Toolkit* ilə bir sıra proqram paketlərinin inteqrasiyasıdır: *Globus Toolkit*, qrid sertifikat xidmət mərkəzi (*KGrid CA sistemi*), qrid mühasibat servisi üçün *AIService*, *SRB (Storage Resource Broker – Yaddaş Resursları Brokeri)* və *KMI-Grid Sphere (KMI-Qrid Fəzası)*.

*K\*Grid* layihəsində qridin istifadəsinin maksimal fayda verə biləcəyi aparıcı elm sahələrinin müəyyən edilməsi üçün konkret tətbiqi sahələrə yönəlmiş proqram təminatı komponentlərinin işlənməsi nəzərdə tutulurdu (məsələn, genom və proteom qridi, toksikliyin proqnozlaşdırılması sistemi, telematika və s.). Bu komponentlər qridin imkanlarının irimiqyaslı tədqiqatlarda istifadəsinə imkan verməli idi, qrid mühitində belə tədqiqatların dəstəklənməsi geniş yayılmamışdı.

Qrid texnologiyalarının elmi tədqiqatlarda tətbiqini fəallaşdırmaq üçün qrid əsasında bir sıra pilot layihələr reallaşdırmağa başlanılır (genom və proteom qridi, qrid mühitində

dərmanların yaradılması, yüksək enerjilər fizikası üçün verilənlər qridi, tele-elm qridi, qrid əsasında maye dinamikası hesablamaları). Eyni zamanda, qrid texnologiyalarının informasiya texnologiyaları sahəsində tətbiqlərini fəallaşdırmaq üçün bir sıra qrid tətbiqlərin prototipləri (telematika servisi, onlayn oyun servisi, rendering servisi) də həyata keçirildi.

### Milli e-elm layihəsi

*K\*Grid* təşəbbüsünün təcrübəsi qrid infrastrukturunun prinsipcə yararlı olmasını sübut edirdi. Milli *K\*Grid* layihəsi nəticəsində eksperimental qurğuları və insan şəbəkələrindən istifadə etməklə Qrid hesablamaları üçün olduqca güclü tədqiqat mühiti yaradıldı. Lakin *K\*Grid* layihəsi gələcək nəsil İnternetin qurulması ilə məhdudlaşdı, tətbiqi tədqiqatların dəstəklənməsi məhdud idi, yalnız kiçikmiqyaslı layihələr dəstəklənirdi, milli miqyaslı tətbiqi tədqiqat layihələri mümkün deyildi, dövlət laboratoriyalarında və akademik institutlarda olan bahalı avadanlığın birgə və məsafədən istifadəsi yox idi.

Növbəti addım “Milli e-elm layihəsi” oldu [17]. Koreya Milli e-elm layihəsi *K\*Grid* infrastrukturunun və elmi tədqiqat üçün əsas proqram təminatından istifadə etməklə bir sıra tətbiqi tədqiqatlar üçün e-elm mühitinin formalaşdırılmasını həyata keçirməli idi. Milli e-elm layihəsi kiçik və böyükmiqyaslı resursların mürəkkəb proqram və aparat təminatı sistemi ilə inteqrasiya edilən geniş spektrini əhatə edir və məsafədən giriş, resursların aqreqasiyası imkanlarını dəstəkləyir.

Məqsədi elmi tədqiqatların məhsuldarlığını kəskin artırmaqla 2011-ci ilə kimi dünya səviyyəli e-elm mühiti yaratmaq olan “Milli e-elm layihəsi” də iki mərhələdə həyata keçirilmişdir (2005-2007 və 2008-2010-cu illər, ümumi büdcəsi 100 milyon ABŞ dolları). Bu layihə üçün beş əsas fəaliyyət sahəsi seçilmişdi:

1. Molekulyar modelləşdirmə Qrid portalı (e-Glycoconjugates);
2. Yüksək gərginlikli elektron mikroskop Qrid sistemi (HVEM);
3. HG2C layihəsi (Human Genome to Chemicals for Drug Discovery);
4. Kosmik tədqiqatlar üzrə e-elm portalı (e-AIRS);
5. Meteorologiya üzrə e-elm mühiti.

*E-AIRS* (*Aerospace Integrated Research Systems – Aerokosmik Tədqiqat Sistemləri Kompleksi*) e-elm mühitinə ədədi maye dinamikası servisi, məsafədən aerodinamik boru tədqiqatlarının idarə edilməsi, maye dinamikası eksperimental verilənlərin müqayisəsi sistemi, giriş qridindən istifadə etməklə birgə iş mühiti, portal interfeysi daxildir [18].

*HG2C* portalı genlərdən aktiv agentləri axtarmaq üçün qurulur, *HG2C*-ni yerinə yetirmək üçün biotexnologiya tətbiqi tədqiqatları üzrə proqram təminatı yaratmaq da nəzərdə tutulur.

