

Qabaqcıl Elektron Elm Layihələrinin Proqram Təminatının Spesifik Xüsusiyyətləri

Təhmasib Fətəliyev, Nərgiz Verdiyeva
AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
depart3@iit.ab.az

Xülasə— Yüksək məhsuldarlıqlı hesablamalar və müvafiq e-elm infrastrukturunu müasir elmi-tədqiqat fəaliyyətinin zəruri tərkib hissələridir. Onların əsasını aparat və proqram təminatlarının yaradılması təşkil edir. Məqalədə e-elm formalaşmasında proqram vasitələrinin rolu, qabaqcıl-elm layihələri və onların proqram təminatının xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, açıq kodlu təbiiq proqram vasitələrindən istifadə etməklə milli e-elm daha səmərəli inkişafına nail olmaq olar.

Açar sözlər— e-elm, qabaqcıl e-elm layihələri, e-xidmətlər, proqram təminatı, elmi təbiiq və alətlər

I. GİRİŞ

Müasir dövrdə E-Azərbaycanın tərkib hissəsi olan e-elm sahəsində aparılan tədqiqatlar və alınmış praktiki nəticələr mühüm əhəmiyyət kəsb edir və perspektiv elmi istiqamət kimi inkişaf etdirilir [1]. E-elm reallaşması kommunikasiyalaşdırma, kompüterləşdirmə, şəbəkələşdirmə, informasiyalaşdırma və virtuallaşma kimi beş səviyyə üzrə həyata keçirilir. Bu səviyyələrin hər birisi müxtəlif təyinatlı texniki və proqram təminatı ilə xarakterizə olunur.

Təqdim edilən işdə e-elm proqram təminatının spesifik xüsusiyyətləri tədqiq olunmuş və e-elm formalaşması və inkişafında onun perspektivlərinin müəyyənləşdirilməsi üzrə müvafiq tövsiyələr verilmişdir.

II. E-ELMİN FORMALAŞMASINDA PROQRAM TƏMİNATININ ROLU

Ən yeni informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) və onların əsasında yaradılan sistemlərin inkişafı e-elm proqram təminatının işlənməsi, müşayiət edilməsi və təkmilləşdirilməsi məsələlərinə yenidən baxılmasını aktual bir problem kimi zəruri edir və proqram mühəndisliyinin tərkib hissəsi olaraq daima təkmilləşdirilməsini qarşıya qoyur. Elm və texnikanın, həmçinin e-elm proqram təminatının yaradılması və tətbiq edilməsi proqram mühəndisliyinin vacib sahəsidir. Məlumdur ki, proqram təminatı informasiyanın emalı sistemi proqramları və onların istifadəsi üçün zəruri olan proqram sənədləri toplusudur.

Qeyd edək ki, respublikada uğurla formalaşmaqda olan e-elm mürəkkəb infraqstruktura malikdir və elmi qurumları tam əhatə etmək vəzifəsi daşıyır. Onu həll ediyi məsələlərin təyinatına görə şərti olaraq şəbəkə və hesablama infraqstrukturu, informasiya təminatı, Big Data, elmmetrik təhlillər, e-xidmətlər, vətəndaş elmi və s. kimi müxtəlif altsistemlərə ayırmaq olar. Texniki, riyazi, informasiya,

lingvistik, təşkilatı və metodoloji təminatları ilə yanaşı proqram vasitələri də bu altsistemlərin formalaşmasında mühüm rol oynayır.

E-elm proqram təminatını ənənəvi olaraq sistem, təbiiq və instrumental hissələrə ayırmaq olar. Sistem proqram təminatı sistemin resurslarının effektiv idarə edilməsini təmin edən proqramlar kompleksidir. Təbiiq proqram təminatından fərqli olaraq, sistem proqram təminatı konkret təbiiq məsələləri həll etmir, sadəcə digər proqramların işini təmin edir, sistemin texniki resurslarını idarə edir və s. Təbiiq proqram təminatı istifadəçilərin müxtəlif məsələlərinin həlli üçün nəzərdə tutulan ayrı-ayrı təbiiq proqramlar və onların paketləridir. Instrumental proqram təminatı isə proqramların layihələndirilməsi, işlənməsi və müşayiət olunması üçündür. Bu proqram təminatı yeni proqramların və proqram komplekslərinin işlənməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Misal olaraq Globus layihəsi çərçivəsində e-elm əsasını təşkil edən qrid layihələrinin həyata keçirilməsi üçün hazırlanmış instrumental proqram vasitələrini nəzərdən keçirək [2]. Bunlar Globus Toolkit proqram vasitələri toplusunu təşkil edir və tam funksional qrid sistemi yaratmağa imkan verir. Globus Toolkit vasitələri sistemin zəruri hissələrini həyata keçirən proqram komponentləridir:

- *GRAM (Globus Resource Allocation Manager)* – proseslərin yaradılması və silinməsinə cavab verir.

