

**Технічні науки**

УДК 61:681.3:001.891.3

**Обелець Тетяна Анатоліївна**

студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Коваленко Олександр Сергійович**

доктор медичних наук, завідувач

Відділ медичних інформаційних систем

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних

технологій і систем НАН України

професор кафедри біомедичної кібернетики

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Яковенко Альона Вікторівна**

кандидат технічних наук, старший викладач

кафедра біомедичної кібернетики

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Обелец Татьяна Анатольевна**

студент

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

**Коваленко Александр Сергеевич**

доктор медицинских наук, заведующий

Отдел медицинских информационных систем

Международный научно-учебный центр информационных технологий и

систем НАН Украины и МОН Украины

профессор кафедры биомедицинской кибернетики

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

**Яковенко Алёна Викторовна**

кандидат технических наук, старший преподаватель  
кафедры биомедицинской кибернетики

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

**Tetiana Obelets**

student

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

**Olexandr Kovalenko**

Doctor of Medical Sciences, director

Department of Medical Information Systems

International Research and Training Center for Information Technologies and

Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and

Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine

Professor at at Department of Biomedical Cybernetics

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

**Alena Yakovenko**

Candidate of Technical Sciences, senior lecturer at

Department of Biomedical Cybernetics

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГРІД-ТЕХНОЛОГІЙ В ОХОРОНІ ЗДОРОВ'Я

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИД-ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

## RESEARCH OF GRID TECHNOLOGY'S USAGE IN HEALTHCARE

**Анотація:** В статті розглянуто Грід-технології як перспективний та важливий для України напрямок в організації ІТ-інфраструктур для спільної географічно розподіленої роботи та спільного використання інформаційних і обчислювальних ресурсів в медичних закладах, лікарнях, науково-дослідницьких центрах та інститутах. Наведено приклади проектів які розроблені на основі цих технологій.

**Ключові слова:** ІТ-інфраструктура, медичні системи, хмарні технології, Грід-технології, Грід-системи, обчислювальні ресурси, Грід-медцина.

**Аннотация:** В статье рассмотрены Грид-технологии как перспективное и важное для Украины направление в организации ИТ-инфраструктур для совместной географически распределенной работы и совместного использования информационных и вычислительных ресурсов в медицинских учреждениях, больницах, научно-исследовательских центрах и институтах. Приведены примеры проектов, которые разработаны на основе этих технологий.

**Ключевые слова:** ИТ-инфраструктура, медицинские системы, облачные технологии, Грид-технологии, Грид-системы, вычислительные ресурсы, Грид-медцина.

**Summary:** The article contains information about GRID-technology as a promising and important direction for Ukraine in the organization of IT infrastructure for common geographically distributed work and sharing of

*information and computing resources in health care facilities, hospitals, scientific research centers and institutes. Examples of projects that developed based on these technologies are given.*

**Key words:** *IT infrastructure, medical systems, cloud technology, GRID technology, GRID systems, computing resources, GRID medicine.*

## **1. Вступ**

Розвиток нових інформаційних технологій привів до виникнення такого типу розподілених обчислень як Грід. Грід як засіб сумісного використання обчислювальних потужностей та сховищ даних дозволяє вийти за межі простого обміну даними між комп'ютерами і, зрештою, перетворити їх глобальну мережу на свого роду гігантський віртуальний комп'ютер (суперкомп'ютер), доступний у режимі віддаленого доступу з будь-якої точки, незалежно від місця розташування користувача. Основне призначення Грід – організація розподілених обчислень для рішення серйозних задач науки й технології, які вимагають більших обчислювальних ресурсів, а саме, потужності комп'ютерів, ресурсів зберігання даних, часу обчислень. Грід має потенційно велику кількість областей застосування, оскільки пропонує універсальний підхід до розв'язку проблеми нестачі обчислювальних ресурсів. Медична галузь - одна з областей, що потребує залучення новітніх інформаційних технологій для вирішення найактуальніших проблем і задач в цій сфері. Тому на даний момент в усьому світі спостерігається широке впровадження Грід-технологій в галузь охорони здоров'я, що й буде розглянуто більш детально в дослідженні.

