



**ПРОБЛЕМНО І ФУНКЦІОНАЛЬНО
ОРІЄНТОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА
МЕРЕЖІ**

УДК 519.5

**ІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ
В НАУЦІ І ОСВІТІ**

М.З. ЗГУРОВСЬКИЙ, Ю.І. ЯКИМЕНКО, В.І. ТИМОФЄЄВ

Наведено фактори впливу інформаційних технологій на розвиток інформаційного суспільства. Розглянуто напрями застосування інформаційних мережевих технологій у науці та освіті, проблеми розвитку національної науково-освітньої мережі URAN та системи дистанційної освіти в Україні, а також шляхи інтеграції URAN до Європейського інформаційного простору.

Процеси світової глобалізації охопили практично усі сфери людської діяльності: економіку, культуру, інформаційний простір, технології, управління та багато інших. Це дає змогу говорити про розвиток відкритого інформаційного суспільства. Йому притаманний мережевий спосіб взаємодії між людьми в усіх напрямках їх діяльності. Результатом цього процесу стало, наприклад, створення віртуальних компаній, працівники яких можуть перебувати в різних кутках світу і вести спільний бізнес за допомогою «віртуального офісу», поява засобів масової інформації нового типу, розвиток електронної комерції, виникнення «персоніфікованої реклами», поліпшення соціальної адаптації інвалідів (можна працювати, не виходячи з власної домівки) тощо. Щоб скористатися можливостями, що їх надає відкрите інформаційне суспільство, необхідно стати членом інформаційної мережі, мати відповідну інфраструктуру і сучасні засоби комунікації. Користувачі мережі повинні бути обізнаними в цій сфері, яка для більшості непрофесіоналів є новою. Наведені фактори, а також певна психологічна інертність, є стримуючими для багатьох практичних працівників і навіть для значної частини науковців і освітян на шляху приєднання до очевидних досягнень світової цивілізації.

**ІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖІ — НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА РОЗВИНУТОГО
СУСПІЛЬСТВА**

Світові тенденції розвитку інформаційних технологій характеризуються зростанням їх технічної досконалості й інтелектуальної наповнюваності за рахунок створення в телекомунікаційних мережах високоінтелектуальних серверів із широким спектром інформаційних послуг, використання цифрової передачі аудіо- і відеоінформації, зростанням рівня використання

оптичних систем і пакетних принципів передачі даних, розгортанням ширококутових радіосистем і супутникових каналів зв'язку.

Проаналізувавши стан використання мережевих технологій у більшості академічних установ і навчальних закладів, Президія НАН України зазначила, що він є майже критичним. Зазвичай установи академії і її Президія не мають своїх корпоративних мереж. У кращому разі вони виділяють декілька телефонних ліній для роботи з різними провайдерами Інтернету. Швидкість передачі даних цими лініями не перевищує 56 кбіт/с, що значно нижче мінімальних потреб для обміну інформацією наукового характеру. При цьому не гарантується ні якість передачі даних, ні ефективність пошуку інформації, а номенклатура сервісів мереж практично зводиться лише до користування електронною поштою. Використання у такій ситуації можливостей обчислювальних ресурсів міжнародних наукових центрів, здійснення наукових досліджень у режимі віртуальних лабораторій та проведення дистанційного навчання виключено, оскільки це передбачає обмін і обробку аудіо-, відео- і графічної інформації великих обсягів в інтерактивному режимі.

Водночас в усіх розвинутих країнах світу відбуваються процеси суто протилежного характеру. Зокрема, ринок інформаційних технологій у цих країнах щорічно зростає на 10%, більш ніж утричі розширюється комп'ютерна мережа Інтернет. Завдяки Інтернет-технологіям, міжнародним та національним академічним комп'ютерним мережам стало можливим дистанційне навчання та наукові проекти, в яких одночасно беруть участь тисячі дослідників із десятків країн (наприклад, проект у галузі фізики ядерних часток CERN).

Необхідною умовою приєднання України до цих здобутків та створення відкритого інформаційного суспільства є наявність розвинутої телекомунікаційної інфраструктури, проведення досліджень як технічних, так і соціальних аспектів її застосування.

За показником універсальності та масштабами розповсюдження комп'ютерні мережі можна умовно розділити на три групи.

1. Глобальна комп'ютерна мережа Інтернет — це всесвітня мережа, інформаційне та інтелектуальне наповнення якої охоплює всі сфери людської діяльності.

2. Національні комп'ютерні мережі Ентранет, як правило, будуються в межах кордонів однієї країни і наповнюються інформацією і знаннями, що відносяться до певної сфери діяльності цієї країни. Найбільш поширеними прикладами таких мереж, що створені в багатьох розвинутих країнах світу, є національні мережі науки і освіти, мережі, що відносяться до космічної діяльності, мережі спеціального призначення тощо. Зокрема, в Європі налічується понад 30 науково-освітніх мереж. Вони об'єднуються в загальноєвропейські наукові мережі, головними з яких є GEANT та SINSEE (Scientific Information Network South East Europe).

3. Корпоративні комп'ютерні мережі, які створюються для групи компаній або організацій і наповнюються даними і знаннями, що належать до специфічної сфери їх діяльності.

Характеризуючи масштаби розповсюдження світової інформаційної мережі Інтернет, необхідно зазначити, що на сьогодні загальна кількість її

індивідуальних користувачів перевищила 800 млн, а кількість так званих хост-серверів (головних серверів) — 197 млн. Важливо відзначити, що ці цифри прогнозувалися лише на кінець 2003 р. Серед географічних доменів найвищого рівня кількість індивідуальних користувачів Інтернету і кількість головних серверів найбільша у США, Японії, Великій Британії, Німеччині (рис. 1).

