ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «ІНЖЕК»

М. О. Кизим, І. Ю. Матюшенко

NBIC-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ В КРАЇНАХ СВІТУ І УКРАЇНІ

Монографія

Харків
ВД «ІНЖЕК»
2015

М. О. Кизим, І. Ю. Матюшенко

NBIC-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ В КРАЇНАХ СВІТУ І УКРАЇНІ

Монографія

Харків
ВД «ІНЖЕК»
2015

УДК 338.2
ББК 65.5
К 38

Затверджено на засіданні вченої ради Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (протокол № 7 від 21.07.2015 р.)

Рецензенти: **Христіановський В. В.**– доктор економічних наук, професор, академік Академії технологічних наук України, завідувач кафедри математики та математичних методів в економіці, Донецький національний університет;

Ковальчук К. Ф. –доктор економічних наук, професор, академік Академії економічних наук України, академік Академії наук вищої школи України, декан факультету економіки та менеджменту, завідувач кафедри фінансів, Національна металургійна академія України (Україна, м. Дніпропетровськ;

Раєвнєва О. В. –доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

Кизим М. О.

К 38 NBIC-технології як ключовий фактор розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і мікроелектроніки в країнах світу і Україні : монографія / М. О. Кизим, І. Ю. Матюшенко. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2015. – 392 с. Укр. мова

ISBN 976-966-392-357-4

Викладено аналіз перспектив розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та мікроелектроніки як складової впровадження NBIC-технологій у провідних країнах світу. Розглянуто впровадження і перспективні розробки в галузі інформаційно-комунікаційних технологій в Україні. Наведено характеристику напрямів розвитку телекомунікаційної галузі країн світу і України, зокрема супутникового зв'язку і мовлення, а також визначено шляхи вирішення проблеми захисту кіберпростору в країнах світу і Україні. Обґрунтовано перспективи створення і використання мікроелектронної техніки як матеріального базису для розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в Україні.

Монографію призначено для широкого кола читачів, що цікавляться особливостями розвитку NBIC-технологій, інформаційно-комунікаційних технологій і мікроелектроніки в Україні в умовах її інтеграції до світогосподарської системи.

УДК 338.2
ББК

© Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., 2015
© ВД «ІНЖЕК», 2015

ISBN 976-966-392-357-4

ЗМІСТ

Вступ 11
Розділ 1. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та мікроелектроніки як складової впровадження NBIC-технологій у провідних країнах світу 13
1.1. Перспективи конвергенції та синергії інформаційно-комунікаційних технологій в рамках розвитку NBIC-технологій 13
1.2. Загальні тренди розвитку інформаційно-комунікаційних технологій 25
1.3. Сучасні напрями в обробці інформації та комп'ютерних обчисленнях 36
1.4. Основні напрями розвитку молекулярної електроніки 54
1.5. Застосування нанотехнологій і наноматеріалів у мікроелектроніці 62
Висновки до розділу 1 73
Розділ 2. Впровадження і перспективні розробки в галузі інформаційно-комунікаційних технологій в Україні 80
2.1. Реалізація державних програм інформатизації та створення інформаційного суспільства в Україні в 1999 – 2013 рр. 80
2.1.1. Напрями державної політики та програмні заходи з розвитку ІКТ в Україні. Виконання державної програми інформатизації 80
2.1.2. Реалізація основних засад розвитку інформаційного суспільства в Україні 99
2.2. Перспективні розробки в галузі інформаційно-комунікаційних технологій України 128
2.2.1. Розробка програмного забезпечення 128
2.2.2. Електронне управління та управління Інтернетом 141
2.2.3. Розробки НАН України в період 1999–2010 рр. Образний комп'ютер 155
2.2.4. Розвиток Grid-мереж 168
2.2.5. Створення суперкомп'ютерів сімейства СКІТ 189
Висновки до розділу 2 199

Розділ 3. Розвиток телекомунікаційної галузі країн світу та України 209
3.1. Сучасні тренди в розвитку телекомунікаційної галузі країн світу 209
3.2. Напрями розвитку супутникового зв'язку і мовлення 214
3.3. Потенційні можливості розвитку телекомунікаційної галузі України 223
Висновки до розділу 3 260
Розділ 4. Проблеми захисту кіберпростору в країнах світу та Україні 263
4.1. Досвід розвинених країн світу щодо забезпечення захисту від кіберзагроз 263
4.2. Боротьба з кіберзлочинністю в Україні до 2014 р. 271
4.3. Кіберскладова сучасних конфліктів у світі та Україні 279
Висновки до розділу 4 289
Розділ 5. Напрями розвитку мікроелектронної техніки в Україні 295
5.1. Виробництво і споживання електронної техніки у світі та Україні 295
5.2. Перспективні розробки в галузі мікроелектронної техніки України 305
Висновки до розділу 5 315
Висновки 318
Література 331
Додаток А «Основні тенденції у світовому розвитку інформаційно-комунікаційних технологій» 352
Додаток Б «Співставлення пріоритетів напряму «Інформаційно-комунікаційні технології» у редакціях Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» 1992, 2001, 2010 рр., Постанові КМУ № 942 від 07.09.11 р.» 355
Додаток В «Інформаційні технології і ресурси» з Переліку завершених розробок установ НАН України, створених у рамках реалізації найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок» 356

Додаток Г «Відповідність глобальним проблемам людства результатів наукових досліджень установ Відділення інформатики НАН України, що знайшли використання у народному господарстві, за 2006 – 2010 рр.» 361
Додаток Д «Результати виконання ДЦНТП НАН України «Образний комп'ютер» у 2006–2010 рр.» 366
Додаток Ж «Найбільш значущі результати виконання ДЦНТП НАН України «Впровадження і застосування Grid-технологій» за 2010 – 2013 рр.» 370
Додаток З «Найбільш значущі результати виконання ДЦНТП НАН України «Розробка інтелектуальних суперкомп'ютерних систем сімейства СКІТ, забезпечення їх ефективного функціонування та створення інформаційних технологій, сучасного математичного, програмно-технічного забезпечення для розв'язання складних та надскладних науково-практичних задач (Інтелект)» за 2013 р.» 375
Додаток К «Найбільш значущі результати виконання ДЦНТП НАН України «Розроблення й освоєння мікроелектронних технологій, організація серійного випуску приладів і систем на їх основі» за 2008 – 2011 рр. та з урахуванням подовження на 2012 р.» 377
Додаток Л «Найбільш значущі результати виконання ДЦКНТП НАН України «Розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів» на 2008 – 2012 рр 383

CONTENTS

Preface 11
Chapter 1. Development of information and communication technology and microelectronics as constituent part of the implementation of NBIC-technologies in the leading countries of the world 13
1.1. Prospects for convergence and synergy of information and communication technology in the development of NBIC-technologies 13
1.2. General trends in the development of information and communication technology 24
1.3. Contemporary directions in the information processing and computing 36
1.4. The main directions of the development of molecular electronics 54
1.5. Application of nanotechnologies and nanomaterials in microelectronics 63
Conclusions to Chapter 1 73
Chapter 2. Implementation and advanced developments in the information and communication technology industry sector in Ukraine 80
2.1. Carrying-out of the national programs for informatization and creation of information society in Ukraine in 1999 – 2013 80
2.1.1. Directions of the national policy and programmatic measures for the ICT development in Ukraine. Fulfillment of the State program for informatization 80
2.1.2. Carrying-out of the basic principles of the development of information society in Ukraine 99
2.2. Advanced developments in the information and communication technology industry sector of Ukraine 128
2.2.1. Software development 128
2.2.2. Electronic management and management of Internet 141
2.2.3. Developments by the NAS of Ukraine during the period of 1999 – 2010. Visual computer 155

2.2.4. Development of the Grid networks 168
2.2.5. Creation of the SKIT-family-supercomputers 189
Conclusions to Chapter 2 199
Chapter 3. Development of the telecommunications industry in the world countries and in Ukraine 209
3.1. Current trends in the development of telecommunications industry in the world countries 209
3.2. Directions of the development of satellite communication and broadcasting 214
3.3 Potential opportunities for the development of telecommunications industry of Ukraine 223
Conclusions to Chapter 3 260
Chapter 4. Problems of cyberspace protection in the world countries and in Ukraine 263
4.1. Experience of the developed world countries in providing protection against cyberthreats 263
4.2. Fighting cybercrime in Ukraine until 2014 271
4.3. Cyber-component of the current conflicts in the world and in Ukraine 279
Conclusions to Chapter 4 289
Chapter 5. Directions of the development of microelectronic technics in Ukraine 295
5.1. Production and consumption of electronic technics in the world and in Ukraine 295
5.2. Advanced developments in the microelectronics industry sector of Ukraine 305
Conclusions to Chapter 5 315
Conclusions 316
Literature 329
Supplement A «Major trends in the global development of information and communication technology» 391
Supplement B «Comparison of priorities of the direction «Information and communication technology» in the amendments of the law of Ukraine «On priority directions of development of science and technology» 1992, 2001, 2010, Orders by Cabinet of Ministers of Ukraine No. 942 of 07.09.11.» 394

Supplement C «Information technologies and resources» from the List of the completed developments by the NAS of Ukraine, accomplished within the framework of the implementation of the most important directions of scientific research and development» 395
Supplement D «Accordance with the global human problems of the results of scientific research by the institutions of the Department of Informatics of the NAS of Ukraine, which have found application in the national economy, for 2006 – 2010» 400
Supplement E «Results of the State scientific-technical targeted program of the NAS of Ukraine «Visual computer» in 2006 – 2010.» 405
Supplement F «The most significant results of the State scientific-technical targeted program of the NAS of Ukraine «Introduction and application of the GRID-technologies» for 2010 – 2013» 409
Supplement G «The most significant results of the State scientific-technical targeted program of the NAS of Ukraine «Development of the intelligent SKIT-family-supercomputer systems, ensuring their effective functioning and creation of information technologies, modern mathematics support and soft hardware to address the complex and supercomplex scientific-practical tasks (Intellekt)» for 2013» 414
Supplement H «The most significant results of the State scientific-technical targeted program of the NAS of Ukraine «Development and assimilation of the microelectronic technologies, organization of serial production of devices and systems based on them» for 2008 – 2011, in view of the extension for 2012 and 2011» 416
Supplement K «The most significant results of the State scientific-technical targeted program of the NAS of Ukraine «Development and creation of the sensory knowledge-intensive products» for 2008 – 2012 422

Вступ

За умов посилення конкурентної боротьби на зовнішніх та внутрішніх ринках збуту промислової продукції провідних країн світу суттєво загострюється проблема реалізації проектів наукових досліджень, які спрямовані на пошук перспективних напрямів підвищення інноваційної активності суб'єктів промислової діяльності на основі впровадження NBIC-технологій, у тому числі й в Україні.

Сьогодні практично усі розвинені держави світу (США, країни Євросоюзу, Японія, Південна Корея, Китай, Індія і Росія) вбачають у нанотехнологіях (N), біотехнологіях (B), інформаційних (I) та когнітивних (C) технологіях (або NBIC-технологіях) чи не головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити в недалекому майбутньому основні глобальні проблеми людства, а саме: депопуляція і старіння населення; нестача продовольства; екологічні проблеми і захист навколишнього середовища; вичерпання природних ресурсів і нова енергетика; перехід до нового технологічного укладу.

Конвергенція NBIC-технологій є основою створення «проривних» інноваційних технологій XXI століття і дає змогу значно прискорити розвиток соціальної сфери і підняти її на якісно новий рівень. До науково-дослідних робіт у цій сфері відносять розробку суперкомп'ютерів, квантових і біокомп'ютерів, які в перспективі повинні замінити існуючі технологічні платформи на базі кремнієвих технологій. Революція NBIC-технологій, глобальні виклики і кризи вносять свої корективи у традиційну інноваційну політику і стратегії промислово розвинутих країн. Сьогодні йде активна інституціональна реформа в області організаційно-управлінських складових національних інноваційних систем, формуються більш сприятливі форми взаємодії науки і бізнесу, розвивається нормативно-правова база державно-приватного партнерства в інноваційній сфері.

Крім того, в результаті широкого проникнення NBIC-технологій до різних політичних, соціально-економічних, культурних та інших підси-

стем сучасної постіндустріальної цивілізації, починають формуватися «інформаційне суспільство», «біосуспільство», «наносуспільство», «наноекономіка», «біоекономіка», «інформаційна економіка», а в перспективі й «когноекономіка» та «когнітивне суспільство». Всі ці суспільства та економіки світовою науковою думкою поєднуються під загальною назвою «суспільство знань».

Саме інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) заклали основу розвитку так званих «глобальних» технологій, які так само, як і нано-, біо- і когнотехнології внаслідок своїх масштабів охоплюють більшість країн і більшість галузей економіки і соціального життя. Глобальні технології розповсюджуються не тільки на економіку окремо взятих країн і континентів, але й безпосередньо на індивідуума і в цілому на населення багатьох країн світу. В той же час, глобальні технології, які є за своїм походженням і змістом інноваційними технологіями і такими, що стимулюють світову економіку і процес глобалізації, можуть привести до уніфікації когнітивного потенціалу людства, до стандартизації його свідомості. Тому така інноваційна економіка XXI століття або, як її називають деякі авторитетні фахівці, NBIC-цивілізація, потребує комплексного вивчення і розуміння як науково-технологічних змін, так і інтелектуально-духовних наслідків з урахуванням особливостей розвитку кожної країни.