- *MDS (Monitoring and Discovery Service)* – sistem haqqında informasiyanın təqdim edilməsi yollarını təmin edir. Bu informasiya sistemin konfigurasiyası və vəziyyəti, həm də onun ayrı-ayrı resursları (resursun tipi, disklərdəki boş yerlər, prosessorların sayı, yaddaşın həcmi, məhsuldarlıq və s.) haqqında ola bilər.

- *GSI (Globus Security Infrastructure)* – verilənlərin şifrələnməsini, həmçinin autentifikasiya və avtorizasiya da daxil olmaqla təhlükəsizliyini təmin edir.

- *GASS (Global Access to Secondary Storage)* – paylanmış mühitdə böyük həcmdə verilənlərin saxlanması və onlara çıxışı təmin edir.

- *Globus kitabxanaları* – təbiiq proqramlar, həmçinin Globus Toolkit komponentləri tərəfindən qovşaqların şəbəkədə heterogen mühitdə qarşılıqlı əlaqəsi üçün istifadə olunur.

Təkcə instrumental proqram təminatı timsalında təqdim olunmuş bu nümunə e-elm mürəkkəb bir sistem olmasını və onun formalaşmasında, istismarında və inkişafında proqram mühəndisliyinin mühüm rol oynamasını təsdiq edir.

III. QABAQCIL E-ELMLAYİHƏLƏRİ VƏ ONLARIN PROQRAM TƏMİNATININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

E-elmin və onun formalaşmasında proqram mühəndisliyinin müasir inkişaf tendensiyaları dünyada həyata keçirilən bir sıra elektron tədqiqat infrastrukturalarının yaradılması layihələrində özünü göstərir. Belə ki, açıq elmi tədqiqatların aparılması məqsədilə ABŞ-ın Milli Elm Fondunun *TeraGrid* layihəsi çərçivəsində dünyada ən böyük paylanmış kibernetik infrastrukturadan biri formalaşdırılır[3]. *TeraGrid* vasitələrinə tələbatı olan elmi istiqamətlərə dəstək, e-elm metodlarından istifadə edən elmi cəmiyyətlərin genişləndirilməsi və giriş interfeyslərinin işlənməsi zamanı ayrı-ayrı qrid infrastrukturaları və informasiya xidmətlərinin uyğunluğunun təmin olunması layihənin əsas məqsədləridir.

Yaponiyanın *NAREGI* (*National Research Grid Initiative*) layihəsi böyük miqyaslı təbiiqlərdə istifadə üçün milli qrid infrastrukturunun aralıq qatının proqram təminatının işlənməsinə yönəlmişdir[4].

Son onillikdə e-elmin instrumental imkanlarının artması əsas inkişaf tendensiyalarındandır. Bu da elmi eksperimentlər nəticəsində alınan böyük həcmli verilənlər (Big Data) və onların bulud və ya qrid texnologiyaları çərçivəsində emalı üçün ötürülməsinin zəruriliyi, tədqiqatçıların böyük ölçülü verilənlərə və unikal elmi avadanlıqlara (güclü elektron mikroskoplara, elementar zərrəciklərin sürətləndiricilərinə, tibbi avadanlıqlara və s.) uzaqdan keçidinin təmin edilməsi, ərazicə paylanmış elmi təşkilatlar tərəfindən layihələrin birgə həyata keçirilməsi ilə xarakterizə olunur.

E-elmin inkişafının vacib xarakterik digər tendensiyası tədqiqat işinin xarakterini tamamilə dəyişdirən elmi-tədris kompüter şəbəkələrinin (*National Research and Education Network - NREN*) yaradılması olmuşdur. Bu şəbəkələr alimlərə müxtəlif təşkilatlar tərəfindən dəstəklənən və müxtəlif elm sahələrinə aid olan paylanmış resurslardan birgə və koordinasiya edilmiş şəkildə istifadəni, həmçinin hesablama resursları və verilənlər arxivləri kimi əsas tədqiqat alətlərinə keçidi asanlaşdırır. İnnovativ NREN-ə misal olaraq Avropanın 10 mindən çox təşkilatı üzrə 50 milyondan çox istifadəçini əlaqələndirən və elementar zərrəciklər fizikası və energetika, bioinformatika, genomika və tibb, seysmologiya, meteorologiya, iqlim dəyişmələri və ətraf mühitin mühafizəsi kimi sahələrdə elmi tədqiqatları dəstəkləyən ümumavropa *GEANT* –t[5] göstərmək olar. Dünyada ən böyük elmi-tədris şəbəkələrindən biri olan Avropanın elmi mühiti infrastrukturunu *GEANT* 100-dən çox milli NREN-ləri birləşdirərək 500 Gb/san sürətlə verilənlərin ötürülməsini həyata keçirir. Azərbaycanın elm və təhsil şəbəkələrinin milli operatoru *AzScienceNet* də həmin infraqurdustruktura daxildir.