## **2. Літературний огляд**

Грід – це об'єднання технології, інфраструктури і стандартів. Інфраструктура складається з апаратних засобів і служб (на основі людських і програмних ресурсів), які повинні бути організовані і постійно підтримуватися для того, щоб ресурси могли спільно використовуватися.

Стандарти повинні визначати формат і протоколи обміну повідомленнями як між службами, так і між службами та користувачами, а також правила роботи ґріда (рис. 1, [1]).

Будь-яка ґрід-інфраструктура має три складових:

- 1) обчислювальні ресурси, або ґрід-кластери;
- 2) спеціальне програмне забезпечення (middleware), яке керує всією інфраструктурою;
- 3) швидкісні канали зв'язку між обчислювальними кластерами [2].

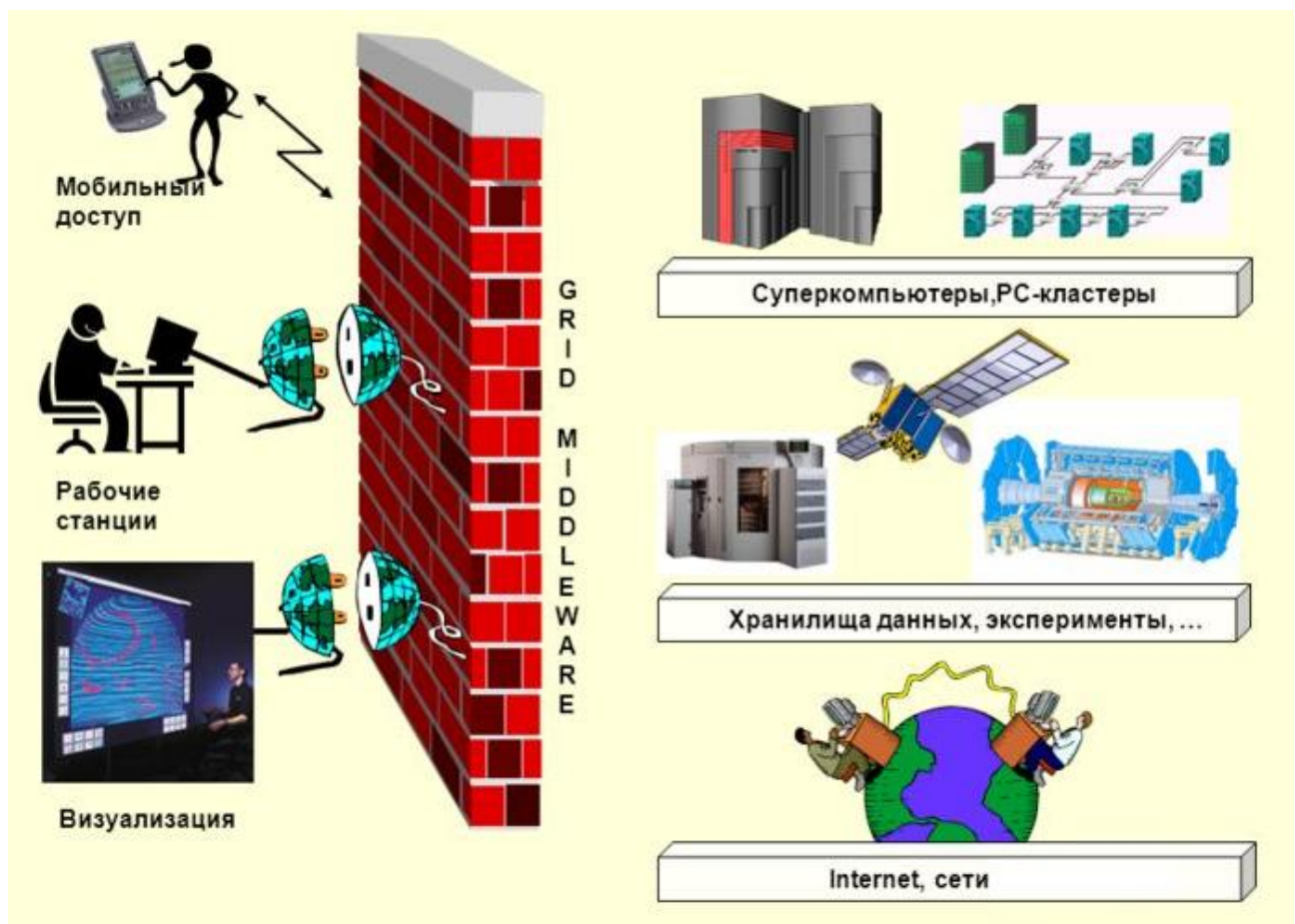


Рис. 1. Загальна схема взаємодії користувачів, програмного забезпечення і ресурсів в ґрід-інфраструктурі [1]

На даний момент існує декілька пакетів проміжного програмного забезпечення (middleware) для реалізації розподіленої ґрід-інфраструктури. Одним з перших та найбільш популярних є Globus Toolkit. Також досить

поширеними в використанні є Condor, ARC, gLite та інші. У європейських країнах як стандартне грідівське програмне забезпечення запропоновано використовувати gLite [1, 3].

З квітня 2014 р. в Європі здійснюється великий проект ENABLING GRIDS FOR E-SCIENCE (EGEE), в рамках якого створюється загальноєвропейська інфраструктура, яка базується на Грід-технологіях. Ця інфраструктура об'єднує всі національні, регіональні та тематичні розробки в галузі Грід-технологій