В Україні також проводяться фундаментальні і прикладні дослідження у сфері інформаційно-комунікаційних технологій та мікроелектроніки як одних з головних складових NBIC-технологій. В той же час формування «інформаційної економіки» в умовах роботи з 2008 року виробничого комплексу України відповідно до вимог Світової організації торгівлі, а також підписання у два етапи Угоди про асоціацію між Україною, з *одного боку*, і Європейським Союзом, Європейською спільнотою з атомної енергії та їх державами-членами від 21 березня 2014 р. і 27 червня 2014 р. – з *іншого боку,* потребує визначення пріоритетних напрямів співробітництва у науково-технічній сфері (в тому числі у сфері ІКТ), на які розповсюджується пакет більш пільгових відносин при виконанні спільних міжнародних проектів за участю України та країн ЄС.

РОЗДІЛ 1

РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ ЯК СКЛАДОВОЇ ВПРОВАДЖЕННЯ NBIC-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОВІДНИХ КРАЇНАХ СВІТУ

1.1. Перспективи конвергенції та синергії інформаційно-комунікаційних технологій в рамках розвитку NBIC-технологій

Сьогодні для більшості експертів у галузі стратегічного планування, науково-технічної політики та інвестування стало чітко визначеним, що нині й у найближчому майбутньому людство одночасно знаходиться під дією чотирьох науково-технічних революцій:

- комп'ютерної революції останньої третини XX століття;
- біотехнологічної революції останнього десятиліття минулого століття;
- нанореволюції на самому початку XXI століття, яка відбувається у всіх галузях науки, виробництва, медицини, національної безпеки, побуту, відпочинку і розваг;
- революції у сфері когнітивної науки на початку XXI століття як міждисциплінарної галузі досліджень, що вивчає закономірності одержання, зберігання і використання знань людства.

З розвитком конвергенції NBIC-технологій вперше в історії людства спостерігається паралельне прискорення розвитку декількох науково-технічних напрямів, що безпосередньо впливають на суспільство. Відповідно очікується, що розвиток NBIC-технологій приведе до стрибка у можливостях виробничих сил [124, с. 72].

Термін «NBIC-конвергенція» було введено Майклом Роко і Уільямом Бейнбріджем у звіті за 2002 р., підготовленому в рамках Всесвітнього центру оцінки технологій (WTEC) [165; 196; 197]. Звіт був присвячений особливостям NBIC-конвергенції, її значенню у загаль-

ному ході технологічного розвитку світової цивілізації, а також її еволюційному і культурологічному значенні. Сутність NBIC-конвергенції полягає у злитті чотирьох революційних науково-технологічних напрямів: N – нанотехнологій; B – біотехнологій; I – інформаційно-комунікаційних технологій; C – когнітивних наук [165].

З появою всього кілька десятиліть тому інформаційних технологій, які спочатку розглядались просто як ще одна нова технологія, сьогодні докорінно змінюється погляди на галузевий характер економіки. Саме інформаційні технології – це перші технології, що мають надгалузевий характер, без використання яких немає прогресу в жодній відомій галузі: це й телемедицина, і дистанційне навчання, і автоматичні системи управління станком, автомобілем, літаком, кораблем тощо. Тобто, інформаційні технології не просто стали додатковою ланкою разом з існуючими дисциплінами, а об'єднали їх і стали загальною методологічною базою, як це вказано на *рис. 1.1* [97].

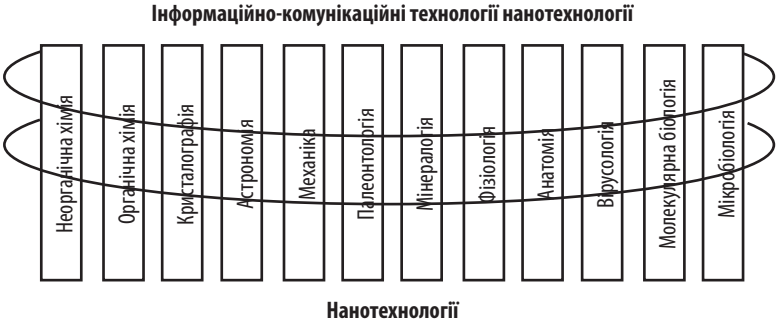

Рис. 1.1. Надгалузевий характер інформаційно-комунікаційних і нанотехнологій

З розвитком нанотехнологій, які виконують таку ж надгалузеву роль і на відміну від інформаційних технологій – матеріальні, утворюється принципово новий фундамент будь-якої галузі промисловості у вигляді принципово нового атомно-молекулярного способу конструювання нових матеріалів. Тобто нанотехнології – це принципова модернізація усіх існуючих дисциплін і технологій на атомарному рівні, це фунда-

мент для розвитку усіх без виключень галузей економіки постіндустріального суспільства.

Таким чином, з появою цих перших надгалузевих технологій і наук поряд із традиційною лінією розвитку науки – аналізом, остаточно сформувалась нова – *лінія синтезу*, коли людство одержало можливість синтезувати штучні матеріали, яких не існує в природі і які мають властивості, відмінні від тих, що мають існуючі в природі речовини. Наразі з появою якісно нової науково-технологічної бази є можливість контролювати процеси, що відбуваються на атомно-молекулярному рівні, змоделювати і запрограмувати результат за допомогою суперкомп'ютера.

Тобто інформаційні технології надають інструменти для розвитку інших, зокрема, за рахунок моделювання різних процесів. Крім того, сьогодні відбувається зближення органічного світу (живої природи) з неорганічним. Біотехнології надають інструментарій і теоретичну основу для нанотехнологій і когнітивної науки, а також для розвитку інформаційних (комп'ютерних) технологій.

Інформаційно-комунікаційні технології поєднують комплекс заходів, виробничо-технологічних процесів і програмних засобів, які поєднуються для збирання, обробки, зберігання, розповсюдження, візуалізації знань та інших форм інформації, що накопичена людством, в інтересах конкретних користувачів. Користувачами такої інформації можуть бути конкретні особи, системи управління в промисловості, економіці, державному управлінні, фінансах тощо. Більше того, під терміном ІКТ багато фахівців поєднують будь-яке комунікаційне обладнання і різні його форми використання, а саме: радіо, телебачення, мобільні телефони, комп'ютери, комп'ютерні програми, Інтернет, комп'ютерні мережі, супутникові системи, проведення відеоконференцій, здійснення відеотелефонних переговорів, дистанційне навчання і медицина з віддаленим доступом, електронні бібліотеки тощо [90, с. 24].

Як відомо, перший цифровий програмний, такий, що здійснював математичні розрахунки, комп'ютер Zuse3 або Z3 був створений у 1941 р. німецьким інженером Конрадом Зюссом. З цього моменту протягом приблизно п'ятдесяти років існувала концепція комп'ютера як розрахун-

кової машини або потужного арифмометра з великим обсягом пам'яті. Але вже з початку 1980-х рр. почала формуватися концепція технологічної конвергенції: з компютером поступово поєдналися комунікаційні та медійні технології. Починаючи з 1990-х рр,. розрахункова парадигма розвитку комп'ютерів почала зміщуватися в бік збирання, узагальнення й аналізу інформації, а з початку 2000-х рр. – у бік конвергенції ІКТ з нано-, біо- і когнотехнологіями.

Компютерні технології – одна з найбільш перспективних інноваційних сфер технологічної конвергенції і синергії. Наприклад, нині впроваджуються концепції використання біомолекул для розрахункових операцій і комп'ютерної пам'яті, що привело до розвитку нової науки – біоніки і створення бімолекулярних комп'ютерів. Крім того, активно розвиваються напрями створення квантових комп'ютерів, використання в комп'ютерах ядерного магнітного резонансу (спінтроніки), а також комп'ютерів на базі ДНК. Дуже перспективним є використання в архітектурі молекулярних комп'ютерів вуглецевих нанотрубок і напівпровідникових наноз'єднань [94; 155].

Створення комп'ютерних мереж, які з'явилися з 1960-х років, вплинуло на процес технологічної конвергенції. Але вибухове розповсюдження компютерних мереж почалося тільки з 1990-х рр. після комерціалізації мережі Інтернет. Тобто можна відзначити сталу тенденцію конвергенції інформаційних технологій з комунікаційними. Якщо буде створена глобальна мережа ІКТ, яка поряд з мережею Інтернет і мобільною телефонією включає електронну пошту, систему електронної торгівлі, глобальну банківську і біржову електронні системи тощо, то Інтернет одержить специфічні риси «інформсфери» або «глобального метамозку», про який писали Елвін і Хейді Тоффлер.

Крім того, розвиток перспективних ІКТ прямо пов'язаний із розвитком електронної промисловості, в першу чергу, з перспективною наноелектронікою. Вже сьогодні стало зрозуміло, що зростання мініатюризації елементної бази ІКТ не може бути вічним. При досягненні фізичних меж «кремнієвих транзисторних технологій» з'явилися нові три перспективні технології: використання наноматеріалів (перш за

все, вуглецевих нанотрубок та фуллеренів C_{60} та C_{70}) в комп'ютерах; квантові комп'ютери; молекулярні обчислювальні системи. Вже до 2017 р. стане можливим кодування одного біту інформації в одному атомі, що надасть потужний імпульс для створення в перспективі квантових комп'ютерів і розробки квантових алгоритмів для обчислювальних систем. Перехід до молекулярних комп'ютерів і комп'ютерів, що працюють на базі ДНК/РНК, дозволить збільшити продуктивність обчислювальних систем у порівнянні з існуючими нині приблизно в 100 тисяч разів [90, с. 26].

До 2020 р. напівпровідники будуть вже поєднуватись з поколінням електронного нанообладнання і являти собою гібридні конвергентні технології, які поєднують переваги технології комплементарних металоксидних (головним чином, силіконових) напівпровідникових структур з позакристалічними оптоелектронними з'єднаннями [94; 117].

Як вважають експерти компанії Allianz, у світовій електронній промисловості будуть переважати дві основні тенденції:

1) Зміна пріоритетів під час виробництва напівпровідників, коли акцент буде зроблений на інтеграції потреб конкретного споживача і створенні біонанообладнання з використанням інтегрованих наносистем і ІКТ. Наприклад, це можливо у виробництві продовольчих товарів і будівельній промисловості.
2) Використання конвергенції NBIC-технологій в області створення моделей мислення і функціонування мозку людини, що буде відноситись вже до когнітивних наук і технологій.

Крім того, за оцінками експертів, до 2020 р. з'являться [90, с. 27]:

1) Нові інтерфейси – мультисенсорні, мультимодальні, мультилінгвістичні і віртуальні інтерфейси, які створюють ефект телеприсутності, інтерфейси «мозок людини – машина» або «мозок – мозок». Створення таких інтерфейсів буде потребувати конвергенції ІКТ з когнітивними технологіями. Буде впроваджуватись мобільне, таке, що закріплене на одязі людини, різноманітне обладнання на основі ІКТ, а також об'ємні персональні і мікродисплеї;

2) Чипи пам'яті будуть ставати все меншими за розмірами. За оцінками, до 2020 р. будуть створені ідентифікатори, чіпи пам'яті і процесори, а також комунікаційне обладнання так званого «ближнього радіусу дії». Їхні параметри будуть менше клітини шкіри людини, яка складає біля 10 мкм. Планується, що ці технології дозволять робити відтиск цих чипів на шкірі або розміщувати їх під верхніми шарами шкіри, створюючи електронні пристрої (наприклад, у вигляді полімерних мембран або багаторівневих архітектурних композицій з кількома електронними компонентами, які можуть постійно знаходитись у контакті з кров'яними капілярами і нервовими закінченнями) під відповідні потреби клієнта. Всі ці комбінації на шкірі або під шкірою людини можуть надати можливість створити систему комунікацій з іншими людьми, Інтернетом, поліклінікою, роботою тощо.

Взаємодія між інформаційними і нанотехнологіями носить двохсторонній синергетичний, рекурсивно взаємно підсилюючий характер. З одного боку, інформаційні технології використовуються для симуляції нанопристроїв (як певний щабель для розвитку нанотехнологій). З іншого боку, вже сьогодні йде активне використання (поки ще досить простих) нанотехнологій для створення більш потужних обчислювальних і комунікаційних пристроїв.

Згідно із законом Мура [193] з початку появи мікросхем кожна нова їх модель розробляється через 18–24 місяці після появи попередньої моделі, а ємність їх при цьому зростає кожного разу приблизно вдвічі. У процесі розвитку нанотехнологій стає можливим створення за їх допомогою більш досконалих обчислювальних пристроїв, що, у свою чергу, полегшує моделювання нанотехнологічних пристроїв, прискорюючи зростання нанотехнологій. Така синергетична взаємодія, скоріш за все, забезпечить відносно швидкий (за 20 – 30) років розвиток нанотехнологій до рівня молекулярного виробництва [125].

Саме молекулярні технології є одним з двох головних очікуваних технологічних досягнень XXI століття. Поява розвинених нанотехнологій, у свою чергу, приведе до появи комп'ютерів, достатньо потужних для

моделювання мозку людини [157]. Всі підходи до подальшого збільшення обчислювальної потужності комп'ютерів, безумовно, пов'язані з мініатюризацією і ущільненням.

У *табл. 1.1* на окремих прикладах представлено синергетичний ефект від конвергенції нано- та інформаційних технологій, а в *табл. 1.2* – взаємовплив інформаційних та біотехнологій.