Yuxarıda təqdim olunmuş və ümumiyyətlə, e-elm layihələrinin yerinə yetirilməsində proqram vasitələrinin rolunu dünyanın qabaqcıl *EGI* və *NeSI* layihələri timsalında təsəvvür etmək olar.

Avropa qrid infrastrukturunu EGI. Avropanın elmi təşkilatları və universitetlərinin böyük hesablama resurslarının vahid qrid infrastrukturunda birləşdirilməsini həyata keçirən Avropa qrid infrastrukturunu (*European Grid Infrastructure- EGI*) qlobal layihələrdəndir[6]. O, istifadəçilərə 700000-dən

çox məntiqi prosessor və ümumilikdə 500 PB yaddaşa malik disk və lent qurğuları təqdim edir. Həmin resursları dünyanın 56 ölkəsinin 350 verilənlərin emalı mərkəzi təmin edir. Bu layihə qrid sahəsində başlanan avropa layihələrinin inkişafına əsaslanır.

EGI-nin inkişaf mərhələlərini, e-xidmətlərini və proqram vasitələrini daha ətraflı nəzərdən keçirək. Belə ki, *CERN*-nin *Large Hadron Collider*-ində alınmış eksperimental verilənlərin emalı üçün 1999-cu ildə ilk paylanmış hesablama qridi yaradılmışdır. 2001-ci ilin yanvarında başlanan Avropa *DataGrid* layihəsi qrid texnologiyalarının tədqiqi və inkişafına yol açmış və yüksək enerji fizikası, Yer kürəsinin müşahidəsi və bioinformatikakimi tədqiqat sahələrində uğurla tətbiq edilmişdir. 2004-cü ilin martından başlanan *EGEE*-nin (*Enabling Grid for E-science*) iki illik fazalarla həyata keçirilən üç layihəsi uğurlu nəticələrə biləcəkdir inkişafı öz üzərinə götürdü. *European Grid Initiative Design Study* layihəsi 2007-ci ilin sentyabrından 2009-cu ilin dekabrına kimi davam etmişdir. O, Avropa səviyyəsində şəbəkənin fəaliyyəti və inkişafının daimi təşkili üçün konseptual və logistik baza yaratmışdır. Sonralar *EGI.eu* adlandırılan *EGI Foundation* 2010-cu il fevralın 8-də Avropa tədqiqat cəmiyyətlərini və onların beynəlxalq əməkdaşlarını dəstəkləmək üçün dayanıqlı ümumavropa infrastrukturunu – Avropa Qrid infrastrukturunu koordinasiya etmək və ona kömək məqsədilə yaradılmışdır. *EGI –InSPIRE* layihəsi isə indiki və gələcək elmi cəhdlərin tələblərinə cavab verən qüsursuz bir sistem yaratmaq məqsədi ilə *EGI*-nin fəaliyyətini 2014-cü ilin dekabrına kimi dörd il ərzində dəstəkləmişdir. 2015-ci ilin mart ayında hesablama, yaddaş, verilənlər, bilik və ekspertiza üçün Açıq elmi cəmiyyətlərin yaradılmasını sürətləndirmək, vahid avropa federasiyasının imkanlarını genişləndirmək üçün *EGI-Engage* layihəsi başlamışdır.

Beləliklə, bu layihələrin davamı olan Avropa qrid infrastrukturunu 2016-cı ildə sadəcə *EGI* kimi tanınmağa başlanmışdır. *EGI* alimlərə, çoxmillətli layihələrə və tədqiqat infrastrukturalarına dəstək üçün aşağıdakı elektron xidmətləri təklif edir:

1. Hesablama:

a) *Cloud Compute* – hesablama resurslarına tam nəzarət tələbi ilə virtual maşınların işə salınması;

b) *Cloud Container Compute BETA* – yüngül çəkili virtualaşdırılmış mühitdə iş;

c) *High-Throughput Compute* – böyük ölçülü verilənləri təhlil etmək üçün minlərlə hesablama məsələlərinin icra edilməsi;

2. Yaddaş və verilənlər:

a) *Online Storage* – fayl və meta verilənlərin qlobal miqyasda saxlanması, birgə istifadəsi və əlyətənliyi.

d) *Archive Storage* – təhlükəsiz mühitdə uzunmüddətli və gələcəkdə istifadə üçün verilənlərin ehtiyat nüsxələrinin yaradılması.