в єдину інфраструктуру для наукових досліджень, що надасть усім дослідникам доступ до найбільш потужних обчислювальних ресурсів незалежно від їх географічного положення. В проекті беруть участь 140 організацій з 50 країн. В результаті реалізації проекту буде створений найбільший Грід у світі з потужністю 20000 процесорів [1, 4].

Серед основних напрямків використання GRID у науковій сфері на даний момент виділяють:

- розподілені суперобчислення, рішення дуже великих задач, що вимагають величезних процесорних ресурсів, пам'яті тощо;
- потужні обчислення (High-Throughput Computing), що дозволяють організувати ефективно використання ресурсів для невеликих задач, використовуючи комп'ютерні ресурси, що звільнюються та тимчасово простоюють;
- обчислення «за вимогою» (On-Demand Computing), великі разові розрахунки;
- обчислення із залученням великих обсягів розподілених даних (Data-Intensive Computing), наприклад, у метеорології, астрономії, фізиці високих енергій;
- колективні обчислення (Collaborative Computing) [5].

Грід-медицина це інфраструктура грід, що містить сервіси, які є специфічними для проблем обробки біомедичних даних. Ресурсами в Грід-медицині є бази даних, комп'ютерні ресурси, медичні знання, медичні



прилади. В медичній галузі Грід застосовуються для створення, наприклад, нових лікарських препаратів, обробки рентгенівських знімків пацієнтів, вивчення геному людини. Грід-методи дозволяють реально зменшити час аналізу рентгенівських знімків, істотно підвищують якість медичної діагностики [6].