Таблиця 1.1

Взаємовплив нано- та інформаційних технологій

Глобальна проблема людства	Вплив нанотехнологій на розвиток інформаційних технологій	Вплив інформаційних технологій на розвиток нанотехнологій
1	2	3
Депопуляція і старіння населення	1. Розробка мікро- і нанороботів, що спроможні самостійно навчатись і приймати рішення. 2. У процесі розвитку обчислювальних технологій кількість атомів, необхідна для комп'ютерної симуляції одного атому, істотно скорочується. Це дозволяє розробляти ефективні атомарні моделі об'єктів нанометрового діапазону	1. Розробка моделей, які роблять реальним зв'язок мозку людини з комп'ютером через мікрочипи. 2. Побудова атомарних моделей вірусів і деяких кліткових структур розміром в декілька мільйонів атомів. 3. Моделювання процесів згортання білків [184]
Уповільнення науково-технічного прогресу	1. Нові, більш швидкісні і надійні методи обробки, передавання і зберігання інформації як на основі квантових ефектів (спінтроніка, фотоніка, плазмоніка, квантові обчислення), так і на основі нових технологій (самозбирання, молетроніка (молекулярна електроніка), активні і пасивні елементи (транзистори, катоди, міжз'єднання) наноелектроніки, пристрої для зберігання інформації, а також на основі нанопродуктів (оптоелектроніка, органічна оптоелектроніка, міжз'єднання)	1. Доведено принципову можливість симуляції складних нанопристроїв – з атомарною точністю, враховуючи теплові і квантові ефекти, симуляція молекулярних пристроїв розміром до 20 тис. атомів. Найбільш досконалою програмою для такого моделювання є Nanoengineer, створена компанією Nanorex за участю Е. Дрекслера

Закінчення табл. 1.1

1	2	3
	2. Створення наноелектронних пристроїв з атомарним розміром елементів, а також наномеханічних систем – gears and rods (шестерні і вісі), які використовують механічні принципи, схожі з принципами роботи обчислювальних машин, але реалізовані на атомарному рівні [185]. 3. Розвиток комп'ютерних систем, що проникають (pervasive computing) – використання комп'ютерних пристроїв, які розподілені у просторі і у звичних об'єктах (меблі, одежа, шляхове полотно), а не локалізованих у великих комп'ютерах	2. Використання нанотехнологій в якості: сировини для виробництва різних пристроїв і компонентів; матеріалів для обробки напівпровідникових пластин; для створення інструментів і обладнання при виробництві електронних пристроїв і компонентів

Складено за [73; 184; 185].

Таблиця 1.2

Взаємовплив інформаційних і біотехнологій

Глобальна проблема людства	Вплив біотехнологій на розвиток інформаційних технологій	Вплив інформаційних технологій на розвиток біотехнологій
1	2	3
Депопуляція і старіння населення. Уповільнення науково-технічного прогресу	1. Розробка теорії кліткових автоматів. Вивчення паралелей між клітковими автоматами і ДНК [200]. 2. Продемонстровано практичну можливість хімічних обчислень на ДНК-комп'ютерах [545], які володіють високим паралелізмом і можуть вирішувати задачі не менш ефективно, ніж традиційні електронні. Вони можуть бути використані в якості інтерфейсів на стику між електронними і біологічними пристроями, а також стати перехідним етапом до наномеханічних і квантових комп'ютерів. 3. Моделювання потребує значної точності, яка можлива тільки при високих	1. Моделювання біологічних систем, розвиток міждисциплінарної науки – обчислювальної біотехнології. Поява нового типу біомедичних експериментів in silico (в комп'ютерній симуляції) на додаток до давно відомих in vivo (в живому), in vitro (у склі). Створені моделі вірусів, моделі внутрішніх клітинних структур (рибосом тощо), що складаються з декількох мільйонів атомів [198]. Розпочато міжнародні проекти з моделювання бактерії кишкової палиці, моделювання кори головного мозку людини, вивчення роботи білків.

Закінчення табл. 1.2

1	2	3
	обчислювальних потужностях. Для цього необхідно створення і використання суперком'ютерів або систем розподілених обчислень (наприклад, Folding&Home у Стенфордському університеті, США), що поєднує 2 млн комп'ютерів і потребує відповідного програмного забезпечення. 4. Моделювання складних організмів на молекулярному, клітковому і системному рівнях зробить можливим розробку і тестування ліків на комп'ютерних моделях, вивчення усієї сукупності процесів обміну речовин, створення штучних організмів з нуля, розробку високоефективних ліків від більшості хвороб і старіння	У майбутньому стане можливим повне моделювання живих організмів – від генетичного коду до побудови організму, його зростання і розвитку, аж до еволюції популяції. 2. Вивчення паралелей між розвитком живого організму і математичними пристроями (наприклад, клітковими автоматами); встановлення загальних характеристик, які мають і живий організм, і кібернетичний пристрій

Складено за [192; 198; 200].

Впровадження роботизації у промисловості, а також широке використання комп'ютерних технологій і систем штучного інтелекту вже у середньостроковій перспективі скоротять необхідність у кількості робочих рук і, як наслідок, можуть суттєво змінити імміграційну політику розвинених країн. Сьогодні уряди країн Європи, США та інших країн-технологічних лідерів все більше звертаються до новітніх технологій, щоб закрити свої границі від небажаних мігрантів. Вже існують проекти розробки біометричних документів для ідентифікації особистості і роботизації охорони державних кордонів [188]. У США розробляються високотехнологічні паркани, датчики руху, інфрачервоні камери і безпілотні повітряні транспортні засоби в проекті віртуальних стін [182]. Євросоюз планує розгорнути 2500 безпілотних автоматичних літальних апаратів (дронів) на своїх зовнішніх кордонах в районі Середземного моря і Балкан [67]. Крім того, одночасно вдосконалюються і методи поліцейського контролю і втручання в особисте життя громадян шляхом аналізу змісту електронної пошти, фіксації координат усіх телефонних дзвінків з мобільних телефонів і усіх платежів, що здійснюються через магнітні пластикові картки.

Вдосконалюються також технології комп'ютерів і комп'ютерних мереж, що слугують в тому числі для обробки даних і, безперечно, впливають на соціальну структуру суспільства. В той час, як у сучасному суспільстві, з одного боку, ясно видні тенденції до ізоляціонізму і посилення поліцейського контролю, з іншого боку – мережі електронних комунікацій багатократно підсилюють можливості спілкування людей, і виникають цілі субкультури, які мають глобальну структуру [174].

Створення так званого «сильного» штучного інтелекту (ШІ) стане другим очікуваним головним технологічним досягненням XXI століття. В сучасному суспільстві, що постійно ускладнюється і глобалізується, виникає необхідність у все більш складних системах управління. Сучасні машини (літаки, космічні апарати, підводні човни) вміщують вже таку кількість датчиків, що з їх аналізом проста обчислювальна машина вже не може впоратися. Тому виникає необхідність створення більш досконалої комп'ютерної «нервової системи» і центрального «мозку», який управляє цими машинами. Враховуючи емпіричний закон Мура, складність електронних систем вже у першому десятилітті XXI століття порівняється зі складністю мозку. Програмне забезпечення, яке буде повністю імітувати мислення людини, скоріш за все, з'явиться до 2020 року. В подальшому настане повнофункціональне злиття людського і машинного інтелекту [99].

Така взаємодія найпершої за часом виникнення (комп'ютерної) і останньої (когнітивної) хвилями науково-технічної революції стане в перспективі найбільш важливою «точкою науково-технологічного зростання». В *табл. 1.3* наведено сьогоднішні здобутки і перспективи конвергенції інформаційних технологій і когнітивних наук.

Отже, штучний інтелект все більше розвивається у бік створення глобальних систем суперінтелекту, які будуть мати ієрархічну структуру: на нижньому рівні це може бути локальна мережа (що належить сім'ї або організації), наступний рівень може поєднувати вже різних людей за тими чи іншими інтересами, і над усім цим повинен бути ще більш високий рівень, що поєднує усі накопичені знання і коригує рішення, що приймаються тематичними GAIS [99, с. 135].

Таблиця 1.3

Конвергенція інформаційних технологій і когнітивних наук

Глобальна проблема людства	Вплив когнітивних наук на розвиток інформаційних технологій	Вплив інформаційних технологій на розвиток когнітивних наук
1	2	3
Депопуляція і старіння населення. Уповільнення науково-технічного прогресу	1. Інформаційні технології зробили можливим значно більш якісне вивчення мозку. Усі існуючі технології сканування мозку потребують потужних комп'ютерів і спеціалізованих комп'ютерних алгоритмів для реконструкції трьохвимірної картини процесів, що відбуваються в мозку, із великої множини окремих двохмірних знімків та інших процесів; 2. Розвиток комп'ютерів робить можливою симуляцію мозку. Вже створені моделі окремих нейронів та складні моделі окремих систем. У перспективі можливе створення повних комп'ютерних симуляцій мозку людини, що означає моделювання розуму, особистості, свідомості та інших якостей людської психіки («аплоадінг» (завантаження) – перенесення людського розуму на комп'ютерний носій). Паралельно будуть створені [191] технології віртуальної реальності або точної симуляції фізичного світу. 3. Розвиток «нейросиліконових» інтерфейсів (об'єднання нервових клітин і електронних пристроїв в єдину систему) надає широкі можливості для кіборгізації (підключення штучних частин тіла і органів до людини через нервову систему [189], розробки інтерфейсів мозок – комп'ютер (пряме підключення	1. Використання комп'ютерів для вивчення мозку. 2. Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для підсилення людського інтелекту. В таких галузях, як пошук і обробка інформації, структурування знань, планування діяльності, організація творчого мислення тощо, спеціально створені комп'ютерні інструменти відіграють значну роль: вони у все більшому ступені доповнюють природні здібності людини до роботи з інформацією. Вживлені у мозок мікросхеми можна розглядати як наступні шари мозку людини (що розвивається), а штучна кора головного мозку (наприклад, кишеньковий комп'ютер, що носиться з собою, або мікрочіпи, що вживлюються) одержали назву екзокортексу – зовнішньої кори головного мозку [99]. 3. У подальшому (приблизно у 2020 – 2030 рр.) елементи штучного інтелекту будуть інтегруватись у розум людини з використанням прямих інтерфейсів мозок – комп'ютер [203]. Наприклад, мікро- або наномашини можуть існувати всередині черепної коробки, підтримуючи зв'язок живих нейронів мозку зі штучними, що дозволить обходитись без монітору та відеошолому.

Закінчення табл. 1.3

1	2	3
	комп'ютерів до мозку, оминаючи звичні сенсорні канали) для забезпечення високоефективного двохстороннього зв'язку [190]. Вже сьогодні можливе вживлення мікросхем – суперчипів у зоровий нерв для штучних систем зору, а також у мозок – для забезпечення безтермінальних варіантів спілкування людини з комп'ютером. Крім того, створені мікророботи, що мають здібність до виживання за рахунок пошуку джерел енергії у незнайомому середовищі, а також можуть самостійно рухатись в тілі людини, очищуючі організм від ракових клітин, бляшок холестерину, мікробів або стати вибірковою суперзброєю [178]. 4. Стрімкий прогрес у когнітивній науці досить скоро дозволить «розв'язати загадку розуму», тобто описати і пояснити процеси в мозку людини, відповідальні за вищу нервову діяльність людини [195]. Наступним кроком, ймовірно, буде реалізація даних принципів в системах універсального штучного інтелекту – Artificial intelligence systems (AIS або як його називають «сильного ШІ» або «ШІ людського рівня»), який буде володіти здібностями до самостійного навчання, творчості, роботи з предметними галузями та вільного спілкування з людиною [181]	У більш віддаленій перспективі таке розширення можливостей людини може привести (паралельно з розробкою систем «сильного ШІ) до формування надрозуму – підсиленого людського інтелекту [183; 202]. 4. Створення цифрових мереж нового покоління (Internet 2, Super-Internet тощо), в яких зв'язок між вузлами здійснюється через супутник або по оптоволоконним лініям, забезпечить об'єднання домашніх комп'ютерів, професійних суперкомп'ютерів, засобів зв'язку, а також засобів масової інформації в єдину систему глобального інтелекту. Для обробки і відбору потоків інформації, що в мільйони разів перевищують можливості сприйняття людиною, мережа повинна стати синергомережею, що самоорганізується, тобто стати глобальною AIS (GAIS) системою колективного розуму. Перші кроки в цьому напряму зроблені в новітній концепції Semantic Web розвитку мережі Інтернет, прийнятою Консорціумом всесвітньої павутини в 2007 р. [199]. GAIS буде приймати інформацію від будь-якого користувача і вводити її у свою базу даних тільки у тому випадку, коли ця інформація представляє для неї інтерес, що співпадає з суспільним. Кожен зможе вести діалог без посередньо з GAIS, яка, спілкуючись із людством, буде вибудовувати загальну систему колективних знань

Складено за [178; 181; 183; 189; 190; 191; 195; 199; 202; 203].

При цьому, як людина буде використовувати величезні можливості GAIS, так і GAIS буде використовувати її тілесну оболонку. Суспільство вже сьогодні володіє безсмертям, оскільки тривалість його існування нічим не обмежена або по крайній мірі набагато вища, ніж тривалість життя окремого індивіду. Ряд вчених вважає, що в майбутньому суспільство все більше буде ставати єдиним організмом Mega Sapiens [59; 60; 85; 86; 123].

1.2. Загальні тренди розвитку інформаційно-комунікаційних технологій

Починаючи з другої половини 90-х років минулого століття інформація почала відігравати роль товару, який можна було купити або продати. Але вона ще не стала знанням, а тільки аналогічно з «сировиною» оброблялася перед використанням. Тобто інформація не мала людського виміру, якщо навіть була «оцифрованою», інтерактивною, динамічною. Суспільство такого типу одержало назву «інформаційного», головною метою якого стало використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та найновіших знань для створення нових технологічних інновацій (тобто знань типу «як діяти»), конвертування їх в нові товари та послуги і в цілому підвищення їх доданої вартості на всьому технологічному ланцюжку – «від ідей до товару чи послуги». На рубежі століть з'явилася концепція формування суспільства нового типу, коли інформація почала набувати нової форми – гармонізованих знань. У цей період важливе значення, крім знань типу «як діяти», набули знання типу «як співіснувати», які почали гармонізувати внутрішні і зовнішні протиріччя суспільства. Це суспільство одержало назву К-суспільства [84].