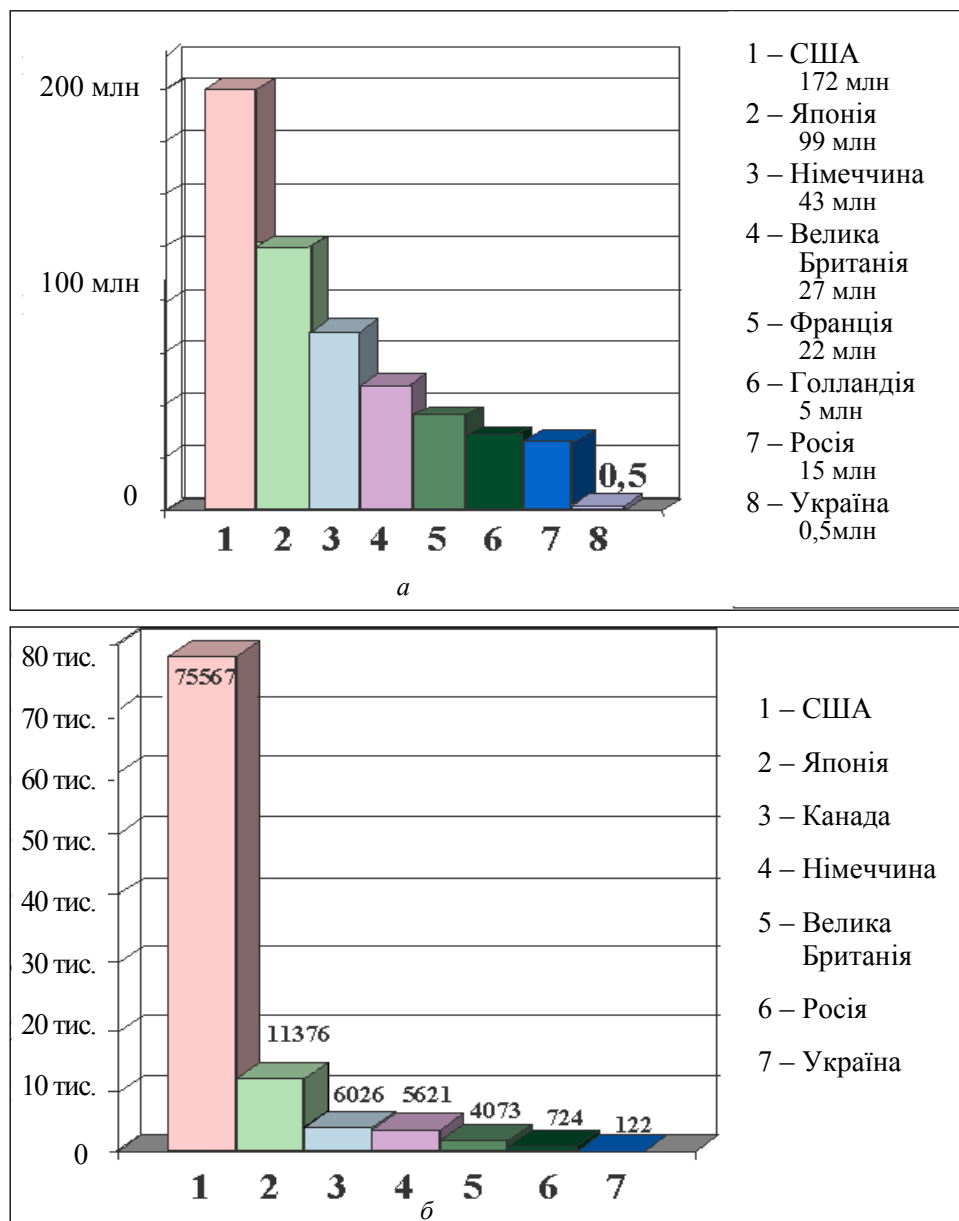


Рис. 1. Географічний розподіл індивідуальних користувачів Інтернету (а) та головних серверів (б).

На превеликий жаль, Україна, в якій був створений перший у континентальній Європі комп'ютер, за цими показниками поступається Росії в 15 – 30 разів, Німеччині майже на два порядки, а порівняння із США взагалі втрачає сенс. Світовий розподіл головних серверів за

категоріями користувачів показує, що комерційні організації, провайдери послуг та заклади науки і освіти разом володіють понад 90% цих систем порівняно з будь-якими іншими категоріями.

Європейський ринок у галузі інформаційних технологій і електронної комерції становить лише третину відповідного ринку США. Ситуація погіршується надто високими тарифами на комунікації в Європі, а також зростаючою нестачею підготовлених фахівців (якщо сьогодні їх дефіцит становить 800 тис., то у 2003 р. це число може подвоїтися).

Виникає закономірне запитання: чому розвинені країни додатково до Інтернету змушені створювати національні чи корпоративні телекомунікаційні мережі в певних сферах діяльності? Чи не може Інтернет взяти на себе функції інших видів мереж і повністю замінити їх? Відповідь: може, але це не доцільно. Пояснюється це тим, що:

1) національні і корпоративні мережі мають власне інформаційне середовище в певній сфері діяльності, яке характерне для конкретної країни або конкретної групи компаній чи організацій;

2) оскільки національні та корпоративні мережі не потребують використання серверів та каналів зв'язку глобальних мереж, обсяги інформації, якою обмінюються користувачі, можуть бути значно більшими, а вартість цього обміну піддається суттєвому зниженню;

3) у національних та корпоративних комп'ютерних мережах досягається значно вищий ступінь захисту інформації, ніж у глобальній мережі Інтернет.