3. Təlim:

a) *FitSM training* – İT xidmətlərin idarə edilməsi mexanizmlərinin öyrədilməsi.

e) *Training infrastructure*– təlim və təhsil üçün ayrılmış kompüterlər və verilənlərin saxlanması sistemləri.

EGI-nin aşağıda göstərilmiş elmi tətbiq və alətlərini nəzərdən keçirək.

✓ **HADDOCK** – protein və digər biomolekul kompleksləri modelləşdirmək üçün təqdim olunan hesablama alətləridir. Onun vasitəsi ilə yerinə yetirilən minlərlə hesablama məsələsində EGI-nin yüksək məhsuldarlıqlı hesablama xidmətindən istifadə edir. Bu günə qədər, onunla 8000-dən çox alimin 130000-dən artıq sifarişi emal edilmişdir ki, bu da EGI infrastrukturunda ildə 8 milyon iş yeri deməkdir. HADDOCK-un tələb etdiyi hesablama resurslarını Belçika, Almaniya, İtaliya, Polşa, Portuqaliya, İspaniya, Birləşmiş Krallıq və digər beynəlxalq təşkilatların milli e-infrastrukturları təmin edir. Yeddi federativ Data mərkəz HADDOCK xidmətlərinin davamlılığını təmin etmək üçün 75 milyon saat hesablamavaxtı və 50 TB-dan çox yaddaş sərf etmişdir.

✓ **NBIS alətlər dəsti** – həyat elmləri tədqiqatçıları üçün bioinformatika alətləridir. Bioinformatika üçün aşağıdakı onlayn elmi tətbiqlər təqdim edilir:

- *Pcons.net 3D*: protein strukturlarının proqnozlaşdırılması üçün meta-server;
- *PconsC2/PconsC3*: ixtiyari ölçülü ailələr üçün dəqiq əlaqələrin proqnozlaşdırılması;
- *SCAMPI*: konkret şərtlər daxilində membran protein topologiyasının proqnozlaşdırılması;
- *BOCTOPUS*: transmembran proteinlərin topologiyasının proqnozlaşdırılması;
- *ProQ3*: modelin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi;
- *TOPCONS*: membran protein topologiyası və siqnal peptidinin consensus proqnozlaşdırılması.

NBIS EGI-nin hesablama və yaddaş xidmətlərindən istifadə edir. Bu xidmətlər üçün resurslar INFN-Bari (İtaliya), IN2P3-IRES (Fransa) və TUBITAK (Türkiyə) provayderləri tərəfindən təmin edilir.

✓ **DisVis**- biomolekullar arasındakı məsafə məhdudiyətləri ilə müəyyən edilmiş qarşılıqlı əlaqələrin vizualizasiyası və kəmiyyətin müəyyən olunması üçün nəzərdə tutulmuş proqram təminatıdır.

✓ **Chipster** – verilənlərin analizi üçün istifadə olunan istifadəçi yönümlü, açıq kodlu proqram təminatıdır. Ona 360-dan çox analiz aləti və böyük sayda etalon genom daxildir. İstifadəçilərə avtomatik analizin işçi proseslərini yadda saxlamaq, birgə istifadə etmək və interaktiv rejimdə verilənlərin vizualizasiyası imkanları verilir.

✓ **VIP (Virtual Imaging Platform)**– tibbi modelləşdirmə və təsvirlərin *virtual* emalı üçün nəzərdə tutulmuşdur və aşağıdakıları təqdim edir:

- *GATE*- emissiya və kompüter tomoqrafiyasının, şüa terapiyası üçün optiki vizuallaşdırma eksperimentlərinin modelləşdirilməsi;
- *Freesurfer and FSL*– neyrovizualizasiya verilənlərinin analizi və s.

Təkcə, 2017-ci ilin yanvarına olan məlumata görə VIP-də 990 istifadəçi qeydiyyatdan keçmişdir və onların bu platformadan istifadə vaxtı ayda 30 il ətrafında olmuşdur.

✓ **Peachnote** - musiqinin qiymətləndirilməsi və analiz üçün axtarış sistemidir. Təyinatına görə ilk olan bu sistemə gün ərzində dünyadan on minlərlə istifadəçi müraciət edir. İstifadəçilərə musiqi verilənlərinə çıxış üçün istifadə olunan bulud resursları CESNET MetaCloud və FZI provayderləri tərəfindən təmin edilir.