Інформаційна економіка – це «виробнича система у сполученні зі сферою споживання, де інформація є провідною виробничою силою (вирішальним засобом і предметом праці), а також основним продуктом виробництва і предметом споживання» [127]. До основних особливостей інформаційної економіки слід віднести:

- інформація стає виробничою сировиною (виробництво використовує технології для впливу на інформацію, а не просто інформацію для впливу на технологію);
- ефекти нових технологій всеосяжні;
- можливість гнучкої модифікації виробничих та побутових систем (можливість економічної системи до реконфігурації);
- зростаюча технологічна конвергенція (поєднання блоків та технологій у високоінтегрованій системі);
- орієнтація не на ресурс, а на його функції (як наслідок, головним стає не сам ресурс, а його функції або властивості);
- швидка динаміка (змінюваність) виробництва як наслідок зростаючих темпів появи інновацій (процесів, технологій, принципів, продуктів), що оновлюють виробництво;
- значне зниження питомих витрат виробництва за рахунок економії труда та збереження інвестицій (різке зниження питомих вартісних показників стало можливим завдяки, головним чином, мініатюризації виробництва).

Сукупність економічних, правових та організаційних відношень, що виникають у процесі виробництва, обміну, споживання і захисту інформації в товарній формі, є інформаційним ринком. Елементами цього ринку виступають: інформаційні продукти; виробники інформаційних продуктів; посередники в обміні інформаційними продуктами; споживачі інформаційних продуктів. У свою чергу, інформаційний продукт – це продукт трудової діяльності, в якому інформація є основним компонентом. Інформаційний продукт перетворюється на товар, коли стає предметом економічного обміну. При визначенні ціни інформаційного товару слід враховувати: попит на інформаційний товар на ринку; ціни конкурентів на аналогічний товар; транспортні витрати на доставку товару; витрати, пов'язані з просуненням товару на ринок через посередників. За сутнісною природою реалізації інформаційні товари можуть поділятися на дві групи: матеріальні і нематеріальні. Матеріальні продукти реалізуються в матеріальній формі, наприклад, по-перше, інформація може визначати характер виробничих процесів як «сиро-

вина» або як провідний виробничий фактор – труд вчених (наукоємні вироби, продукти генної інженерії тощо); по-друге, це інформація для збору, зберігання, переробки та тиражування інформації (комп'ютерна техніка з периферією та комплектуючими, пристроями пам'яті, аналізатори, датчики, розмножувальна техніка тощо). Нематеріальні товари реалізуються в нематеріальній формі за допомогою таких матеріальних носіїв інформації як флеш-карти, CD тощо (це права на продукцію інтелектуальної або художньої діяльності, зокрема, комп'ютерні програми, технології, художні твори тощо).

До основних напрямів виробництва інформаційних товарів відносять: виробництво комп'ютерів і засобів обробки інформації; програмні продукти (softwear); комп'ютерні ігри; Інтернет-послуги; наукоємну продукцію; патентно-ліцензійну продукцію; «виробництво умів»; управлінські технології; технології, в яких інформація є «робочим тілом»; виробництво і використання штучного інтелекту; посередницька діяльність в економіці; комунікаційні послуги; аерокосмічні інформаційні послуги; інформаційні послуги засобів масової інформації тощо [127].

Дослідження перспектив розвитку інформаційно-комунікаційних технологій на сучасному етапі дозволили сформулювати перелік глобальних тенденцій у світовому розвитку ІКТ [87; 94].

Отже, можна виділити окремо сучасні тенденції технологічної та сервісної сторони ІКТ, що наведено у табл. А.1 Додатку А [87, с. 313 – 316; 94, с. 22 – 23].

Специфіка і універсальність ІКТ дещо змінює традиційні економічні закономірності [87, с. 316]:

1) економічну оцінку отримують закономірності із теорії інформаційних систем, наприклад, закон Меткафа стверджує, що цінність, ефективність інформаційних мереж зростає пропорційно квадрату кількості їх учасників, тобто джерел і споживачів інформації, що і підтверджує система Інтернет. Вартість, яку створює мережа Інтернет, експоненційно зростає залежно від кількості підключених комп'ютерів, а статистика констатує, що кількість

повідомлень в Інтернеті подвоюється кожні три місяці (закон Сидмора). Таким чином, закон убуваючої віддачі, характерний для традиційних галузей старої економіки, модифікується в інноваційній економіці;

2) у сфері ІКТ вихід з новим продуктом часто означає створення домінуючого світового стандарту, що приводить до практично монопольного положення на глобальних ринках. Для того, щоб нововведення стало домінуючим, потрібна концентрація такого обсягу знань, коли знання опиняються «замкнутими» у цьому нововведенні. Витрати переходу до нового домінуючого принципу досить високі і демонструють, що структура та архітектура ринків обмежені рівнем компетенції та кваліфікації кінцевих споживачів.

На думку головного футуролога компанії Cisco Дейва Еванса, вже сьогодні можна чітко вказати десять технотрендів, які у найближчому десятиріччі змінять світ (*табл. 1.4*) [72].

Таблиця 1.4

Десять технотрендів, які змінять світ до 2020 р.

Технотренд	Перспективні зміни
1	2
Інтернет речей	Стрімке розповсюдження смартфонів і планшетних комп'ютерів призвело до того, що у 2010 р. на кожну людину планети вже приходиться більше, ніж по одному пристрою, що підключений до Інтернету (12,5 млрд гаджетів у 7 млрд населення). До 2020 р. кількість Інтернет-пристроїв досягне 50 млрд – по шість на кожного землянина. Розвиток Всесвітньої мережі значно розширює можливості збору, аналізу і розподілу даних. Так, молода нідерландська компанія Spaker вживлює сенсори в уші корів, щоб слідкувати за їхнім здоров'ям і переміщеннями
Зета-наводнення	У 2008 р. було створено біля 5 екзабайтів унікальної інформації. Щоб розмістити такий обсяг даних, буде необхідним 1 млрд DVD-дисків. У 2011 р. розмір унікальної інформації збільшився до 1,2 зеттабайта. Потяг людей до мультимедіа, особливо до відео, призведе до того, що у 2015 р. більше 90% даних в Інтернеті буде приходитись на відеоконтент. Це потребує оптимізації архітектури безпеки і підвищення якості – послуг з передачі інформації

Продовження табл. 1.4

1	2
«Мудрі хмари»	До 2020 р. третина усіх даних буде зберігатись або передаватись за допомогою хмарового обчислювального середовища. Середньорічне зростання загальносвітового доходу від хмарних серверів складе 20%, а витрати на інновації і хмарні обчислення до 2014 р. досягли 1 трлн дол. США. Хмарні сервіси вже спроможні перекладати з однієї мови на іншу в реальному часі, забезпечувати доступ до потужних суперкомп'ютерів і слідкувати за станом здоров'я людини
Мережі нового покоління	З 1990 р. швидкість передачі даних у домашніх мережах зросла у 170 тис. разів. Наприклад, у будинку, де пропускна полоса мережі складає 50 Мб/с, забезпечується одночасна робота домашньої системи телеприсутності (розповсюджена технологія для дистанційного спілкування, проведення телеконференцій тощо), потокової передачі фільмів і онлайн-ігор. У наступні 10 років швидкість домашнього з'єднання збільшиться у 3 млн разів. Мережі майбут-нього стануть у десятки разів швидше за сьогоднішні і будуть добре масштабуватись, щоб задовольнити зростаючий попит користувачів
Земля «пласка»… як технології, що ми використовуємо	Швидкість і рівень проникнення комунікацій збільшуються. Наприклад, у «Твіттері» повідомлення про землетрус від жителів Японії з'явилося ще до того, як сейсмічна служба США попередила про можливе цунамі населення штатів Аляска, Вашингтон, Орегон і Каліфорнія. Збір, розповсюдження і споживання інформації про події тижня починається не у «практично реальному», а у дійсно реальному часі. Такі зміни стануть можливими завдяки трьом технічним досягненням: мобільному Інтернету, веб-телебаченню і генеруванню контенту будь-де і у будь-який час
Енергія – це життя	Зростання чисельності населення планети і урбанізації протягом наступних 20 років приведе до появи щомісячно міста-мільйонника. Енергетичну кризу можуть вирішити сонячні станції. Тільки сонячна енергія дає змогу задовольнити сьогоднішній попит на енергію у світі – достатньо побудувати 25 сонячних суперелектростанцій площею біля 100 км^2 кожна. «Друкування» сонячних елементів значно подешевшало. Так, у червні 2011 р. дослідники зі штату Орегон повідомили про розробку технології виробництва сонячних батарей за допомогою струмінних принтерів
Усе на користь людині	До сього часу людство пристосовувалося до технологій. В майбутньому технології стануть пристосовуватись до людей. Вже сьогодні машинний зір дозволяє зняти камерою смартфону головоломку і миттєво вирішити її. Додана реальність і управління комп'ютерами за допомогою жестів дадуть змогу

Закінчення табл. 1.4

1	2
	перетворювати сфери освіти, охорони здоров'я, комунікацій, а також поєднати віртуальний і реальний світи. Можливо, буде створено інтерфейс «людський мозок – машина». А це, наприклад, дозволить людям з травмами хребта жити повноцінним життям
Нова реальність	Перехід від фізичної реальності до віртуальної продовжується. Колись люди купували книжки, CD і DVD-диски, а сьогодні є можливість завантажувати цю інформацію на персональні гаджети. Подібне буде відбуватись і з іншими предметами завдяки застосуванню 3D-друку і «адаптивного виробництва» (процесу об'єднання матеріалів для створення предметів шар за шаром на основі 3D-моделювання). Скоро людство навчиться друкувати і людські органи. У березні 2011 р. на одній з конференцій представник Інституту регенеративної медицини Уейк-Фореста (США) прямо на сцені надрукував модель людської нирки. Це надає впевненості, що друкування живих тканин – питання часу
Альтернативна гілка еволюції	Анімовані персонажі вже перетворюють текст на мову, розпізнають її і засвоюють знання, одержані під час спілкування. Робототехніка розвивається швидкими темпами. До 2020 р. роботи стануть досконалішими за людей за фізичними можливостями. До 2025 р. популяція роботів перевищить за чисельністю населення розвинених країн, до 2032 р. інтелект таких машин перевищить людський, а до 2035 р. вони повністю замінять людей в якості робочої сили
Така ж людина, але краще	Людство подолало поріг пізнання і стає властителем власної еволюції. Так, наприклад, у жовтні 2009 р. італійські і шведські вчені розробили штучну руку з передачею тактильних відчуттів; у березні 2010 р. імплантати сітківки ока дозволили відновити зір сліпим пацієнтам; у червні 2011 р. Інститут серця в Техасі (США) розробив «серце, що обертається» без пульсу, тромбів і поломок

Складено за [72].

Багато вчених, спеціалістів і футурологів, підводячи підсумки розвитку наукових досліджень та перспективних інноваційних розробок, зроблених у першому десятиріччі XXI століття, виокремлюють десть головних наукових проблем і відкриттів, які були б просто неможливі без широкого використання найновіших розробок у сфері ІКТ, наведених в *табл. 1.5* [68].

Таблиця 1.5

Десять наукових проблем і відкриттів, зроблених у 2000 – 2010 рр. при широкому використанні ІКТ

Відкриття	Перспективні зміни
1	2
Геном людини	У 2001 р. дослідники за допомогою суперкомп'ютерів повністю розшифрували геном людини. Використовуючи цю інформацію, вчені зможуть уточнити еволюційну історію живих істот і знайти гени, що відповідають за різні хвороби
Стовбурові клітини	Ембріональні стовбурові клітини здатні перетворюватись на будь-які клітини людського організму. Цю властивість медики активно використовують при лікуванні безлічі захворювань (наприклад, хвороби Паркінсона). Крім того, теоретично з них можна вирощувати будь-які органи, однак експерименти з ембріонами у багатьох країнах заборонені. У 2006 р. розроблена нова методика одержання аналогів ембріональних стовбурових клітин із з'єднувальної тканини дорослої людини. У 2009 р. доведено, що одержані із з'єднувальної тканини клітини повністю ідентичні ембріональним
Вакцина проти СНІДу	Вперше комбінація вакцин проти СНІДу підтвердила свою ефективність. Ризик зараження смертельною хворобою знизився на третину в ході тестування, яке проходило у Таїланді в 2006 – 2009 рр. і охопило 16 тис. добровольців. Комбінація складена з двох, розроблених у США вакцин – ALVAC (виробництва sanofi-aventis), що стимулює імунну відповідь на вірус, а також вакцини AIDSVAX (VaxGen), що посилює реакцію. Моделювання цієї комбінованої вакцини проведено на потужному комп'ютері
Силою думки	У 2004 р. були розроблені у США спеціальні пристрої, які зчитують думки і дозволяють керувати комп'ютером. У 2009 р. з'явилось повідомлення про людину, яка за допомогою цієї технології оволоділа управлінням протезом, поєднаним з нервами плеча
Глобальне потепління	Клімат Землі стає теплішим (середня температура на планеті піднялась на 0,7^{0}С у порівнянні з початком промислової революції – з другої половини XVIII століття), але чи пов'язаний цей процес з діяльністю людини, поки довести не вдалося. Одні вчені стверджують, що такий взаємозв'язок існує, інші їх спростовують. Зміни клімату регулярно обговорюються керівниками провідних країн світу, а остаточна відповідь буде надана після реалізації комплексних розрахунків для створених моделей прогнозування кліматичних змін за допомогою мережі суперкомп'ютерів
Уточнюємо предків	У 2001 р. в пустелі Чад знайдено череп істоти, які вчені віднесли до виду Sahelanthropus tchadensis – можливо, одного з предків людини. Вік останків – сім мільйонів років. Раніш вважалося, що еволюційні лінії людини і мавп розійшлися п'ять мільйонів років тому

Закінчення табл. 1.5

1	2
Практично як Земля	У 2009 р. відкрита планета GJ1214, яка знаходиться від Землі на відстані 40 світових років, має атмосферу у 200 км (яка погано пропускає світло), добу – 38 годин, масу – у 6 разів більше за земну, радіус – 2,7 від земного. Температура на поверхні – 200^{0}С. Всього з 1992 р. астрономи за допомогою комп'ютерної техніки виявили більше трьох сотень планет поза Сонячною системою – усі за непрямими ознаками і в результаті об'ємних розрахунків. Перші фотографії таких космічних об'єктів з'явилися у 2008 р.
Життя на Марсі	У 2002 р. під час досліджень поверхні Марсу космічний апарат Mars Odyssey виявив наявність води, а в 2004 р. апарат Mars Express виявив метан, що є непрямим підтвердженням існування життя на планеті. У 2008 р. зонд Phoenix знайшов перхлорати – речовину, яка може бути похідною деяких органічних молекул. Остаточний висновок щодо існування життя на Марсі припускають зробити у 2016 р., коли на планету відправиться марсохід ExoMars
Більше не планета	У 2008 р. астрономи скоротили список планет Сонячної системи до восьми. Плутон одержав статус плутоїда – нової категорії небесних тіл.
Темна матерія	У 2006 р. при вивченні галактичного скупчення Пулі одержано переконливі докази існування темної матерії – загадкової речовини, яка бере участь у гравітаційній взаємодії, але не бере участі в електромагнітній. На частку темної матерії припадає до 20% усієї маси Всесвіту

Складено за [68].