Для забезпечення оптимального доступу до інформації, що розміщується на інформаційних серверах національних чи корпоративних мереж, їх інформаційна і технічна (телекомунікаційна) складова створюється за єдиними принципами, на єдиній технологічній платформі.

Водночас користувачам національних і корпоративних мереж автоматично забезпечується доступ до глобальної мережі Інтернет.

ПОБУДОВА УКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ОСВІТНЬОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Необхідність побудови української інформаційної мережі у сфері науки і освіти гостро постала ще на початку 90-х років минулого століття. Але реальна можливість розпочати ці роботи з'явилася лише 1995 року коли НТУУ «КПІ» виграв конкурс за програмою «Темпус-Тасіс» на створення такої мережі в Україні за участю Аахенського технічного університету (Німеччина) і Університету м. Дельфт (Голландія). Проект був активно підтриманий НАН України та Міністерством освіти і науки України. За цей час ми пройшли непростий шлях по створенню української інформаційної мережі. Стисло можна окреслити лише декілька головних етапів:

1. У 1996 р. НАН України та Міністерством освіти і науки України була розроблена Програма створення Національної телекомунікаційної мережі установ науки і освіти. Мережа отримала назву URAN (Ukrainian Research and Academic Network).

2. Спільною постановою Президії НАН України і колегії Міністерства освіти і науки України 1997 року засновано Асоціацію користувачів URAN, затверджено її статут, створено «Центр європейської інтеграції», який почав виконувати функції оператора мережі.

3. У 1997 р. завдання щодо створення інформаційної мережі закладів науки і освіти України з опорними вузлами у найбільших освітніх і наукових центрах (Києві, Дніпропетровську, Донецьку, Харкові, Одесі, Львові) внесено до Національної програми інформатизації.

4. У жовтні 1998 р. — проект створення Національної інформаційної мережі установ науки і освіти України URAN схвалено Міжнародним конгресом ЮНЕСКО «Освіта і інформатика».

5. У 1998 — 2000 рр. створено першу чергу опорної мережі (бекбона) з базовими вузлами у Києві, Харкові, Дніпропетровську, Львові, Одесі, Донецьку.

6. У 2001 р. розпочато побудову другої черги URAN — створення регіональних вузлів у Сімферополі, Чернігові, Луганську, Сумах, Запоріжжі, Івано-Франківську.

Призначення мережі

Побудова Національної науково-освітньої інформаційної мережі України є необхідним етапом подальшого розвитку сфер науки і освіти [1]. Вона повинна мати значне інтелектуальне наповнення, вміщувати бази даних і знань з різних напрямів науки і освіти, електронні бібліотеки, системи пошуку інформації, забезпечувати спільне віддалене користування потужними обчислювальними ресурсами, роботу в режимі віртуальних наукових і освітніх лабораторій, здійснювати мультисервісну обробку інформації (графічну, відео- та аудіоінформацію).

Архітектура мережі

Вибір архітектури URAN, пов'язаний з географічними, технічними і інформаційними аспектами. Мережа URAN створювалася за моделлю найпотужніших науково-освітніх мереж Німеччини (DFN) і Голландії (SURFNET).

Архітектура мережі URAN — трирівнева. До перших двох рівнів належить центральний вузол у м.Києві, який має магістральні (оптоволоконні і супутникові) канали передачі даних, пов'язані з глобальною мережею Інтернет, і опорними вузлами мережі. Третій рівень включає власну інформаційну інфраструктуру і кампусові мережі університетів, академічних установ, наукових бібліотек, які є колективними користувачами усіх ресурсів мережі URAN. Центральний вузол здійснює загальне адміністрування мережі і підключає користувачів Київського регіону. Подібні функції на своєму рівні виконують базові вузли в інших обласних центрах України. Загальна топологія мережі з виділенням базових і регіональних центрів URAN показана на рис. 2.

Центральний вузол URAN у Києві є розподіленим і включає центри управління мережею, що розташовані в Міністерстві освіти і науки України, в Кібернетичному центрі НАН України і НТУУ «КПІ». Топологія сегмента мережі URAN у Києві включає академічні установи і університети.

Київський сегмент охоплює Академмістечко з вузлом в Інституті металофізики НАН України, Західний вузол в Інституті електродинаміки НАН України, Південний вузол у Кібернетичному центрі і Центральний вузол у Міністерстві освіти і науки України та в НТУУ «КПІ».

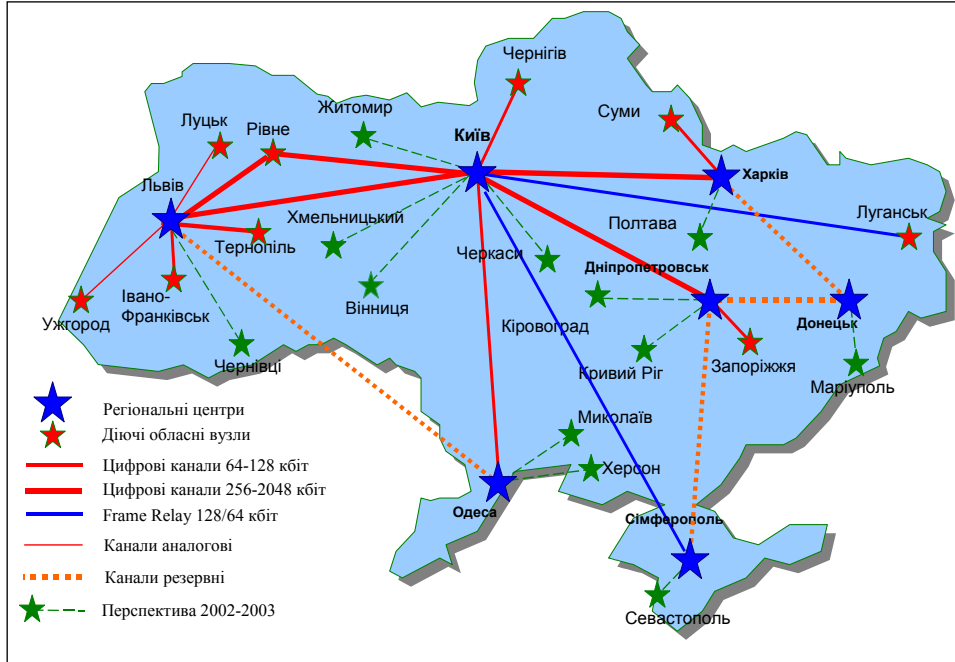


Рис. 2. Топологія мережі URAN за станом на квітень 2002 р.