*E-Glycoconjugates* qrid sistemi qlikokonyuqatların bütün spektrini veb-interfeys vasitəsi ilə öyrənmək vəzifəsini yerinə yetirir [19] (Qlikokonyuqatlar canlı orqanizmlərdə karbohidratların makromolekulyar konyuqatlarıdır, onlar hüceyrələrarası qarşılıqlı təsirdə iştirak edirlər). *E-Glycoconjugates* arxitekturu *Amber*, *CHARMM*, *NAMD*, *Gaussian* kimi məşhur molekulyar modelləşdirmə alətlərini asan istifadə etmək üçün layihələndirilib. *E-Glycoconjugates* molekulyar modelləşdirmə aparmaq, modelləşdirmə nəticələrini analiz etmək və verilənlərin ortaq istifadəsi baxımından analoji modelləşdirmə qridləri *BioSimGrid* və *SimDB* ilə rəqabət apara bilər.

“Milli e-elm” layihəsinin vacib tərkib hissəsi elmi tədqiqatların, resursların və təhlükəsizliyin idarə edilməsi, vizuallaşdırma, istifadəçi portalları üzrə proqram təminatlarının yaradılmasıdır. Bu proqram təminatları mümkün olduqca elə yaradılmalı idi ki, layihəyə daxil olan sahələr və digər əlaqədar tərəflər ondan ortaq istifadə edə bilsinlər [20].

## Bulud hesablamaları layihəsi

Koreya Kommunikasiyalar Komissiyası bu ölkədə bulud hesablamaları (ing. *Cloud Computing*) əsasında hökumətin və İKT sənayenin istifadə edəcəyi informasiya texnologiyaları infrastrukturunun yaradılması üçün həmin sahənin inkişafına 500 milyon ABŞ dolları ayırmışdır. Hədəf 2014-cü ilə kimi qlobal bulud hesablamaları bazarının 10%-ə qədərini tutmaq və dövlət sektorunda İKT xərclərini 50%-dək azaltmaqdır. Koreya *ETRI*-nin timsalında bulud hesablamaları üzrə *OpenCirrus* beynəlxalq elmi-tədqiqat layihəsində iştirak edir [21]. Bu layihədə iştirakın ölkəyə yuxarıda sadalanan hədəflərə çatmaqda kömək edəcəyinə ümid edilir.

*OpenCirrus* bulud hesablamaları üçün açıq kodlu sınaq stendi *HP*, *Intel* və *Yahoo!* tərəfindən ABŞ Elm Fondunun dəstəyi ilə 2008-ci ildə yaradılmış, müxtəlif elmi-tədqiqat mərkəzlərindən sistem və tətbiqi proqram təminatı yaradıcılarını birləşdirir. *Intel* – virtual maşınların idarə edilməsi infrastrukturunu *Tashi*-nin əsas payçısıdır, *HP* – fiziki resurslar paylayıcısının yaradılmasında, *Yahoo!* isə *Hadoop* və *HDFS* (*Hadoop* üçün fayl sistemi) kimi mühüm əhəmiyyəti olan texnologiyaların işlənməsində iştirak edir. *Hadoop* – yüzlərlə və minlərlə klasterlərdə işləyən paylanmış proqramların yaradılması və yerinə yetirilməsi üçün açıq kodlu proqram təminatı infrastrukturudur, *Facebook* və *Yahoo!* kimi veb-saytlarda axtarış mexanizmlərini reallaşdırmaq üçün istifadə edilir.

*OpenCirrus* proqramı hökumət, elmi-tədqiqat və sənaye təşkilatları arasında İnternet vasitəsilə paralel hesablamalar (ing. *Internet-scale computing*) sahəsində açıq əməkdaşlığın inkişaf etdirilməsi üçün işə salınmışdır. Hazırda proqramda 50-dən çox layihə var və tədqiqatçılara irimiqyaslı bulud sistemləri ilə işləmək üçün yaradılmış infrastruktur və xidmətlərin işini ölçmək və tətbiqi proqramları test etmək üçün unikal imkanlar verir.

Hazırda *OpenCirrus* stendi 10 qovşaqdan (Şimali Amerika, Avropa və Asiya) ibarətdir və hər qovşaq, ən azı, 1000 nüvədən ibarət klasterə giriş imkanı verir. İstifadəçilər eyni uçot yazısından istifadə etməklə istənilən *OpenCirrus* qovşağına giriş əldə edə bilərlər.