За результатами прогнозних досліджень російських вчених, зі ста прогнозних технологій було відібрано десять проривних, що знаходяться на різних етапах розробки і будуть мати першочергове значення у період 2010 – 2030 рр. (*табл. 1.6*) [132].

В журналі Technology Review («Огляд технологій»), що видається Масачусетським технологічним інститутом (США), також наведено перелік перспективних технологій, які матимуть найбільший вплив на суспільство у найближчі десятиріччя (*табл. 1.7*) [69].

Подібні прогнози лише частково відбивають революційні зміни, що відбуваються у технологічному базисі сучасної економіки.

Таблиця 1.6

Десять проривних технологій, що будуть мати першочергове значення до 2030 р.

Технологія	Перспективні зміни
Портативні електронні пристрої	Сполучають можливості персонального комп'ютера, доступу до Інтернет, отримання телевізійного зображення та телефонного зв'язку
Паливно-акумуляторні автомобілі	Автомобілі з гібридними двигунами, заснованими на застосуванні водневo-кисневого палива та електроенергії
Презиційне сільськогосподарське виробництво	Комп'ютеризоване управління виробництвом зернових культур з урахуванням земельних умов
Масова кастомізація продукції через Інтернет	Торгівля за допомогою Інтернет. За оцінками, віртуальна торгівля в 2007 р. склала 30% економіки США
Життя в телепросторі	Виникнення стилю життя, пов'язаного із використанням засобів інформатики та Інтернету в усіх його аспектах – роботі, навчанні, здійсненні купівель і т. ін.
Поява віртуальних секретарів	Поява інтелектуальних комп'ютерних програм високого рівня, що допомагають розв'язувати чисельні проблеми і орієнтуватись в морі інформації, а з часом і здійснювати низку рутинних операцій і виконувати їх за допомогою робототехнічних пристроїв
Генетичне конструювання	Генетично змінені організми
Нова медицина	Комп'ютеризоване медичне обслуговування
Альтернативні джерела енергії	При тому, що традиційні види палива – нафта, газ та вугілля – збережуть свою провідну роль у майбутньому, частка вітряної, геотермальної, водної, сонячної енергії, енергії біомаси та інших альтернативних джерел зросте від 10% усієї споживаної енергії сьогодні до приблизно 30% до 2015 р.
Інтелектуальні, мобільні роботи	Наступне покоління промислових роботів буде спроможне сприймати оточуюче середовище, приймати складні рішення і самонавчатись

Складено за [339].

Таблиця 1.7

Десять провідних технологій світу, які матимуть найбільший вплив на суспільство до 2030 р.

Технологія	Перспективні зміни
Наномедицина	Дозволить транспортувати лікарські засоби безпосередньо у хворі клітини
Епігенетика	Можливість за допомогою генетичних тестів виявляти онкологічні та інші небезпечні захворювання на ранніх стадіях
Ядерне перепрограмування	Оновлення організму шляхом заміни хворих клітин на здорові, отримані клонуванням
Дифузійне зображення	Використовуючи технології сканування головного мозку, можна буде діагностувати та виліковувати такі тяжкі захворювання, як шизофренія, хвороба Альцгеймера тощо
Технологія порівняльної взаємодії	Досконально вивчаючи, яким чином різні складові клітин взаємодіють між собою, можна попереджувати «смертельні поломки» організму, тим самим продовжувати життя
Нанобіомеханіка	Дозволить проаналізувати процеси механічної взаємодії клітин, створити біохімічні комплекси, які здатні виконувати роботу на мікрорівні
Когнітивне радіо	З розвитком бездротового зв'язку виникає нова проблема – перешкоди. Навчити мобільні телефони, комп'ютери, що підключені до бездротового Інтернету, радіостанції і т. ін. працювати злагоджено, не заважаючи один одному
Безпечний Інтернет	Дасть можливість захистити користувачів Інтернету від розголошення особистої інформації
Бездротовий Всесвіт	Дасть змогу навчити електронні пристрої «спілкуватися» між собою
Кремній, що розтягується	Кремній є основним матеріалом сучасної електроніки. Створюючи нові форми цієї речовини, можна одержати новітні технологічні можливості

Складено за [188].

Крім того, фахівці національної аналітичної корпорації США – Rand Corp. – виокремлюють дві *основні тенденції в розвитку ІКТ* та їх соціально-економічного впливу на соціум і цивілізацію в цілому, а саме [186]:

1) Комплексна конвергенція в підсистемі «людина – соціальні структури – комп'ютер», яка знаходить вираження в тенденції посилення інтелектуальної і когнітивної діяльності людини, пізнання в цілому ролі мислення людини, а також ролі різноманітних соціальних інститутів, в тому числі в області інновацій, бізнесу і освіти на базі використання можливостей ІКТ і нанотехнологій.

2) Конвергенція і формування глобальної інформаційної інфраструктури (ГІС), яка впливає не тільки на національні інноваційні системи, але й на світову економіку і торгівлю, а також на людину, суспільство, соціум та на інноваційно-технологічну цивілізацію XXI століття. Як наслідок, в результаті вивчення тенденцій конвергенції інноваційної інфраструктури фахівці американської корпорації Rand запропонували три основних сценарії розвитку глобальної інформаційної економіки та інформаційного суспільства до 2020 р. на базі використання нового покоління Інтернету:

- «Глобальний світ без кордонів»;
- «Взаємопов'язаний глобальний світ»;
- «Розподілений глобальний світ».

Отже, можна виокремити фундаментальні риси майбутнього інформаційного суспільства [90, с. 295 – 296]:

1) Наукове знання починає втискати ручну і механізовану працю, яка протягом багатьох століть була фактором виробництва, що брав участь у формуванні вартості товарів і послуг.

2) В інформаційному суспільстві економічні і соціальні функції капіталу поступово переходять до процесу пізнання, одержання інформації і знань.

3) Наукові організації інформаційної економіки стають центрами створення, виробництва і накопичення знань, які потім втілюються в товарній продукції і послугах на основі процесів комерціалізації знань.

4) Рівень і якість знань стають визначальними фактором соціальної диференціації. Соціальне розшарування починає здійснюватись на рівні знань. Соціальні виклики, кризи і конфлікти переходять значною мірою зі сфери економіки до сфери культури, пізнання, інформованості та інноваційності. Починається розпад старих соціальних, організаційно-управлінських та інших інституціональних структур. На національному і глобальному рівні утворюються нові інститути інноваційної економіки та інноваційного суспільства з використанням можливостей ІКТ.

5) Віртуалізація інститутів, економіки і суспільства на базі ІКТ робить можливим знаходження розташування фірм і робітника у будь-якому місці, в тому числі за кордоном, знаходячись у цей час на території своєї країни.

6) Створюються електронні уряди, електронні банки, науково-дослідні інститути і т. ін., формується так звана «мережева економіка», «мережева наука», «мережева електронна торгівля» тощо.

7) Інтернет стає засобом і середовищем існування без/поза суспільства, якщо суспільство трактувати в традиційному для соціальної теорії значенні як систему інститутів.

1.3. Сучасні напрями в обробці інформації та комп'ютерних обчисленнях

Протягом другої половини XX століття обчислювальна техніка йшла шляхом постійного нарощування інформаційної потужності. Особливістю цього процесу було збереження основних принципів побудови електронних обчислювальних пристроїв і неухильного вдосконалення елементної бази, що реалізовувала ці принципи.

Інформаційні характеристики сучасних засобів обробки інформації, заснованих на різних принципах, наведені в *табл. 1.8* [155, с. 249].

Таблиця 1.8

Інформаційні характеристики сучасних засобів обробки інформації, заснованих на різних принципах

Основні парадигми обробки інформації		
Парадигма фон-Неймана	**Реакційно-дифузійна парадигма**	**Біологічна обробка інформації**
Програмування ззовні	Самоорганізація	Самоорганізація
Структурно програмується	Структурно не програмується	Структурно не програмується
Послідовне використання ресурсів	Високий паралелізм	Гігантський паралелізм
Дискретна динаміка	Безперервна і дискретна динаміка	Дискретна і безперервна динаміка
Висока зв'язаність	Висока інтерактивність	Висока інтерактивність
Горизонтальні потоки інформації	Вертикальні потоки інформації	Вертикальні потоки інформації

Складено за [155, с. 249].

У другій половині минулого століття передбачалось, що прогрес напівпровідникової технології, у сполученні з новими фізичними ідеями, приведе до подальшого зростання продуктивності цифрових (по суті, фон-нейманівських) пристроїв, як зможуть вирішувати практично всі нагальні інформаційні задачі.

Але все зростаюче значення інформаційного забезпечення великих динамічних систем у 80-х рр. зробило актуальним переконання провідних вчених (зокрема, відомого американського кібернетика Майкла Арбіба), що подальший розвиток концепції обчислень піде шляхом імітації стилю обробки інформації людським мозком. Він писав: «Мозок є метафорою наступного (шостого) покоління комп'ютерів. Його стиль визначається взаємодією систем, багато з яких відповідають спільному функціонуванню просторово-часових структур у багаторівневих структурах нейронів. Основа розуміння вказаного підходу полягає у такому [94]:

1) Мозок є орієнтованим на дію обчислювачем. Це передбачає, що такі системи (людини, тварини або керованого робота) повинні

корелювати саму дію та її результат так, щоб побудувати внутрішню «модель» явища.

2) Мозок має ієрархічну багаторівневу організацію. При цьому жодна однорівнева модель не в змозі відтворити його функції.

3) Мозок не є системою обробки інформації з послідовним виконанням операцій».

Наприкінці 90-х рр. минулого століття Г. Моравек надрукував прогноз розвитку обчислювальної техніки, у якому передбачив, що продуктивність цифрового комп'ютеру (10^8 MPIS), яку можна порівняти з кількістю числа нейронів головного мозку (10^{11}) і числа синапсів (10^{14}), буде досягнута до 2020 р. Моравек звернув увагу на три особливості сучасних засобів обробки інформації [155, с. 128]:

1) Практично усе обговорення шляхів розвитку цифрової техніки розглядається у зв'язку з рішенням інтелектуальних задач (проблем штучного інтелекту), націлених на необхідність розуміти й ефективно управляти великими динамічними системами. Серед нагальних задач: економічні і соціальні проблеми; управління транспортними потоками; глобальний зв'язок; передбачення погоди; оцінка забруднення навколишнього середовища тощо.

2) Деякі користувачі суперкомп'ютерів «відчувають» зачатки інтелекту ЕОМ, але це скоріше можна віднести до самонавіювання (на думку самих конструкторів цих ЕОМ).

3) Цифровий комп'ютер, близький за своїми можливостями до людського мозку, буде являти собою найскладнішу систему, що потребує грандіозних витрат на її створення і експлуатацію.

Вирішення задач високої обчислювальної складності, до яких в основному зводяться проблеми штучного інтелекту, призводить до багатократного зростання обчислювальних ресурсів, необхідних для їх вирішення і примушує розробників все більше і більше нарощувати обсяги пам'яті і швидкість виконання елементарних операцій. Тим не менш, вирішення цих задач сучасними цифровими ЕОМ виявилось малоефективним, а часто і зовсім неможливим.

Тому альтернативою цій гонці «обчислювальна складність задачі – продуктивність ЕОМ» став розвиток ідей МакКаллоха і Піттса, які ще в 1943 р. запропонували нейромережевий підхід до обробки інформації. Модель нейронної мережі МакКаллоха і Піттса описує у спрощеному вигляді структуру кори головного мозку. Нейронна мережа являє собою систему елементарних процесорів – формальних нейронів. Кожен з них одержує позитивний або негативний сигнал від усіх нейронів мережі з деякими вагами, що варіюються. Нейрон алгебраїчно сумує ці сигнали і, якщо їхня сума перевищує задане порогове значення, генерує імпульс, що розповсюджується по мережі. Висхідний стан мережі задається вагами, що варіюються. Їхній набір визначає структуру задачі, яку вирішує мережа. Після того, як початковий стан мережі заданий, структура мережі еволюціонує у часі і її кінцевий стан є рішенням обраної задачі.