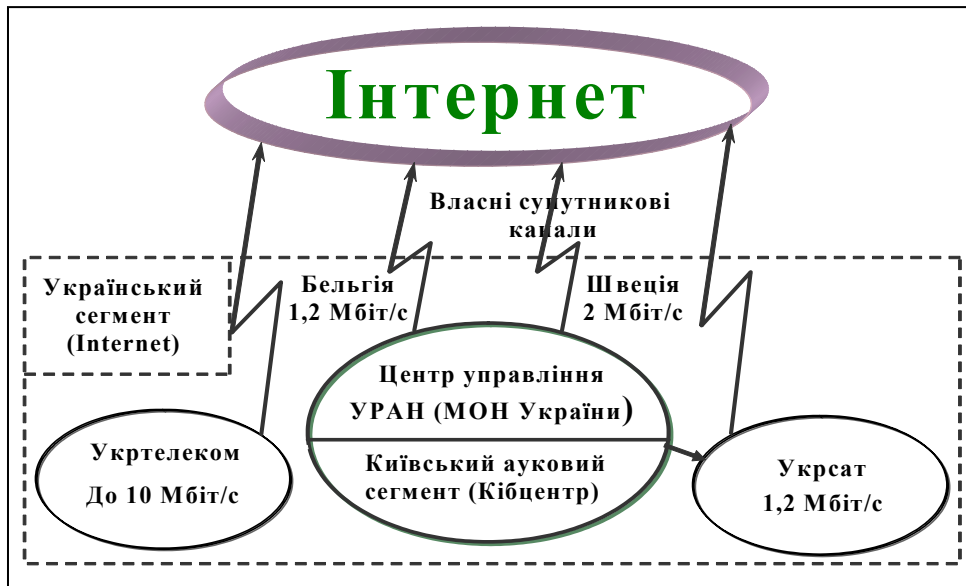


Рис.31. Структура каналів передачі даних URAN

Топологія URAN є зіркоподібною з резервними сегментами, що обумовлено застосуванням мережевої технології ATM (Asynchronous

Transfer Mode). Ця технологія є базовою у високошвидкісних світових мережах. Крім того, за цією технологією будуються магістральні канали передачі даних національного провайдера телекомунікаційних послуг — Укртелекому, а також найбільші кампусові (корпоративні) мережі, що обумовлює єдність технологічних платформ мережі URAN. Мережі URAN властива побудова за єдиною ідеологією та єдиним проектом, що ґрунтується на оптимальному доборі програмно-апаратних платформ і збалансованим регіональним розподілом інформаційних ресурсів.

Виходячи з міжнародного досвіду, URAN використовує різні типи каналів зв'язку (рис. 3). Перш за все магістральні наземні канали Укртелекому. Разом з тим, мережі, подібні URAN, мають використовувати свої власні супутникові канали і так звані комунікації останньої милі, побудовані на мікрохвильових технологіях, для підключення колективних користувачів у регіонах України, особливо віддалених. У таких місцевостях через відсутність наземних каналів зв'язку можуть використовуватися вітчизняні мікрохвильові системи передачі даних

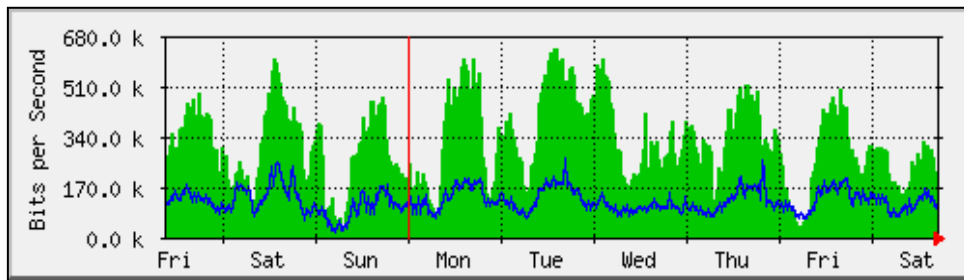


Рис. 4. Завантаження каналів передачі даних URAN: світлий графік — вхідний трафік 642 кбіт/с (83,7 %); середній вхідний 321 кбіт/с (41,8 %); темний графік — вихідний трафік 269 кбіт/с (35,1 %); середній вхідний 127 кбіт/с (16,5 %).

Система URAN дає можливість проведення роботи в оптимальному режимі щодо завантаження каналів зв'язку, оскільки інформація про завантаженість каналів є прозорою і доступною для користувачів URAN. На рис. 4 наведено статистичні дані про завантаженість каналів URAN, які надаються користувачам у режимі реального часу. Трирівнева структура URAN обумовлена також характером інформаційних потоків і послуг, оскільки інформаційні ресурси і сервери мережі у свою чергу поділяються на центральні, регіональні і корпоративні.