З введенням в дію проекту EGEE в нього були включені і біомедичні програми. В даний час в EGEE доступні наступні програми:

- GATE – планування радіотерапії та застосування медичної томографії;
- GPS @ – портал грід-засобів аналізу білків, що спеціалізується на геномах;
- CDSS (Clinical Decision Support System) – клінічна система підтримки прийняття рішень (ця система створена для допомоги практикуючим лікарям щодо видачі релевантних відомостей на основі величезного обсягу інформації);
- GPTM3D – інтерактивний засіб візуалізації і обробки радіологічних даних, створений для інтерактивного пошуку та аналізу медичних даних в u1075 грід;
- Mammogrid – додаток для розробки загальноєвропейської бази даних мамограм, яке може використовуватися медичними програмами та сприяти розвитку співробітництва в Європейському союзі між фахівцями в цій галузі;
- SiMRI 3D – сервіс моделювання зображень, що дозволяє науковцям краще зрозуміти складну технологію магнітного резонансу;
- Xmipp\_Mlrefine – додаток для тривимірного структурного аналізу макромолекул, отриманих на електронних мікроскопах на основі зображень з сильним фоном;
- GridGRAMM – це простий інтерфейс для створення молекулярних ланцюжків в мережі, що дозволяють з низьким і високим дозволом підбирати молекули для пар: білок – білок і ліганд – рецептор;

- GROCK – додаток являє собою зручний мережевий сервіс відбору міжмолекулярних взаємодій по масі молекул. В інфраструктурі LCG2 проводяться випробування біомедичних застосувань в області геноміки та розробки медикаментів;
- Drug Discovery – докінг-платформа для дослідження тропічних хвороб. Ця програма націлена на створення принципово нових препаратів від малярії – хвороби, другої за кількістю вмираючих від неї людей (на першому місці – туберкульоз). Вона дозволяє розрахувати ймовірність приєднання цієї хімічної речовини до даного білку;
- Xmipp\_assign\_multiple\_CTFs – це засіб визначення частотно-контрастної характеристики, що спотворює зображення, отримані на електронних мікроскопах [7].

З аналізу літературних джерел можна зробити висновок, що закордоном розвитку Грід-систем та Грід-технологій надають великого значення, тож доцільним буде розглянути розвиток даної технології і в нашій країні.

### **3. Мета та задачі дослідження**

Мета дослідження – розкрити нинішній стан запровадження та використання Грід в Україні.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- дослідити розвиток та становище Грід-технологій в Україні;
- розглянути державні ініціативи;
- привести приклади проектів успішної реалізації вищезазначених технологій в наукових центрах та інститутах України.

### **4. Дослідження становища Грід-технологій в Україні**

Для управління Грід-сегментом НАН України було використано програмне забезпечення проміжного рівня ARC (Advanced ResourceConnector) проекту NorduGrid ([8]). Робота в ARC NorduGrid реалізується за наступною схемою (рис. 2). Такий вибір був обумовлений



порівняльною простотою ARC в інсталяції і використанні, можливістю інсталювати всі пакети ARC на одному сервері, а головне – відсутністю необхідності виконання строгих вимог проекту EGEE по реєстрації та експлуатації, які пред'являлися до проміжного програмного забезпечення gLite, орієнтованому на обслуговування експериментів на БАК [3].