Надзвичайна властивість нейронної мережі полягає в тому, що обробка інформації здійснюється одночасно усіма нейронами мережі, тобто з грандіозним паралелізмом, що не йде у порівняння зі ступенем паралелізму навіть сучасних напівпровідникових багатопроцесорних ЕОМ. На відміну від фон-нейманівського комп'ютеру, перехід від вирішення однієї задачі до іншої визначається не програмою, що вводиться, а початковими станами нейронів і структурою мережі – завданням системи ваг, з якими сигнали кожного нейрону передаються по мережі.

Великий крок у розвитку уявлень про нейронні мережі зробив у 1962 р. американський фізіолог Френк Розенблат, який запропонував структуру довільної нейронної мережі, названу персептроном. Ця мережа заснована на трьох типах нейронів, а саме [94]:

- сенсорні нейрони розглядались як чуттєві елементи, які виробляють і посилають сигнал у мережу під впливом будь-якого зовнішнього стимулу (електричного сигналу, світла, звука тощо);
- асоціативні нейрони визначались як логічні елементи, які видають вихідний сигнал, якщо алгебраїчна сума вхідних сигналів перевищує деяку порогову величину;

- реагуючі нейрони являли собою елементи, що одержують вхідний сигнал від сенсорних нейронів і формують керуючий вплив у зовнішньому середовищі.

Підхід Розенблатта використовувався на початку 60-х рр. для пояснення різних психологічних і фізіологічних явищ, але у ті роки нейромережеві ідеї не були затребувані. І тільки в 1982 р. американський фізик Хопфілд знову пробудив інтерес до нейронних мереж, розробивши нейро-мережеву модель.

Особливості і обчислювальні та інформаційно-логічні можливості моделі Хопфілда детально вивчалися у 80-ті рр. Більше того, ця модель ініціювала розробку широкого кола варіантів як одношарових, так і багатошарових нейронних мереж. Але найбільш важливим наслідком швидкого розвитку теорії нейронних мереж було те, що почалися інженерні розробки комерційних пристроїв обробки інформації – нейрокомп'ютерів.

В основі нейромережевого підходу лежать біологічні принципи обробки інформації і, перш за все, загальні принципи функціонування кори головного мозку. Величезний період біологічної еволюції виробив у мозку людини якості, недоступні сучасним цифровим комп'ютерам з архітектурою фон Неймана, до яких відносяться:

- розподілене представлення інформації і паралелізм обчислень;
- здатність до навчання і узагальнень;
- адаптивність;
- толерантність до помилок і похибок у структурі.

Прилади, побудовані на біологічних принципах обробки інформації, повинні володіти цими можливостями, що буде мати величезне значення для індустрії обробки інформації.

Сьогодні активно розвиваються три лінії розробки нейрокомп'ютерів [155, с. 134]:

- емулятори – системи на основі цифрових фоннейманівських комп'ютерів, що реалізують типові нейромережеві операції на програмному рівні;

- нейроприскорювачі – нейромережеві системи, побудовані на базі універсальних цифрових комп'ютерів у вигляді плат розширення. Вони можуть бути як «віртуальні» (що вставляються у слот-розширення стандартного комп'ютера), так і «зовнішні», що поєднуються з керуючим комп'ютером по конкретному інтерфейсу або шині;
- нейрокомп'ютери – побудовані зі спеціалізованих нейрочипів, у яких усі операції виконуються у нейромережевому логічному базисі.

В якості основних елементарних пристроїв нейрокомп'ютера використовують [94]:

- адаптивний суматор, який обчислює скалярний добуток вектора вхідного сигналу X (тобто інформацію, що поступає від усіх нейронів) на вектор параметрів;
- нелінійний перетворювач сигналу, який одержує скалярний сигнал X і перетворює його у задану функцію f(x);
- точка розгалужування, яка слугує для розсилки сигналу, що поступає, за декількома адресами;
- стандартний формальний нейрон, що є комбінацією вхідного суматора, нелінійного перетворювача і точки розгалужування на виході.

На основі цих елементів виробляються нейрочипи, з яких можна набрати необхідну нейронну мережу.

На теперішній час промисловість багатьох країн світу випускає десятки цифрових, аналогових і гібридних нейрочипів. Серед них нейрочипи з жорсткою структурою нейронів (апаратно реалізованою) і нейрочипи зі структурою, що налаштовується (перепрограмовуються). В основному на чипах формується 32 – 256 нейронів при розрядності мінливих 16 – 8 біт. Вони виготовляються за кремнієвою планарною напівпровідниковою технологією [94].

Інтенсивне відродження нейромережевих теорій і нейрокомп'ютерів зробилося можливим тільки наприкінці 90-х рр. Але першими кро-

ками було використання напівпровідникової схемотехніки і планарної технології, які й досі добре себе зарекомендували для імітації нейрону і нейронних мереж.

Але ситуація принципово змінюється, коли мова йде про розробку нейромережевих інформаційно-логічних засобів. Основні принципи нейромережевої парадигми фундаментально відмінні від парадигми фон Неймана. В основі парадигми фон Неймана поняття незмінної за своєю структурою програми. Зміна у програмі хоч одного оператора призводить до розпаду програми, яка стає неспроможною виконувати свої функції.

Принципово відмінно від цього, в ідеології нейронної мережі, навіть у початковому підході МакКаллоха і Піттса, закладена можливість малих змін структури мережі. Концепція змінних ваг нейронів дозволяє варіювати їх у деякій області значень, не викликаючи якісних змін режиму функціонування мережі.

Саме в цьому напівпровідникова дискретна реалізація нейронних мереж принципово суперечить їх суті. Вилучення або додавання хоча б одного транзистора у планарній схемі, в загальному випадку, призводить до втрати її працеспроможності.

В той же час, відомі біологічні системи з архітектурою нейронних мереж побудовані з висхідних молекулярних фрагментів, якісно відмінних від напівпровідникових елементів (транзисторів). Основними і найбільш важливими їх особливостями є:

- структурна надлишковість молекулярного об'єкта по відношенню до його функцій;
- функціональна надлишковість, коли зміна динамічних характеристик системи в достатньо широких межах не приводить до якісних змін динаміки, тобто переходу до іншого режиму. Це можна визначити як динамічну надлишковість системи.

У загальному випадку структурна і (або) динамічна надлишковість елементів (молекулярних фрагментів), висхідних для побудови інформаційно-логічних систем, є основою їх мінливості. А це, у свою чергу, повинно лежати в основі еволюційного відбору. Тому з таких ви-

хідних елементів можуть бути, в принципі, побудовані інформаційно-логічні пристрої, що поступово навчаються найбільш ефективному вирішенню задачі у процесі самого рішення.

Одним з найбільш важливих різновидів природних об'єктів, що мають високу складність поведінки і проявляють цілеспрямовані дії, є розподілені (безперервні і дискретні) системи. Саме вони залучають до себе увагу в останні роки як перспективна основа створення ефективних біологічно-вмотивованих засобів обробки інформації. У цьому випадку обробка інформації відбувається у кожній фізичній точці середовища, що призводить до високого ступеню паралелізму, не порівняному з можливостями побудови паралельних обчислень на базі цифрових дискретних процесорів.

У просторі станів, що відповідають реакційно-дифузному середовищу (РДС), проявляються басейни атракторів, тобто області визначених динамічних режимів, в яких система самовільно переходить у стаціонарний стан. Але при цьому рух у межах басейну не приводить до якісних змін динаміки, тобто до переходу на інший режим (басейну іншого атрактора). Це можна визначити як динамічну надлишковість системи. Тому існує принципова можливість створювати на основі РДС пристрої, які у деяких межах змінюють свої функції під впливом зовнішніх факторів, тобто спроможні до навчання.

Дивовижною властивістю РДС є те, що незалежно від фізичного втілення в них проявляються одні й ті ж самі макроскопічні форми поведінки:

- локальні або глобальні (у всьому обсязі середовища) коливання концентрацій компонентів середовища;
- локальні області високих концентрацій (концентраційні імпульси), що розповсюджуються в об'ємі середовища;
- тригерні режими перемикання, що розповсюджується в середовищі, з одного її стану в інший;
- утворення стійких стабільних у часі дисипативних структур з неоднорідним розподілом концентрацій компонентів середовища.

На думку більшості фахівців, сьогодні РДС стали найбільш перспективними для створення нейроподібних засобів обробки інформації. В реакційно-дифузійних системах можна виділити три рівня динаміки:

- рівень взаємодії елементів середовища, тобто характер їх міжз'єднань (мікрорівень);
- рівень, на якому система може знаходитись в тому чи іншому стаціонарному стані (мезорівень);
- рівень взаємодії станів системи з її оточенням (макрорівень).

Отже, нелінійні реакційно-дифузні середовища являють собою засоби обробки інформації, що принципово відрізняються від цифрових фон-нейманівських обчислювачів. Розподілений характер середовища призводить до високого паралелізму обробки інформації, що багаторазово перевищує можливості багатопроцесорних цифрових систем. Нелінійні механізми динаміки РДС обумовлюють високу логічну складність елементарних операцій, що виконуються.

Як наслідок, продуктивність реакційно-дифузійного пристрою визначається не підвищенням швидкодії елементів (мікромініатюризацією схем), а ускладненням динаміки пристрою, яка призводить до підвищення логічної складності елементарних операцій. Природнім продовженням цього підходу повинно бути створення багаторівневих середовищ з високою складністю поведінки.

Самоорганізація відіграє визначальну роль в обробці інформації біологічними об'єктами на різних рівнях їх складності. Тому пристрої, що реалізують біологічні принципи обробки інформації, за своєю фізичною сутністю принципово відрізняються від фон-нейманівських пристроїв, які широко використовуються сьогодні.

Термін «самоорганізація» широко використовується в останні роки для того, щоб описати і пояснити схожі явища у фізичних, хімічних, біологічних і навіть економічних і соціологічних системах. Самоорганізація – це явище самовільного утворення структури у різних за своєю фізичною природою системах. Під самовільним виникненням структури розуміють появу упорядкованого стану у первісно випадковому розподілі компонентів системи без видимого зовнішнього впливу.

Упорядкованими станами у загальному випадку можуть бути:

- нерівномірний розподіл матеріальних компонентів системи, що зберігається у часі;
- незатухаючі коливання концентрацій компонентів системи, коли вони осцилюють між двома чи більше значеннями;
- більш складні форми упорядкованої колективної поведінки компонентів.

Утворення структури однаково характерно як для фізичних пристроїв типу лазерів і хімічних реакційних середовищ, так і для біологічних тканин, спілок живих організмів, геологічних і метеорологічних процесів, соціальних феноменів людського суспільства. При цьому властивості структур, що виникають, принципово відрізняються від властивостей висхідних елементів системи. Механізми самоорганізації виявляються різними для різних за своєю природою систем, але усім їм властиві деякі спільні структурні і динамічні характеристики. Найбільш цікаво те, що самоорганізація у системі з'являється спонтанно з однорідного середовища.

Різним за своєю природою системам можуть відповідати різні рівні складності самоорганізації, які часто різко відрізняються один від одного. Ця складність визначається характером системи, що самоорганізується, – складністю її структури і поведінки, динамічних механізмів взаємодії компонентів. При цьому конкретні прояви процесів самоорганізації на порівняно простих рівнях її складності можуть виступати як складова частина явищ на більш складному рівні.

Отже, самоорганізація є явищем міждисциплінарного характеру і належить до галузі знань, яку звичайно називають кібернетикою, або більш вузько – синергетикою. Тому будь-який конкретний процес самоорганізації заснований на деякому дуалізмі. З *одного боку*, самоорганізація системи здійснюється конкретними фізичними, хімічними або якимось іншими механізмами. З *іншого боку*, для того, щоб система була такою, що самоорганізується, необхідно виконання спільних для усіх систем, що самоорганізуються, кібернетичних умов – загальних принципів самоорганізації.

Реакційно-дифузійний процесор являє собою складну динамічну систему, в якій з хімічного середовища змінного і навіть одного й того ж складу можуть бути сформовані підсистеми, що виконують різні за своїм характером операції. Формування їх відбувається за рахунок процесів самоорганізації середовища, які ініціюються керуючими впливами. Дифузійні взаємодії можуть поєднувати окремі підсистеми, зв'язуючи їх в єдиний інформаційно-логічний пристрій.

На межі двох століть, наприкінці останнього десятиріччя минулого століття, група дослідників Масачусетського технологічного інституту (MIT), підтримана Агентством Міністерства оборони США з перспективних дослідницьких проектів (DAPRA – Defence Advanced Research Project Agency), запропонувала концепцію «аморфного комп'ютингу» як подальшу і більш глибоку деталізацію біологічних принципів обробки інформації біологічними системами, побудованими з великої кількості елементів, що локально взаємодіють. Основна мета аморфного комп'ютингу – це розробка таких елементів і способів керування ними, які б мали змогу забезпечити їх задану колективну взаємодію. При цьому припускається, що для цих об'єктів характерні особливості, які проявляються на практиці [42]: розкид характеристик; не завжди точно відомий характер взаємодії; спосіб міжз'єднання, що змінюється у часі.

Взаємодія елементів вважається локальною. По суті, аморфний комп'ютинг у своїх вихідних посиланнях протилежний ідеї використання в якості елементної бази молекулярних утворень. Молекулярні елементи первісно однакові і серед них немає «бракованих» за рахунок недосконалості технологічного процесу.

Автори концепції підкреслюють, що в результаті вдосконалення різних технологічних процесів в останні роки створена реальна основа для розвитку аморфного комп'ютингу.

Сучасні технології створення механо-електронних мікросхем дозволяють формувати чипи, на яких одночасно розташовуються логічні схеми, сенсори, актюатори і засоби зв'язку між елементами. Сьогодні існують реальні можливості змішати такі чипи із будівельними матеріалами і фарбами. Тому є реальним, коли фарба, що укриває стінку, чутлива

до вібрацій і попереджає про вторгнення грабіжників або ж зменшує зовнішній шум.