Інформаційне та інтелектуальне наповнення мережі

Нині мережа URAN об'єднує інформаційні науково-освітні ресурси понад 50 університетів і наукових установ, що містяться на їх інформаційних серверах, в усіх регіонах України. Завданням URAN є створення і надання власних інформаційних ресурсів і ресурсів Інтернет користувачам мережі. Однак, враховуючи необхідність розвитку системи дистанційного навчання України та її методичного забезпечення, ресурси регіональних вузлів URAN поєднуються з мережею і ресурсами регіональних центрів дистанційного навчання. Окрім цього, завданням регіональних центрів є інтеграція

ресурсів електронних бібліотек для створення єдиної національної мережі електронних бібліотек із потужними довідково-інформаційними системами. Нині втілюється в життя міжнародний проект по створенню електронних бібліотек за участю Національної бібліотеки ім. В.Вернадського, Науково-технічної бібліотеки НТУУ «КПІ», Віденської національної бібліотеки, Університету м. Аахена (Німеччина) та Університету м. Дельфт (Голландія).

Принциповим для науково-освітніх мереж є також надання мульти-сервісних послуг, що включають:

1) багатоабонентську доставку даних (Data multicast). Це дозволяє здійснювати передачу даних з одного джерела багатьом споживачам. Типовим прикладом цього виду сервісу є проведення відеоконференцій;

2) надання мережевих новин;

3) буферизацію або тимчасове зберігання (caching) інформаційних ресурсів, що дозволяє заощаджувати ресурси каналів зв'язку, зокрема, зовнішніх каналів;

4) підключення до віддалених потужних обчислювальних ресурсів;

5) забезпечення послуг електронної пошти;

6) функціонування адресної книги (довідника), що дозволяє проводити пошук людей у режимі «білі сторінки» чи організацій у режимі «жовті сторінки» та ін.

Захист інформації в URAN

Звичайно, окремо взяті ресурси мережі URAN не містять інформації, що може становити державну таємницю. Але ресурси користувачів мережі можуть зберігати різноманітну інформацію, в тому числі і з обмеженим доступом. Тому узагальнена інформація по усій мережі чи по її характерному сегменту не бажана для несанкціонованого доступу. Саме з цих причин організація науково-освітньої мережі як національної (установлення прямих каналів зв'язку між вузлами мережі, застосування відповідного спеціалізованого програмного забезпечення і технічних засобів) є необхідною умовою запобігання можливого несанкціонованому доступу до інформації. Загалом у процесі створення системи національної безпеки в інформаційному просторі держави, мережі, подібні URAN, мають розглядатися як сегменти цієї системи.

Фінансові аспекти розвитку мережі URAN

Більшість витрат щодо розвитку мережі (на її переоснащення, на підключення користувачів, експлуатаційних витрат тощо) здійснюється за рахунок користувачів URAN — університетів і академічних установ (53%), міжнародних грантів (40%) і незначного державного фінансування (7%). Але, як і взагалі система вищої освіти і науки, так і інформаційний сегмент у цій системі, без суттєвої державної підтримки існувати не можуть. Діяльність мережі URAN не є прибутковою, тобто усі ресурси спрямовуються на розвиток мережі, а вся фінансова діяльність базується на принципах самоокупності. З іншого боку, широкомасштабний розвиток мережі лише за рахунок обмежених ресурсів науково-освітніх установ і коштів міжнародних проектів не можливий, при тому, що більшість міжнародних проектів

приймається до розгляду лише за умови паритетного їх фінансування сторонами. Тобто необхідною умовою для збалансованого розвитку всіх складових науково-освітньої інформаційної інфраструктури, каналів передачі даних, системи адміністрування і підготовки персоналу є багатоканальне фінансування.

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Узагальнюючи численні напрями застосування сучасних інформаційних технологій в Україні, можна навести їх класифікацію: державне управління й економіка; екологія, охорона навколишнього середовища, медицина, біологія; наукові дослідження і критичні технології; освіта; культура; засоби масової інформації; Інтернет-технології [2, 3].

Серед наукових сфер, де безпосередньо застосовуються мережеві технології, можна виділити такі: інформаційні технології в галузі екології, охорони навколишнього середовища, медицини і біології. Вони пов'язані, насамперед, з методами оцінки параметрів навколишнього середовища, методами аналізу та прогнозування катастроф, технологіями оцінки ризику екологічно небезпечних виробництв, аналізу прогнозування і прийняття рішень у зв'язку з надзвичайними ситуаціями, системами проектування екологічного обладнання, системами діагностики та прийняття рішень у медицині й біології, в тому числі з застосуванням телемедичних технологій. Особливо гостро ці проблеми постали після чорнобильської катастрофи.

Розробкою, що безпосередньо поєднує застосування мережевих технологій у наукових дослідженнях, і яка спрямована на інтелектуалізацію мереж, подібних URAN, є проект створення агентно-орієнтованих технологій пошуку, збереження, обробки і передачі інформації, що впроваджується Кібернетичним центром НАН України. Агентські платформи актуальні саме для науково-освітнього мережевого середовища.

Важливий напрям застосування мережевих технологій у науці — організація роботи віртуальних дослідницьких лабораторій. Це дозволяє залучати вчених із різних куточків світу для проведення досліджень безпосередньо у своїх лабораторіях із наступним обміном інформацією через комп'ютерну мережу. Прикладом організації діяльності віртуальної лабораторії з використанням мережі URAN є спільна робота Інституту кібернетики ім. В. Глушкова з Флоридським університетом (США) над проектом дискретної оптимізації в задачах кодування інформації.

Ще одним практичним напрямом застосування мережевих технологій є електронна комерція, в тому числі і на ринку технологій, ноу-хау, наукової продукції. Цей вид діяльності особливо важливий для української науки, промисловості і технологій, які мають зайняти відповідне місце в структурі світового ринку. У сукупності з електронною комерцією трансфер високих технологій дозволить Україні вийти на світову арену як рівноправному партнеру.