## Beynəlxalq əməkdaşlıq

Koreya e-elm sahəsində 20 ölkədən 30-a yaxın təşkilat ilə əməkdaşlıq edir. *KISTI* Sakit Okean hövzəsi ölkələrinin aparıcı institutlarında işləyən tədqiqatçıların qrid texnologiyalarından istifadəsini inkişaf etdirmək və davamlı əməkdaşlıq məqsədilə 2002-ci ildə yaradılmış *PRAGMA* (*Pacific Rim Application and Grid Middleware Assembly* – Sakit Okean Tətbiqi və Qrid Proqram Təminatı Məclisi) təşkilatının üzvüdür [22]. Koreya tərəfi *PRAGMA* çərçivəsində ildə iki dəfə keçirilən seminarlarda və beynəlxalq tədqiqat layihələrində fəal iştirak edir.

*KISTI* 2006-cı ilin aprelinə *EGEE II* fəaliyyətə başladığı vaxtdan *EGEE*-nin rəsmi tərəfdaşı idi, *EGEE III* çərçivəsində isə *SAI* (Qridin istismarı və idarə edilməsi) və *NA4* (Qrid tətbiqlərin identifikasiyası və dəstək) layihələrində iştirak etmişdir. *SAI* layihəsi üzrə *KISTI*-də *ALICE Tier 2* mərkəzi fəaliyyət göstərirdi və *CERN*-in *ALICE* komandası ilə birgə işləyirdi. *ALICE* hesablamaları üçün *KISTI*-də 128-ə yaxın prosessor və 30 TB yaddaş ayrılmışdı, ayda orta hesabla təxminən 8000 iş yerinə yetirilirdi. Nəticədə *ALICE* hesablamalarında ümumi işin 1,2%-i *KISTI* tərəfindən yerinə yetirilmişdir [23].

*NA4* layihəsində *KISTI*-nin əsas hədəfi *WISDOM* (*Wide In Silico Docking On Malaria* – Malyariyaya qarşı vaksinlərin beynəlxalq kompüter modelləşdirilməsi) layihəsində iştirakdır. Hazırda bu layihədə 2-ci növ diabetə qarşı dərman preparatlarının axtarışı aparılır (əvvəlki seanslar malyariyaya qarşı və *H5N1* quş qripinə qarşı preparatların axtarışı olmuşdur).

Qrid əsasında aparılmış “*in silico*” (bioloji eksperimentlərin kompüter modelləşdirilməsi) testlərdə alınmış ən ümidverici nəticələrdən istifadə etməklə “*in vitro*” (bioloji eksperimentlərin “kolbada” aparılması) testlərdə ferment düzəltməklə Koreya *WISDOM* layihəsində mühüm rol oynamışdır, “*in vitro*” testlər Çonnam Dövlət Universitetində aparılmışdır.

Koreya tərəfindən *WISDOM GUI* kliyenti *DrugScreener-G*-nin prototipi də yaradılmışdır. Bu prototipin məqsədi qrid haqqında geniş bilik tələb etmədən istifadəçilərə rahat şəkildə geniş



miqyaslı virtual skrininq mühiti verməkdir ki, dərman preparatlarının axtarışı üçün qrid infrastrukturunun bütün potensialı istifadə edilsin.

Əlavə olaraq *KISTI* qriddə metaverilənlərin kataloq servisi üçün aralıq proqram təminatının yaradılması layihəsində də iştirak edir.

### Nəticə

Qloballaşan dünyada elm və texnologiya sahəsində ölkənin yüksək rəqabət qabiliyyətini təmin etmək üçün Koreya Respublikasında son on ildə e-elm üzrə bir sıra layihələr həyata keçirilmişdir. Koreya milli e-elm proqramlarında əsas diqqət təbiət və texnika elmlərində geniş zolaqlı şəbəkələrin və yüksək məhsuldarlıqlı hesablamaların tətbiqi yolu ilə elmi tədqiqatların gücləndirilməsi olmuşdur. Koreya e-elm layihəsində humanitar və sosial elmlər, demək olar ki, təmsil olunmayıb. Bu, digər ölkələrin e-elm layihələrinə də xasdır, lakin Koreyada daha qabarıq hiss olunur.