Ще більш істотні можливості відкриває якісно нове розуміння біохімічних механізмів процесів у живих клітинах. Це може бути використано для того, щоб на основі методів клітинної інженерії створювати клітин-сенсори, клітини-актюатори, клітини, що програмуються і доставляють ліки у задані тканини або органи людського тіла у потрібний час і т. ін.

Основне поняття аморфного комп'ютингу – елемент системи, частинка, що має якусь сукупність характеристик (властивостей). Первісно припускається, що для аморфної системи характерний розкид значень властивостей у деяких межах. Припускається також, що частинки розподілені довільним чином на поверхні або в об'ємі. Частинки взаємодіють одна з одною на основі локальних механізмів, які у загальному випадку повинні бути нелінійними. В результаті цієї взаємодії внутрішній стан частинки може бути змінено, як це робиться, наприклад, методами клітинної інженерії.

Неважко побачити, що основні характеристики аморфної системи повторюють характеристики розподілених реакційно-дифузних середовищ. Тому, природно, в аморфній системі можуть виникати хвилі перемикання властивостей частинок, що розповсюджуються, а також утворення складних просторово-часових структур.

Клітини живих істот являють собою найскладніші біологічні пристрої, життєдіяльність яких основана на багатьох біохімічних реакціях, що протікають у них. Клітини довільно діляться, відтворюючи себе у багатьох ідентичних копіях. В той же час, методи клітинної інженерії, що розвинулися протягом останніх десятиліть, дозволяють змінювати програму функціонування клітини, впливаючи на її генетичний апарат. Це створює принципову можливість використовувати клітини в якості частинок аморфних систем, спроможних виконувати складні функції.

Істотний інтерес для аморфного комп'ютингу становить використання клітинного матеріалу для формування пристроїв обробки інформації. В якості однієї з можливостей сьогодні активно обговорюється створення клітин – інверторів сигналів.

Концепція і практичні додатки, що пропонуються, і технології аморфного комп'ютингу викликають у фахівців неоднозначне враження. Висхідна точка концепції – розподілена динамічна система частинок. Подібні системи функціонують з високим ступенем паралелізму виконання операцій. Тим не менш, на основі аморфних систем передбачається створювати цифрові пристрої з послідовним виконанням операцій.

Самі автори концепції зазначають, що швидкість функціонування біохімічних цифрових пристроїв повинна бути малою. І тому навряд чи вони можуть використовуватися для вирішення проблем високої обчислювальної складності. Тим не менш, вони вважають, що принципова можливість створення великих надмолекулярних систем заданої структури відкриває нові шляхи молекулярної інженерії. Так, основна публікація, що описує принципи і техніку аморфного комп'ютингу, закінчується словами: «В цілому, ми знаходимось на примітивній стадії розвитку клітинного і аморфного комп'ютингу, аналогічно раннім стадіям електроніки на початку XX століття. Подальший розвиток відкриє нові границі інженерії, яка буде домінувати в інформаційних технологіях наступного століття».

Ще одним перспективним напрямом розвитку біологічних методів обробки інформації є поява у 90-х рр. минулого століття нового інформаційного підходу, названого Леонардом Елдменом (професором інформатики і молекулярної біології університету Південна Кароліна у Лос Анжелісі, США) ДНК-комп'ютингом.

В цілому, майбутнє ДНК-комп'ютингу залишається невизначеним. Той факт, що за більше, ніж 10 років з дня появи роботи Елдмена не створено на основі цих пропозицій робото спроможного обчислювального пристрою, показує, що існують серйозні труднощі практичної реалізації цього підходу. В той же час, оригінальність вказаного підходу приваблює до нього нових дослідників і забезпечує підтримку його Агентством DAPRA Міністерства оборони США.

Підсумовуючи сказане, розглянемо біологічні принципи обробки інформації та їх роль у розвитку інформаційних технологій.

Одна з основних проблем, що стримує сьогодні подальший прогрес інформаційних технологій, полягає в необхідності створення інтелекту-

альних систем збирання і обробки інформації і систем управління, які були б масовими і ефективно вирішували б задачі штучного інтелекту.

До основних факторів, що визначають можливості розробки таких систем на базі хімічних реакційно-дифузних середовищ належать [155, с. 241 – 251]:

1) Певні експлуатаційні вимоги до реакційно-дифузного процесора (РДП). Виходячи зі специфіки задач, що розглядаються, засоби обробки інформації повинні бути:

- перш за все, мобільними, з високим ступенем надійності;
- оскільки за своїм характером вони мають бути масовими, вартість їх не повинна бути великою;
- вони повинні вирішувати поставлені завдання в реальному масштабі часу. У великій кількості практичних додатків цей масштаб має визначатись часом реакції людини, тобто 0,1–10 сек.;
- у значній кількості розробок (наприклад, в автономних системах наведення) не потребується й великий ресурс пристрою.

Хімічні РДС в основному задовольняють цим вимогам. В той же час, вони дозволяють здійснювати на практиці принципово новий, відмінний від загальноприйнятного, підхід до створення інформаційно-логічних пристроїв, що полегшують їх практичну реалізацію. Висока продуктивність пристрою досягається не за рахунок крайньої мініатюризації збільшення швидкодії, а за рахунок максимально високої логічної складності елементарних операцій, що оптимально відповідають вирішенню інтелектуальних проблем.

В основі високої ефективності реакційно-дифузних пристроїв лежать характерні, притаманні їм особливості обробки інформації, а саме:

А) Високий природній паралелізм. РДС являє собою безперервне біохімічне, хімічне або фізичне середовище, у кожному мікрооб'ємі якого паралельно (одночасно) відбувається обробка інформації за одним і тим самим алгоритмом. Розмір типового мікрооб'єму можна визначити порядком дифузійної довжини –

тобто шару середовища (лінійні розміри 100 х 100 мм, товщина 1 мм) відповідає ступінь паралелізму $10^8 – 10^6$. При цьому ступінь паралелізму може бути різко збільшений при переході до трьохвимірної конструкції пристрою.

Б) Нелінійні механізми обробки інформації. Нелінійні механізми динаміки розподілених РДС призводять до того, що вони виконують у якості елементарних не найпростіші двійкові (як у сучасних цифровим ЕОМ), а складні логічні операції. Кількість операцій цифрового комп'ютера різко зростає при ускладненні контуру фігури, що потребує переходу до більш густої сітки $10^4 \times 10^4$, $10^5 \times 10^5$ тощо. Фундаментальною перевагою РДС у цьому випадку є те, що ускладнення контуру може вимагати збільшення лінійних розмірів середовища (при цьому розділювальна спроможність середовища не змінюється), але час виділення контуру залишається тим самим.

В) Швидкодія реакційно-дифузних пристроїв обробки інформації. Термін виконання елементарних операцій біохімічними і хімічними середовищами, що використовуються на теперішній час, достатньо великий, як і термін реакцій біологічних організмів, які діють за схожими інформаційними принципами. Тим не менш, висока логічна складність елементарних операцій, що виконуються середовищами, різко підвищує обчислювальні можливості.

Переваги РДС стають очевиднішими з ростом складності завдання. Швидкодія РДС визначається специфікою хімічних реакцій, які протікають у середовищі. Попередній аналіз показує, що можуть бути розроблені середовища з терміном виконання елементарних операцій 10^{-1} – 1 сек., що суттєво підвищить їх швидкодію.

Областями можливого застосування середовищ, що розглядаються, можуть бути технічні пристрої, для яких реальний масштаб часу порівняно великий. Аналіз зображень у медицині і матеріалознавстві не потребує високої швидкості виконання операцій. Управління рухом автономного робота, що рухається складною місцевістю, можливо здійснювати при терміні реакції системи управління ≈ 1 сек.

Г) Багаторівнева архітектура. Така архітектура не використовувалася до теперішнього часу при розробці макетів реакційно-дифузних пристроїв обробки інформації. Тим не менш, вона є значним резервом підвищення продуктивності цих пристроїв.

Багаторівнева архітектура дозволить більш ефективно реалізувати біологічно вмотивовані принципи обробки інформації. У загальному випадку для багаторівневих пристроїв повинні бути характерними:

- обробка і стиснення інформації на кожному рівні обробки;
- передача на наступний рівень атракторів попереднього, тобто результатів стиснення інформації.

Це може багатократно підвищити інформаційні можливості реакційно-дифузних пристроїв.

2) Технологічні особливості виробництва реакційно-дифузних пристроїв. Геометричні розміри РДП повинні визначатись розмірами діючих елементів середовища (10^{-1} – 10^{-2} мм). Тому пристрій, що містить 10^6 діючих елементів, може являти собою у найпростішому випадку квазіплаский шар реагенту з розмірами 100 × 100 мм (10 ×10 мм). Мікрометрові розміри діючих елементів і порівняно низька чутливість середовищ до сторонніх домішок дозволить:

- різко зменшити вартість вихідних матеріалів для виробництва пристроїв у порівнянні з напівпровідниковими, оскільки вони не потребують надвисокого очищення від домішок;
- різко спростити і здешевити промислову технологію виробництва пристроїв, оскільки вона не потребує гранично високого ступеню очищення як газових, так і рідких середовищ від пилу і мікровключень.

На основі накопиченого досвіду можна припустити, що замість складної мініатюрної системи транзисторів і міжз'єднань на кристалі багаторівневий РДП буде являти собою систему активних шарів з лінійними розмірами порядку десятків міліметрів на полімерній основі і з розмірами структурних особливостей у шарі ≈ 0,1 мм, що розділені напівпроникними мембранами.

Таким чином, складність виробництва РДП повинна бути значно нижча, а технологічне обладнання набагато простішим, ніж при виробництві сучасних напівпровідникових інтегральних схем.

3) Широке використання полімерних матеріалів, що наближають до природних структур. Обсяг і достовірність даних, які можуть бути одержані в результаті експериментального вивчення процесів у РДС, багатократно зросли протягом останнього десятиліття. Вирішальну роль у цьому відіграли два основних напрями розвитку техніки експерименту, а саме:

- робота зі світлочутливими середовищами;
- використання полімерних матеріалів для формування РДС.

Сьогодні відомі різні варіанти використання полімерних матеріалів при вивченні процесів, що протікають у РДС. Вони визначаються поставленою задачею, особливостями введення і виведення даних і способами керування середовищем. Серед вказаних методів можна виділити:

А) Оптичні методи – є сьогодні основним способом введення і виведення інформації при роботі з РДС. У цьому випадку світлове зображення, що проектується, перетворюється на розподілення хімічних компонентів середовища. До факторів, що визначають адекватність розподілення концентрацій компонентів середовища вихідній світловій картині, відносяться:

- мінімальна величина, а головне, однорідність світлового фону оптичного пристрою, що використовується для введення висхідного зображення. Будь-яка неоднорідність може викликати динамічний процес у середовищі, не пов'язаному з вихідними даними;
- постійність товщини шару середовища, що може порушуватись за рахунок похибок виготовлення реактору, в якому відбувається процес, його неточного горизонтування. Внаслідок цього виникають додаткові градієнти концентрацій хімічних компонентів середовища, що також призводить до виникнення випадкових динамічних процесів, які мають свій відбиток на динаміку, що вивчається.

Плаский шар полімеру завданої товщини, що хімічно не взаємодіє з компонентами середовища, являє собою просторову матрицю полімерної речовини, яка містить 80 – 90% води. Якщо замінити цю воду реагентом РДС, то товщина шару реагенту буде підтримуватись полімерною матрицею. В результаті на шар реагенту не будуть впливати похибки реактору і горизонтування, а також випадкові механічні впливи (тички, коливання тощо).

Б) Полімерні матеріали дозволяють створювати просторово неоднорідні середовища із заданою структурою.

Як приклад формування таких систем, можна розглянути моделювання логічного пристрою, що переключався хвильовим процесом в РДС. Рисунок пристрою наносився принтером на поверхню тонкої іонообмінної мембрани розчином каталізатора реакції, який використовувався замість чорнил у принтері. Сама мембрана розміщувалася на шар гелю агара, в якому знаходились інші компоненти хімічного реагенту;

В) Полімерні матриці можуть керувати процесами, що проходять у середовищі. Наприклад, сьогодні російськими вченими розроблено дві системи, в яких полімерна матриця відіграє активну роль:

- перша з них являє собою сполучення двох полімерних мембран. Одна з них містить фоточутливу компоненту – спіропіран. Додатково у мембрану вводився іонофор нон актин, який дозволяв зв'язати фотовідклик мембрани з гідролізом мочевини, що відбувався у другій мембрані, і уреазою, що каталізувалася ферментом;
- друга система була дворівневою і просторово-суміщеною. Вона являла собою полімерну матрицю, насичену ферментом уреазою, в якій відбувався гідроліз мочевини. Активність ферменту могла керуватись зміною температури матриці біля точки колапсу, що обертався, гелю матриці.

Г) Існує можливість конструювання полімерних матриць, у яких фрагменти полімеру слугували б одним з компонентів хімічної реакції, що протікає в РДС. У цьому випадку можуть бути сформовані системи, що мають довготривалу пам'ять. Наприклад, якщо інгібірувати світлочутливу реакцію випромінюванням

у будь-яких фрагментах середовища і проводити реакцію в інших фрагментах полімерної матриці, то компонент, пов'язаний з матрицею, буде вироблятись тільки у неосвітлених областях. При повторному використанні системи ці області опиняться неактивними, тобто будуть зберігати пам'ять про попередній процес.

4) Мозок і реакційно-дифузійний комп'ютер. Сьогодні остаточно стало зрозумілим, що біологічні принципи – не система схоластичних міркувань, а практично спрямована концепція, яка знаходиться в процесі свого розвитку і можливості якої тільки починають відкриватись. Тому виникає важливе питання: які граничні інформаційні можливості пристроїв обробки інформації, побудованих на біологічних принципах? Де їхнє можливе місце у майбутній перспективній системі обчислювальних та інформаційно-логічних засобів?