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНІХ ЦІЛЯХ

Безпосереднє застосування комп'ютерних мереж у сфері освіти пов'язано з розробкою новітніх освітніх та навчальних програм, застосуванням Інтернет-технологій у навчальному процесі, створенням електронних бібліотек, довідково-інформаційних систем, систем менеджменту в освіті, автоматизацією та інформаційним супроводженням документів про освіту (система «Освіта»), використанням спеціалізованих банків даних і знань, дистанційним навчанням.

Однією з найбільш характерних освітніх технологій з точки зору необхідності застосування інформаційних мереж є дистанційне навчання:

- дистанційна форма навчання — не альтернативна, а доповнювальна;
- дистанційне навчання не має географічних і політичних кордонів;
- ця форма навчання є масовою і в той же час індивідуальною, тобто кожний учень здобуває знання, необхідні саме йому, із швидкістю, що йому властива;
- ця форма навчання має виключно мотиваційну основу, тобто вона ефективна для людей, зацікавлених придбати знання як «товар» із метою подальшої їх реалізації у професійній кар'єрі.

З точки зору розвитку економіки і світового розподілу праці ця технологія навчання приваблює тим, що:

- є високо динамічною щодо потреб ринку праці, який швидко змінюється;
- значно перевершує традиційну щодо можливостей отримання необмежених обсягів знань із світових баз даних і баз знань;
- має неперевершену швидкість оновлення знань.

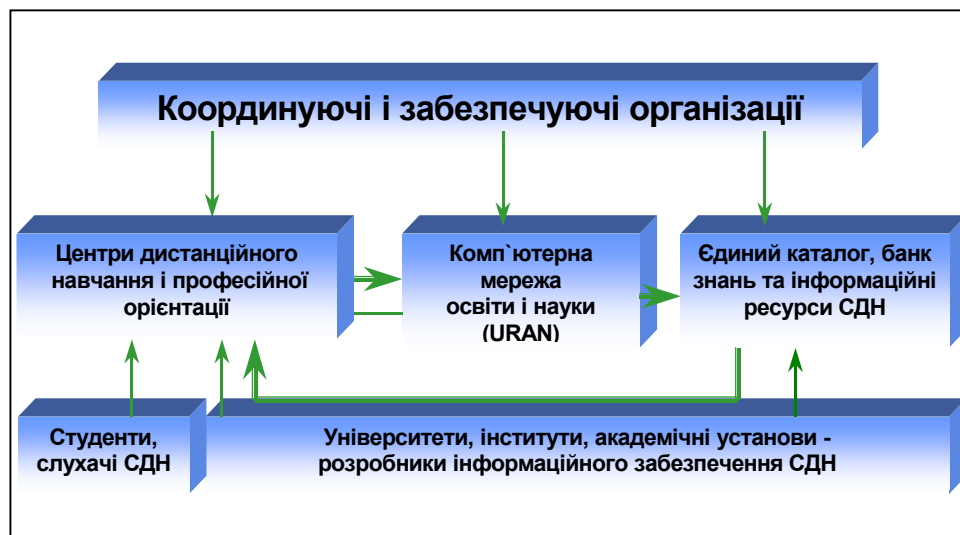


Рис. 5. Структура системи дистанційного навчання на національному рівні

На національному рівні до системи дистанційного навчання входять (рис. 5): координуючі і забезпечуючі організації, центри дистанційного

навчання (СДН) і професійної орієнтації, заклади освіти та наукові установи, розробники та слухачі цієї системи, інфраструктура інформаційної мережі URAN, єдині каталоги, банки даних і знань, інформаційні ресурси.

Системна методологія дистанційного навчання будується на принципах оболонки (рис 6). Такі оболонки являють собою систему зі своєю внутрішньою структурою і зв'язками. В оболонці змінюється тільки змістовна частина — інформаційне наповнення і організаційна інформація. Інші загальносистемні модулі оболонки залишаються без змін.

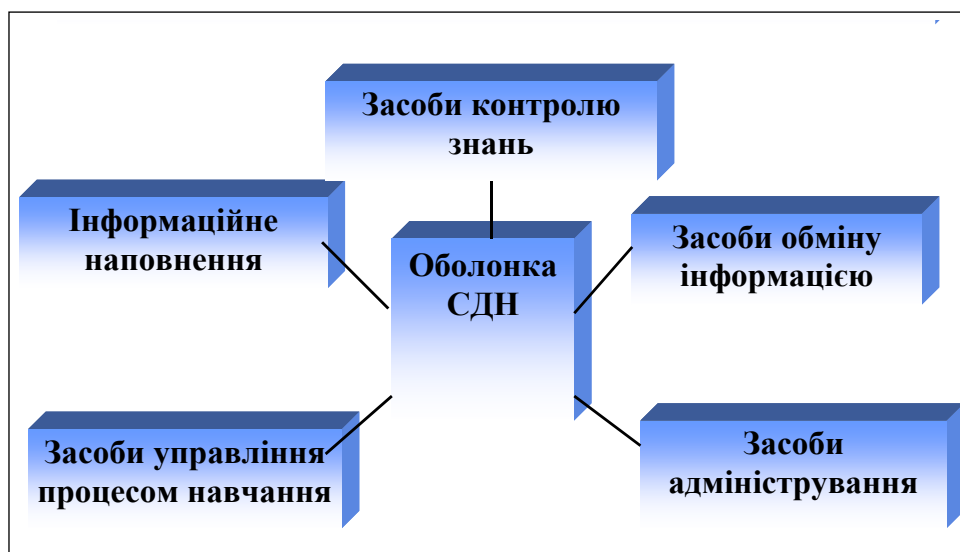


Рис.6. Складові дистанційного навчання

Інтерактивне спілкування студента з викладачем відбувається у двох режимах:

- 1) синхронному (on-line) у формі дискусії, семінару, конференції;
- 2) асинхронному (of-line) у формі електронного листування (e-mail) або шляхом проведення форумів.