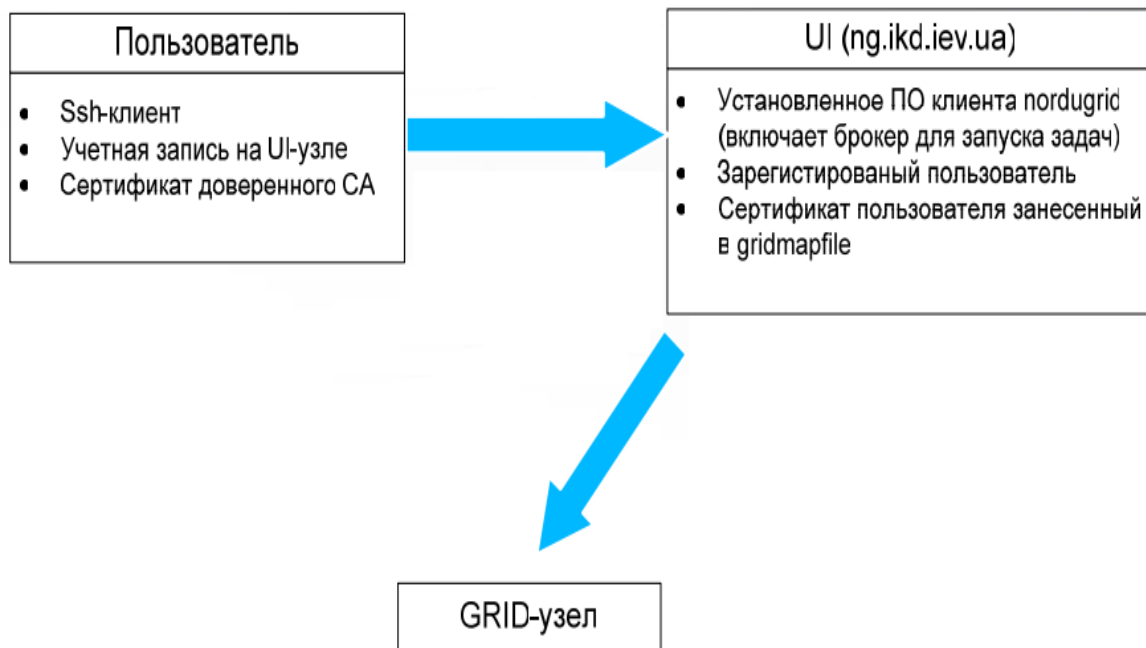


Рис. 2. Схема роботи в ARC NorduGrid

Для вирішення питання створення національного Грід в 2005 р. Національна Академія Наук України приступила до створення Національної Грід-ініціативи (NGI) – координаційно-адміністративної інфраструктури, що об'єднує провідні дослідницькі інститути і організації України, зацікавлені в розвитку і просуванні технологій і застосування Грід. Головна мета цього проекту – включення Українського сегменту мережі в загальну інфраструктуру EGEE і забезпечення постійного її функціонування як повноцінної операційної та функціональної складової.

Слід зазначити, що одночасно з програмою НАН України виконувалася Державна програма "Розвиток інформаційних і телекомунікаційних технологій в освіті і науці на період 2006–2010 роки", фактичним виконавцем

якої було Міністерство освіти і науки. Одним з результатів виконання цієї програми стало розгортання, згідно з домовленістю з EUGridPMA, за вимогами сертифікаційного центру відкритих ключів в Україні, створення кластеру в Київському політехнічному університеті (КПІ), його підключення до Грід-сегменту НАН України і початок підготовки користувачів грід в КПІ [3]. На рис. 3 зображено склад українського Грїду станом на 2011 рік.



Рис. 3. Склад Українського Грїду і географічно розподілених Грїд-кластерів [9]

Сьогодні в Україні реалізується ряд медичних і біомедичних проектів. Так наприклад, Інститут проблем математичних машин і систем НАН України розробляє медичну Грїд-систему для популяційних досліджень в галузі кардіології на базі електрокардіограм (МедГрїд). Проект призначений

для отримання первинної електрокардіографічної документації в цифровому форматі від органів охорони здоров'я з усієї території України, її довготривале зберігання і автоматична попередня обробка. А також впровадження нових підходів при проведенні масових епідеміологічних досліджень в кардіології.

Сервіси проекту MedGrid розраховані на використання європейського формату передачі електрокардіограм, відомого як SCP-ECG. В рамках проекту узгоджена з українськими виробниками кардіоприладів "Специфікація формату для транспорту та зберігання електрокардіограм" (SCP-ECG). Уніфікація дозволить зберігати і обробляти у грид-сховищі кардіограми будь-якого пацієнта, кардіограма якого була отримана за допомогою українських електрокардіографів. Більш детальна архітектура проекту зображена на рис. 4.