Qeyd olunanlarla yanaşı EGI elmi fəaliyyət və biznes üçün təqdim olunan xidmətlərin koordinasiyanı asanlaşdırmaq və Federasiyada birgə fəaliyyətin səmərəliliyini artırmaq üçün aşağıdakı daxili xidmətləri təklif edir:

- Mühəsibat;
- Əməliyyatların koordinasiyası və dəstəyi;
- Elmi cəmiyyətlərin koordinasiyası;
- Kommunikasiya;
- Layihələrin idarə olunması və planlaşdırılması;
- Dəstək;
- Xidmətlərin monitorinqi;
- Test edilmiş proqram təminatı və bazalar;
- Əməliyyat alətləri;
- Təhlükəsizliyin koordinasiyası;
- İT xidmətlərin idarə olunmasının koordinasiyası;
- Texniki koordinasiya;
- Strategiya və siyasətin işlənilməsi;
- Verilənlər bazasının konfigurasiyası;
- Birgə əməkdaşlıq alətləri.

Yeni Zelandiyanın e-elm infrastrukturunu. NeSI (New Zealand eScience Infrastructure) hesablama tədqiqat infrastrukturunu ölkənin Biznes, İnnovasiya və Məşğulluq Nazirliyi vasitəsilə universitet və tədqiqat institutlarını birləşdirir [7]. O, böyük hesablama və yaddaş resursları tələb edən tədqiqat layihələri üçün Yüksək məhsuldarlıq hesablamalar, Hesablamalara elmi dəstək, Verilənlərin tədqiqi və Təlim xidmətlərini təqdim edir.

Məlumdur ki, yüksək məhsuldarlıq hesablamalar və əlaqədar e-elm infrastrukturunu müasir elmin zəruri tərkib hissələridir. NeSI ölkə əhəmiyyətli mürəkkəb məsələlərin həlli üçün yüksək xarakteristikalı texniki və proqram vasitələri təqdim edir, həmçinin təlim və dəstək üçün əlaqədar yüksək ixtisaslı mütəxəssisləri cəlb edir. Elm sahələri üzrə dünyanın təcrübəli ekspertlərindən təşkil olunmuş elmi komanda

tədqiqatçılara hesablamalar üzrə elmi dəstək verir. NeSI qrupu platformalar və xidmətlərdən ən yaxşı şəkildə faydalanmaq üçün tədqiqatçıları dəstəkləyir və tədqiqat qrupları ilə aşağıdakı istiqamətlər üzrə birgə işləri təşkil edir:

- elmi-tədqiqat proqramları kodlarının səmərəliliyinin artırılması;
- yaddaş və digər zəif yerlərin və ya giriş-çıxış qovşaqlarında problemlərin aradan qaldırılması;
- tədqiqatçıların və elmi proqram vasitələri mütəxəssislərinin bir-biri ilə əlaqələndirilməsi.

Yüksək məhsuldarlıqlı süperkompüterlərdə işləmək üçün tədqiqatçılar geniş spekterli proqram vasitələri və paketləri ilə təmin edilir. Bunlara bir qovşağın məhsuldarlığı, paralel iş, sazlama və korreksiya, əlaqələr, ölçmə, inteqrasiya və vizuallaşdırma vasitələrini misal göstərmək olar.

NƏTİCƏ

E-elmin formalaşması, istismarı və inkişafında proqram mühəndisliyi mühüm rol oynayır. Dünyanın geniş maraq kəsb edən qabacıl e-elm layihələri üzrə aparılmış araşdırmalar buna əsas verir. Əlavə vaxt və maliyyə sərf etmədən açıq kodlu proqram vasitələrindən istifadə etməklə ölkədə e-elmin daha səmərəli inkişafına nail olmaq olar.

ƏDƏBİYYAT

- [1] Т.Х.Фаталиев, «Электронная наука: состояние и перспективы развития в Азербайджане», Телекоммуникации, 2016, №8, с.41-48.
- [2] Globus Toolkit., <http://toolkit.globus.org/toolkit>
- [3] TeraGrid., www.teragrid.org
- [4] National Research Grid Initiative., www.naregi.org/project/index_e.html
- [5] GEANT.://www.geant.net
- [6] European Grid Infrastructure., www.egi.eu
- [7] New Zealand eScience Infrastructure., www.nesi.org.

*Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir – **Grant № EIF-2014-9(24)-KETPL-14/02/1***