При цьому студент може знаходитися вдома, на робочому місці або в комп'ютерному класі, одержуючи лекційний матеріал, проходячи тестування, спілкуючись із викладачами через телекомунікаційну мережу. Очними елементами залишаються лише лабораторні сесії (для окремих навчальних програм); екзаменаційні сесії (іспити, заліки) та захист дипломних проектів.

З метою координації робіт по створенню системи дистанційного навчання в Україні і поетапного впровадження її елементів у системі Міністерства освіти і науки України на базі НТТУ «КПІ» створено Український центр дистанційної освіти. Центр розробляє документи, що стосуються дистанційного навчання; адаптує найбільш ефективні інформаційно-навчальні програмні засоби; розробляє дистанційні курси; готує кадри для цієї форми навчання: викладачів, методистів, менеджерів, програмістів, системних адміністраторів; створює, апробує і розповсюджує дистанційні технології навчання. Слід зазначити, що створення

дистанційного курсу пов'язано з виконанням складної, творчої і, з методичної точки зору, нетривіальної роботи. Тому на світовому ринку вартість розробки одного такого курсу коливається від 15 до 30 тис. доларів США. У зв'язку з цим робота центру, який, залучаючи фахівців із навчальних закладів України, вже створив 50 курсів із різних дисциплін, заслуговує високої оцінки.

Впровадження дистанційного навчання передбачає відповідну технологічну оснащеність, що пов'язано з вимогами до телекомунікаційних мереж обміну інформацією, які мають забезпечувати швидкість передачі даних не менше 1 Мбіт/с для використання мультимедійних засобів дистанційного навчання. Цю функцію для українського сегмента дистанційного навчання може в повному обсязі взяти на себе мережа URAN.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ У НАУЦІ І ОСВІТІ

Найголовніша проблема — це відсутність комплексної державної програми розвитку науково-освітньої мережі. Тому відсутня постійна фінансова та організаційна підтримка цих розробок з боку держави і, як наслідок, мережа URAN ще не охоплює всі регіони України. Водночас світовий досвід розвитку науково-освітніх комп'ютерних мереж досить багатий. Найвідомішими з них є мережі DFN, B-WIN у Німеччині, SUPER JANET у Великій Британії, SURFNET у Голландії, RENATER-2 у Франції, CANET-2 у Канаді та ін. Навіть Росія, яка ще не входить до числа країн із розвинутою інформаційною інфраструктурою, має кілька потужних науково-освітніх національних і регіональних мереж (RBNET, RUNET, RELARN, RSSI, MSUNET, FREENET, РАН/ORC) і випереджає Україну більш ніж на порядок за кількістю головних серверів. Це пояснюється тим, що у Росії існує державна підтримка у межах Міжвідомчої програми, що фінансується Міннауки, Міносвіти Російської Федерації та Російською академією наук.

Наступна проблема — це відсутність суттєвих кроків на рівні держави щодо приєднання Українського науково-освітнього інформаційного сегмента до Європейського і світового інформаційного простору. Тоді як об'єднання національних науково-освітніх мереж є світовою тенденцією. Так, у Європі функціонувала транснаціональна мережа TEN-155 (швидкість передачі даних 155 Мбіт/с), що трансформувалася у науково-освітню мережу GEANT, яка вже переходить до використання оптоволоконних каналів передачі даних із швидкістю до 1 Тбіт/с (рис. 7). Швидкого розвитку набуває ще одна інформаційна наукова мережа країн Південної та Східної Європи — SINSEE.

До важливих перспектив розвитку системи URAN на найближчі роки (з відповідними капіталовкладеннями) можна віднести:

- розбудову опорної мережі (бекбона) в усіх регіонах України, нарощування потужностей вузлів і магістральних каналів передачі даних;

- створення інформаційних ресурсів URAN і розбудову регіональних сегментів мережі і обласних вузлів;
- створення власних супутникових зовнішніх і наземних каналів передачі даних, вирішення проблеми «останньої милі» шляхом підключення кінцевих користувачів із використанням мікрохвильових інформаційних технологій.