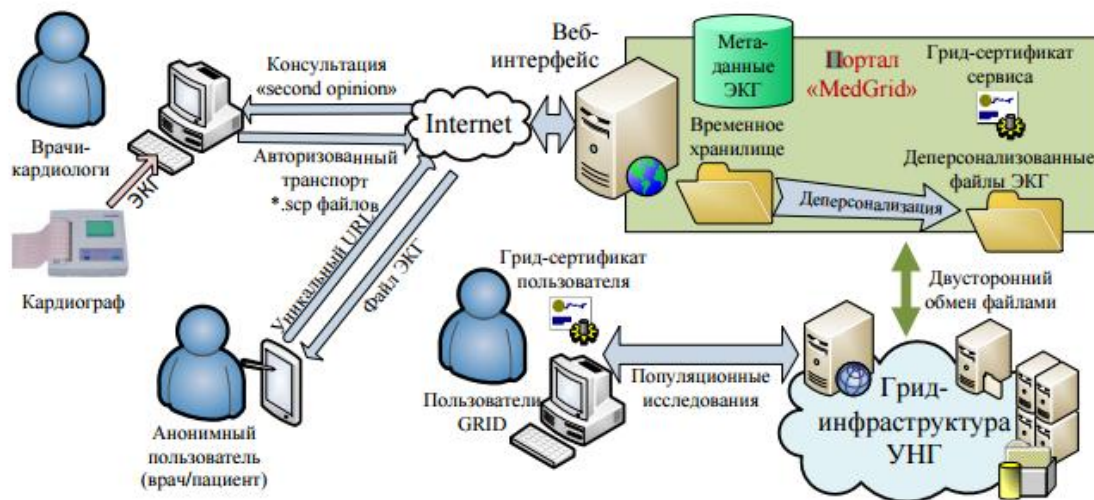


Рис. 4. Технологічний задум проекту [10]

Наступним проектом із запровадженням Грид-технологій є створення системи зберігання медичних зображень, що реалізується в Інституті сцинтиляційних матеріалів НАН України. В інституті створено розподілену базу даних та сховище зображень на основі кластерного комплексу ICMA і суперкомп'ютера СКІТ ІК НАНУ, де відбувається накопичення медичних

зображень та розробка алгоритмів паралельної обробки. До складу системи входять:

- парсер формату DICOM, який дозволяє читати інформацію з полів DICOM для подальшої обробки; сховище даних для зберігання файлів;
- сервер бази даних;
- модуль авторизації;
- модуль деперсоналізації пацієнта;
- веб-інтерфейс лікаря;
- інтерфейс адміністратора.

Кожен лікар отримує сертифікат, який дозволяє працювати з системою, завантажувати і переглядати дослідження. Лікар має доступ тільки до досліджень, які він завантажив, або до тих, посилення на які йому повідомляє інший користувач системи, чи пацієнт. Дані від медичного обладнання знаходяться в сховищі у форматі DICOM. Формується унікальний випадковий ідентифікатор і QR-код аналізу, що надаються пацієнту для доступу до власних аналізів у майбутньому. Дані обробляються, відокремлюються зображення і мета-інформація [11].

Наступний ряд проектів, що проводяться в Україні включає:

- розробку і впровадження Грід-технологій в моделюванні нейросистем (Національний науковий центр з медико-біотехнічних проблем НАН України);
- розробку та впровадження комп’ютерних сервісів для аналізу молекулярної динаміки білків в віртуальній лабораторії MolDynGrid та її інтеграцію в європейську грід-інфраструктуру (Інститут молекулярної біології і генетики НАН України);
- розробку нових методів грід-обчислень з високим ступенем паралелізації для системного аналізу процесів відновлення печінки через моделювання мережі генної регуляції на основі

широкомасштабного визначення експресії генів (Інститут молекулярної біології і генетики НАН України);

- використання Грід-технологій у фундаментальних та прикладних дослідженнях цитоскелету, шляхом створення та розвитку віртуальної організації CSLabGrid (Державна Установа «Інститут харчової біотехнології і геноміки НАН України»).