### Ədəbiyyat

1. United Nations E-Government Survey 2012: E-Government for the People. UN Department of Economic and Social Affairs, United Nations New York, 2012, 160 p.
2. Park, H., Lee, P., Lee, J., Kim, S., Kwak, J., Cho, K., Lim, S.-B., Lee, J. Construction and Utilization of the Cyberinfrastructure in Korea // CTWatch Quarterly, 2006, Vol. 2, No. 1. <http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/>
3. Science and Engineering Indicators 2010, <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/>
4. Cho S., Lim K., Kwon G., Sung Y., R&D Investment and Performance in Korea: Korean R&D scoreboard 2005 // Asian Journal of Technology Innovation, 2008, Vol. 16, No. 1, pp. 143-160.
5. Nentwich M., Cyberscience: Research in the age of the Internet. Vienna: Austrian Academy of Sciences Press. 2003.
6. Паринов С.И., e-Science - онлайнное будущее науки // Приложение к журналу Информационные технологии, 2007, №9, с.1-32.
7. NSF, Cyberinfrastructure vision for 21st century discovery, National Science Foundation Cyberinfrastructure Council, March 2007, NSF07-28.
8. National e-Science Centre definition of e-Science, <http://www.nesc.ac.uk/nesc/define.html>
9. Jankowski N.W., Exploring e-science: An introduction // Journal of Computer-Mediated Communication, 2007, Vol. 12, No. 2, pp. 549-562.
10. Park H., Mapping the e-science landscape in South Korea using the webometrics method // Journal of Computer-Mediated Communication, 2010, Vol.15, No.2, pp. 211–229.
11. Soon C., Park H.W., The rise of e-science in Asia: Dreams and realities for social science research. Case studies of Singapore and South Korea. Jankowski N. (Ed.), E-research: Transformations in Scholarly Practice. London: Routledge. 2009, pp. 109–128.
12. Cho K., Cyberinfrastructure in Korea // Computer Physics Communications, 2007, Vol. 177, No. 1-2, pp. 247-248.
13. Cho K., Kim S., Lee H., GLORIAD-KR and Its Advanced Applications / Proc. of the 10th IEEE/IPSJ Int. Symposium on Applications and the Internet (SAINT), 2010, pp.335-338.
14. Foster I., The Grid: A New Infrastructure for 21st Century Science // Physics Today, 2002, Vol. 55, No. 2, pp. 42-47.
15. Riedel M. et al. Interoperation of World-Wide Production e-Science Infrastructures // Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2008, Vol.21, No.8, pp.961-990.
16. Globus Grid Project, <http://www.globus.org>
17. Lim S., Korea e-Science Project, <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/nunez/ECiencia/Koreae-ScienceProject.pdf>



18. Kim Y., Kim E., Kim J., Cho J., Kim C., Cho K., e-AIRS: An e-Science Collaboration Portal for Aerospace Applications // High Performance Computing and Communications, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4208, 2006, pp. 813-822.
19. Choi Y. et al. Glyco-MGrid: A Collaborative Molecular Simulation Grid for e-Glycomics / Proc. of the 3rd IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing, 2007, pp. 213-220.
20. Lim S., Kim N., Kim J., Lee J., Concepts and Design Issues of SOA Approach for the Korea e-Science Project / Proc. of the 2007 International Conference on Convergence Information Technology (ICCIT '07), pp. 902-906.
21. Open Cirrus™ the HP/Intel/Yahoo! Open Cloud Computing Research Testbed, <https://opencirrus.org>
22. PRAGMA, <http://www.pragma-grid.net>
23. Hwang S., KISTI R&D Activities in Korea / International Symposium on Grid Computing, 2009.

УДК 004.9:351

**Имамвердиев Ядигар Н.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

<sup>2</sup>Университет Йонсе, Сеул, Республика Корея

[yadigar@lan.ab.az](mailto:yadigar@lan.ab.az)

### **Вопросы развития инфраструктуры электронной науки в Республике Корея**

Быстрое экономическое развитие Республики Корея считается феноменом, наука и технология играют важную роль в этом успехе. В статье анализируются организационная структура, национальные инициативы и проекты, реализованные для формирования и развития е-науки в Республике Корея. Характеризуются сети *GLORIAD* и *KREONET*, которые составляют сетевую инфраструктуру э-науки. Анализируется национальная инициатива *K\*Grid* для развития инфраструктуры и услуг грид. Проанализированы и обобщены цели, задачи и этапы реализации, а также основные области применения корейского проекта э-науки.

**Ключевые слова:** э-наука, грид, облачные вычисления, инициатива *K\*Grid*, *GLORIAD*, *KREONET*, Республика Корея.

**Yadigar N. Imamverdiyev<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup>Yonsei University, Seoul, Korea Republic

[yadigar@lan.ab.az](mailto:yadigar@lan.ab.az)

### **E-science infrastructure development issues in the Republic of Korea**

Due to its rapid economic development, the Republic of Korea is a phenomenon, and science and technology play an important role in this success. The paper analyzes organizational structure, national initiatives and projects realized for the formation and development of e-science in the Republic of Korea. The information is provided about *GLORIAD* and *KREONET* networks which form e-science network infrastructure, and *K\*Grid* national initiative for national Grid infrastructure development. The objectives, tasks, and stages of Korean e-science project, and implementations carried out within the framework of the project and the main application areas are analyzed, and the project experience is summarized.

**Keywords:** e-science, grid, cloud computing, *K\*Grid* initiative, *GLORIAD*, *KREONET*, the Republic of Korea.