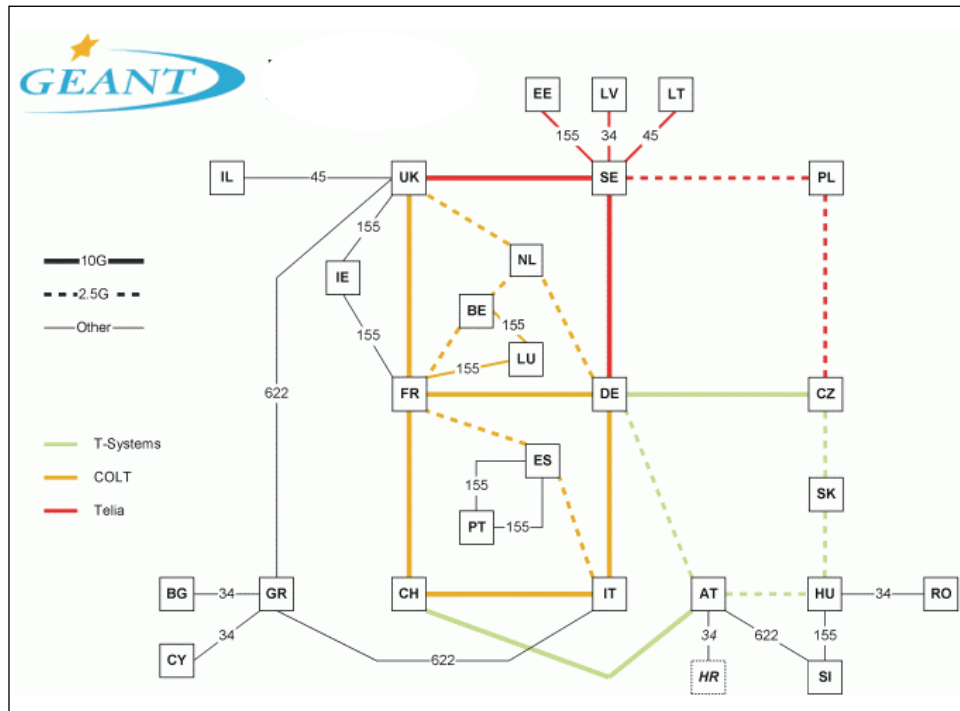


Рис. 7. Існуюча топологія мережі GEANT.

Усе це дозволить забезпечити потреби у швидкостях каналів передачі даних для закладів науки і освіти в мережі URAN до 4 Мбіт/с у 2002 р. і більше 10 Мбіт/с у 2003 р.

Важливим завданням є інтеграція мережі URAN, яка вже визнана міжнародними організаціями як національна науково-освітня мережа України до транс'європейських наукових мереж передачі даних GEANT (рис.8) та SINSEE.

Наступним кроком є створення українського сегмента Інтернет і розвитку магістральних оптоволоконних каналів передачі даних. У цьому сегменті мережа URAN є одним із найбільш істотних елементів. Загалом зростає сумарна пропускна спроможність зовнішніх каналів Українського сегмента Інтернету. Так, ми мали 80 Мбіт/с в середині 2000 р., понад 100 Мбіт/с у 2001 р. Але сьогодні цей показник не можна вважати задовільним.

Ці проблеми можуть бути вирішені тільки за умови інтеграції зусиль НАН України, Міністерства освіти і науки України, Держкомзв'язку, Укртелекому та інших установ і відомств.

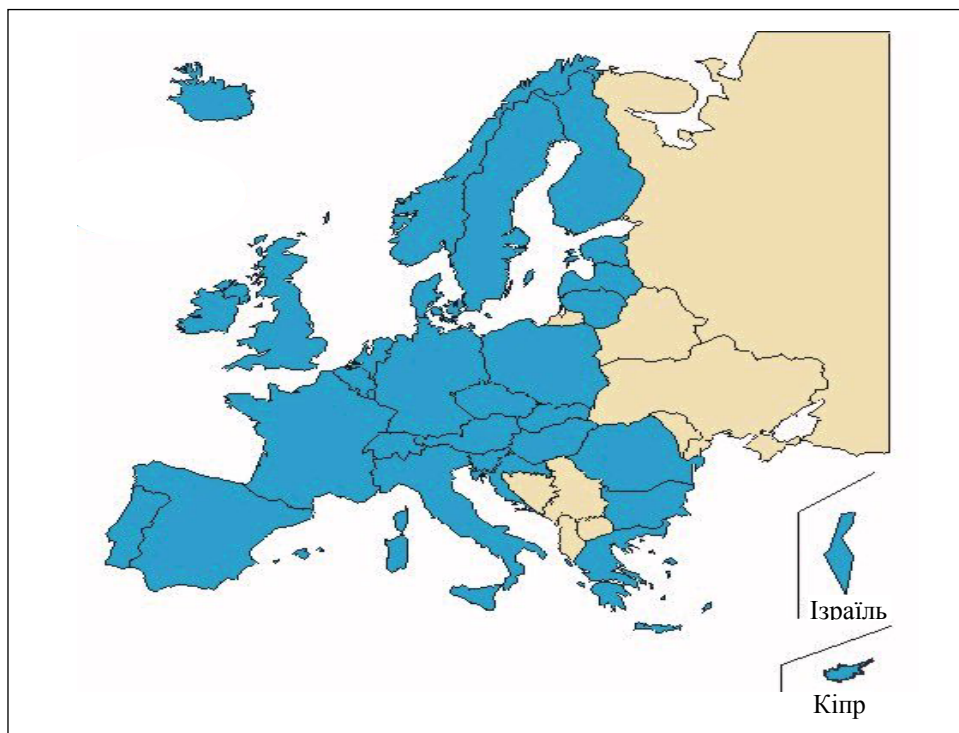


Рис. 8. Транс'європейська наукова мережа передачі даних GEANT

Таким чином, в умовах обмежених ресурсів держави розробка і впровадження Національної телекомунікаційної мережі закладів науки і освіти дозволить суттєво прискорити розвиток цих стратегічно важливих сфер нашого суспільства і спростити входження України до світового наукового і освітянського простору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патон Б.Е., Згуровський М.З., Якименко Ю.И. Состояние и перспективы развития национальной телекоммуникационной сети в сфере науки и образования // Кибернетика и системный анализ. — 1999.— № 5. — С. 3–10.
2. Згуровський М.З., Сергієнко І.В. Стан та перспективи розвитку інформаційних технологій в Україні // Матеріали Міжнародного конгресу «Інформаційне суспільство в Україні — стан, проблеми, перспектива» (Київ, 25–27 вересня 2000 року).— К.: НТУУ «КПІ», 2000. — С. 29–37.
3. Згуровський М.З., Сергієнко І.В. Інформаційні технології у сучасному суспільстві // Вісник НАН України.— 2000.— №12. — С. 9–16.

Надійшла 11.07.2002