### **5. Результати дослідження та їх обговорення**

Було проведено аналіз розвитку Грід-технологій, були вказані державні проекти та ініціативи в медичній галузі України. Зазначені приклади вирішення наукоємних задач, а також існування великої кількості прикладних задач, що потребують великих обсягів апаратних та програмних засобів вказують на відчутну необхідність розвитку Грід-ініціативи в Україні, збільшення фінансування та підтримки з боку держави для розширення застосування цих технологій. З вищезазначених проектів можна стверджувати, що тільки за допомогою Грід-технологій можна реалізувати технологічно складні рішення для спільного використання ресурсів та проведення наукових досліджень.

### **6. Висновки**

- було проведено дослідження розвитку та становища Грід-технологій в Україні;
- були розглянуті державні ініціативи;
- були приведені приклади проектів успішної реалізації вищезазначених технологій в наукових центрах та інститутах України.

З проведеного дослідження можна стверджувати, що спостерігається позитивний розвиток Грід в Україні, але необхідно залучити ще більше ресурсів та організацій для становлення більш розширеної та потужної Грід-системи в Україні.

## **Література**

1. Кореньков, В. В. Грид-технологии: статус и перспективы [Текст] / В. В. Кореньков // Вестник международной академии наук (Русская секция). – 2010. – №1.
2. Авраменко, В. Особливості застосування грід-технології в медицині [Текст] / В. Авраменко, А. Загородній, Є. Мартинов // Вісник НАН України. – 2008. – № 10 – ISSN 0372-6436.
3. Загородний, А. Г. UA-Grid: Украинская национальная грид-программа [Текст] / А. Г. Загородний, С. Я. Свистунов, Л. Ф. Белоус, А. Л. Головинский // International Conference "Parallel and Distributed Computing Systems" PDCS 2013 (Ukraine, Kharkiv, March 13-14, 2013). – pp. 346-356.
4. Корнелюк О. І. Сучасні комп'ютерні Грід-технології та їх застосування в медичних дослідженнях [Текст] / О. І. Корнелюк, О. П. Мінцер // Медична інформатика та інженерія. - 2008. - № 1. - С. 23-29.
5. Матов, О. Я. Перспективні інформаційні технології та розвиток GRID-систем у високопродуктивних глобально-розподілених обчислювальних інфраструктурах корпоративної співпраці [Текст] / О. Я. Матов, І. О. Храмова // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2004 – Т. 6. – № 1. – С. 85-98. – ISSN 1560-9189.
6. Ходжибаев, А. М. Новейшие информационные ГРИД-технологии в электронной медицине [Текст] / А. М. Ходжибаев, Ф. Т. Адылова // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2005. –Т. 3. – №1.
7. Тарасов, А. М. Грид-технологии: Сегодня и завтра [Текст] / А. М. Тарасов // Вестник академии права и управления. – 2010. – №20. – С. 20-40.
8. Проект NorduGrid [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.nordugrid.org/>



9. Мартинов, Є. Український національний грід – учасник міжнародного об'єднання Nordugrid [Текст] / Є. Мартинов, О. Смирнова // Вісник НАН України. – 2011. – № 12. – ISSN 0372-6436.
10. Слюсар, Е. А. Использование грид-инфраструктуры как распределенного отказоустойчивого хранилища данных для веб-сервисов [Текст] / Е. А. Слюсар., М. В. Волжева // Second International Conference "Cluster Computing" CC 2013 (Ukraine, Lviv, June 3-5, 2013). – p. 212-215.
11. Дьомін, О. В. Використання грід-сервісів віртуальної організації medgrid для зберігання медичних зображень [Текст] / О. В. Дьомін, С. В. Баранник, О. О. Харюк, А. В. Чергінець // Ukrainian Journal of Radiology. – 2015. – Vol. 23. – PUB. 2. – ISSN 1027-3204.