1.4. Основні напрями розвитку молекулярної електроніки

Як вже згадувалось, наприкінці 80-х рр. Майкл Арбіб виступив з пропозицією розширити концепцію обчислень таким чином, щоб у неї органічно увійшов «стиль» обробки інформації мозком людини, який оснований на «постійній спільній взаємодії систем, активність яких виражається як взаємодія просторово-часових образів у багаторівневій системі нейронів». Ці ідеї лежали в основі інтересу, що відродився у ті роки, до нейронних мереж. Більше того, інтересу до складних варіантів напівпровідникової комп'ютерної архітектури, яка б дозволяла у багато разів підвищити паралелізм обчислень.

У ті ж роки Майкл Конрад, провідний спеціаліст США в області молекулярної електроніки, оприлюднив детальний порівняльний аналіз інформаційних особливостей мозку і фон-нейманівського комп'ютеру. Особливістю підходу Конраду було те, що він виходив із загальних інформаційних уявлень, не прив'язуючи їх до будь-яких фізичних втілень

пристроїв. Фундаментальні відмінності в обробці інформації мозком і комп'ютером можна сформулювати таким: можливість структурного програмування системи; паралельний або послідовний характер обробки інформації; вертикальні або горизонтальні потоки інформації тощо.

Таким чином, було показано, що фон-нейманівський комп'ютер і мозок є двома паралельними альтернативними системами обробки інформації.

До основних інформаційних характеристик реакційно-дифузних пристроїв відносяться:

1) на відміну від фон-неманівського комп'ютеру реакційно-дифузні пристрої не є такими, що програмуються ззовні. Їхня динаміка визначається станом (і структурою) середовища і впливами керуючих факторів;
2) навіть найпростіші пристрої демонструють дуже високий ступінь паралелізму, змішану безперервно-дискретну динаміку і вертикальні потоки передачі і обробки інформації. Навіть у найпростішій системі можна виділити:

- рівень макро-мікро-перетворення інформації, тобто рівень введення вихідних даних;
- динаміку на молекулярному (мікро) рівні, що реалізує спосіб обробки інформації;
- рівень мікро-макро-перетворення інформації, тобто фізико-хімічне зчитування результатів вирішення задачі;

3) ступінь самоорганізації хімічних реакційно-дифузних пристроїв дуже велика. Більше того, у них проявляється градуалізм, тобто малі зміни стану середовища (концентрацій її компонентів і температури) призводять у певній області станів тільки до порівняно невеликих кількісних, а не до різких якісних змін динамічних режимів. Ця особливість, по суті, лежить в основі побудові систем з навчанням;
4) РДС мають й інші особливості, які визначають спроможність системи до адаптивної поведінки. Серед них – характер взаємодії з оточенням, глибокі зворотні зв'язки тощо.

Отже, реакційно-дифузійні середовища мають практично усі характеристики, необхідні для того, щоб на їхній базі будувати пристрої, які мають високу складність поведінки, спроможні до навчання і вирішення задач високої обчислювальної складності. Порівняння інформаційних характеристик фон-нейманівського комп'ютеру, мозку і реакційно-дифузного пристрою дозволяє зробити висновок, що РДП істотно ближче до мозку, ніж до цифрового пристрою (навіть якщо цифровий пристрій реалізований на рівні звичайної багатопроцесорної паралельної системи). Мозок за своїми інформаційними характеристиками незрівнянно багатше, ніж будь-який штучний пристрій. Повнота вирішення ним інтелектуальних проблем (проблем високої обчислювальної складності) фантастична. Тим не менш, дивна схожість інформаційних характеристик розподілених систем, що функціонують на основі нелінійних динамічних механізмів, дозволяє припустити, що можуть бути створені пристрої, які імітують функції мозку, хай у якихось обмежених областях інтелектуальної активності мозку.

Протягом останніх десятиріч минулого століття сформувалася нова область досліджень, яку називають «молекулярна електроніка». Основні напрями її розвитку наведені на *рис. 1.2* [94, с. 423].

Протягом 80 – 90-х рр. було показано, що ансамблі молекул, які володіють визначеними характеристиками, є перспективними об'єктами для розробки пристроїв обробки і зберігання інформації, тобто хімічні середовища можуть бути використані в обчислювальних або у запам'ятовуючих пристроях. По суті це був перехід від ідеології молекулярних пристроїв (тобто систем, в яких елементною базою слугували окремі молекули) до пристроїв, побудованих на основі хімічних середовищ, тобто макрооб'єктів, які в той же час зберігають окремі переваги молекулярних об'єктів. Ці дві основні тенденції – використання молекулярних середовищ і синтез крупних молекул, що перемикаються, – привели у другій половині 90-х рр. до створення діючих молекулярних пристроїв обробки інформації.

У спектрах поглинання різних з'єднань проявляються смуги, що відповідають переходу молекул речовини в один із збуджених станів. Якщо

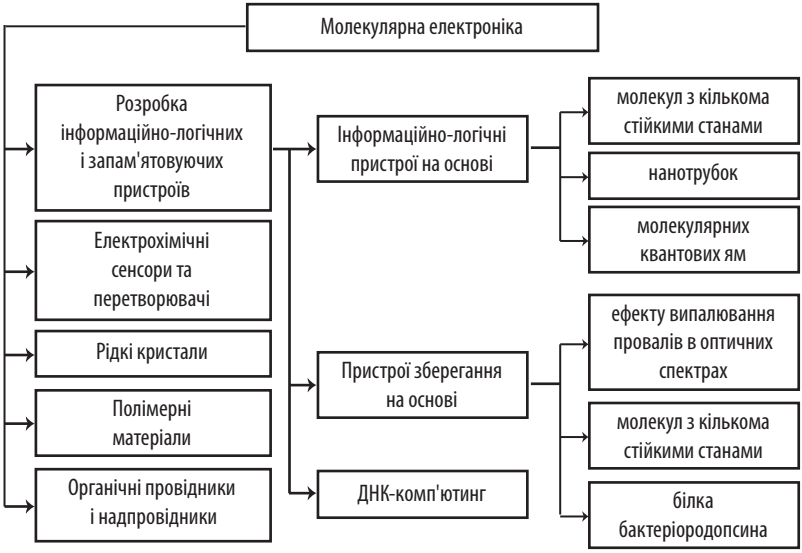

Рис. 1.2. Основні напрями молекулярної електроніки [94, с. 423]

при цьому час життя збудженого стану достатньо великий і якщо його можна перевести будь-яким фізичним впливом у зворотній основний стан молекули, такі хімічні з'єднання можуть бути використані для запису і зберігання інформації.

Технічно найпростіший шлях – використати для запису квазідвохвимірні плівки речовини, що підходить для цього. Роботи у цій галузі призвели до створення ряду діючих макетів пристроїв пам'яті. Так, Робертом Берджем були розроблені різні варіанти оперативної пам'яті для ЕОМ на основі унікального білку бактеріородопсину.

Бактеріородопсин є світлочуттєвим білком, який міститься у пурпурних мембранах галобактерій Halobacterium Halobium. Місця проживання галобактерій – солоні водоймища або джерела, де видобувають сіль. Молекули бактеріородопсину мають фіолетовий колір і створюють фотосинтетичний центр галобактерій. Поглинаючи квант світла, він діє як протонний насос, сприяючи синтезу АТФ. Структура молекули бак-

теріородопсину являє собою циклічну комбінацію семи поліпептидних спіралей, всередині якої знаходиться світлочуттєвий фрагмент – хромофор. При поглинанні світла відбуваються структурні перебудови молекули.

Бактеріородопсин володіє унікальною для білків стабільністю. Він спроможний протягом багатьох років зберігати незмінними свої властивості і у вигляді сухого зразка, і у полімерних плівках, від моношару товщиною 5 нм до кількох десятків мікрон.

Фундаментальна властивість молекули бактеріородопсину – фотохімічний цикл – послідовність збуджених станів (інтермедіатів), яку проходить молекула після її збудження світловим випромінюванням. Спектри інтермедіатів значно різняться один від одного. В ході фотоциклу відбуваються також зміни оптичних характеристик білку – показників поглинання і переломлення. Таким чином, природний бактеріородопсин при кімнатній температурі веде себе як фотохромне середовище з малим часом збереження інформації.

На початку 90-х рр. Роберт Бердж, використовуючи цю особливість бактеріородопсину, розробив кріогенний оптичний оперативний запам'ятовуючий пристрій для цифрових ЕОМ. В ньому інформація записувалася на плівку бактеріородопсин-вміщуючого полімеру і зчитувалася з неї лазерними променями з різними частотами випромінювання. Протягом 90-х рр. і на початку 2000-х років група Берджа розробила також голографічну асоціативну пам'ять, яка дозволяла зчитувати інформацію, маючи лише її обмежену частину (наприклад, відновлювати зображення по його фрагменту). Але основні зусилля групи були спрямовані на розробку об'ємної оперативної пам'яті надвисокої ємності.

На відміну від попередніх варіантів запам'ятовуючих пристроїв, в яких інформація записується на пласкій плівці бактеріородопсину, в об'ємній пам'яті інформація зберігається у всьому об'ємі середовища. В той же час, об'ємна пам'ять на основі бактеріородопсину – технічно складний електронно-оптичний пристрій, що включає до себе декілька лазерів з випромінюванням у різних областях спектру. Активація сторінки (тонкого шару) всередині об'єму запам'ятовуючого середовища відбувається системою червоних лазерів, які збуджують усі молекули

бактеріородопсину, що знаходяться у шарі середовища сторінки. Потім через рідкокришталевий транспарант засвічуються тільки обрані елементи площини, які будуть відповідати бітам «1», а всі інші молекули бактеріородопсину переходять у вихідний стан, тобто зберігають значення бітів «0». Для того, щоб зчитати дані, сторінка знову активується системою зелених лазерів. Для повного очищення пам'яті, тобто переведення усіх молекул в основний стан, можна використати синій лазер.

Малі терміни життя інтермедіатів бактеріородопсину і паралельна одночасна обробка інформації на сторінці приводять до того, що час запису зчитування може бути доведено до кількох десятків Гбіт/сек. Оцінки також показують, що в об'ємі 3 см^3 може зберігатись гігантська інформація, обсягом у сотні гігабайтів. В той же час, створення такої системи являє собою найскладнішу наукову і технічну задачу, і тому до теперішнього часу основні рішення відпрацьовуються на діючих макетах з ємністю пам'яті, що не перевищує кількох десятків кбіт.

Розробка пристроїв на основі бактеріородопсину і деякі інші дослідження 90-х рр. наблизили промислове використання молекулярних середовищ в обчислювальній техніці.

У 90-х рр. розуміння того, що молекули, перемикання яких з одного стану в інший відбувається за рахунок електронно-конформаційного переходу, можуть стати перспективними елементами електронних схем, зробило необхідним пошук конкретних молекул такого типу, які б виправдали надії теоретиків. Можливості синтетичних методів органічної хімії, які різко зросли у другій половині XX століття, розвиток теорії хімічної побудови на основі квантово-хімічних уявлень – дозволили здійснити синтез ряду нових молекул.

Серед них були молекули, побудовані з просунутих один в одного циклів (тобто з'єднання циклічних фрагментів, які зв'язані на подобі ланок ланцюгу), які одержали назву катенани (від лат. catena – ланцюг). Близькими до катенанів за структурними особливостями є ротаксани – хімічні з'єднання, в яких циклічне угрупування пронизує лінійний ланцюжок молекулярних фрагментів. Об'ємні молекулярні групи на кінцях ланцюжку виключають розпад молекули за рахунок уходу циклічного

фрагмента з ланцюга. Подібні структури, побудовані за принципом чисто механічного поєднання фрагментів, одержали назву молекул «без хімічного зв'язку». В основі їх синтезу лежала ідея самоорганізації структури молекули й аналогії з біологічними принципами синтезу великих молекул.

Саме молекули катенанів і ротаксанів стали основою прориву у створені молекулярних електронних схем, який відбувся на початку 2000-х рр. за ініціативою відомої американської фірми «Hewlett-Packard» і Каліфорнійського університету в Лос-Анжелісі. Для формування запам'ятовуючого пристрою на основі молекули ротаксану R (яка являє собою поліефірний ланцюжок, на який, як намистинка на струну, насаджений циклічний молекулярний фрагмент) була використана унікальна техніка, основана на технологічному принципі «знизу-вгору». В основу цієї техніки були закладені:

- так звана перехресна (crossbar) архітектура запам'ятовуючого пристрою;
- імпринт-літографія, що дозволяє формувати на поверхні підкладини елементи нанометрових розмірів;
- метод Ленгмюра-Блоджетт для формування мономолекулярних плівок орієнтованих молекул ротаксану R.

Для збирання запам'ятовуючого пристрою на підкладину із сформованою сукупністю електродів наносилася мономолекулярна плівка ротаксану, а над нею розміщувалася друга підкладина з електродами, перпендикулярними електродам першої сукупності. Природньо, що проведену роботу самі дослідники розглядають тільки як початок складних наукових і технологічних досліджень, які повинні призвести до промислового виробництва принципово нових цифрових обчислювальних пристроїв.

У 1996 р. після публікації перших результатів, керівник групи Каліфорнійського університету Джеймс Хіт розповів про особливості молекулярних схем, а саме [155, с. 117]:

- молекулярні схеми виконують ті ж самі функції, що й кремнієві, але у багато разів краще. Ці схеми набагато мініатюрніші, продуктивніші (швидші) і дешевші;

- в молекулярних схемах відсутні технологічні дефекти, які є істотною проблемою при виробництві напівпровідникових інтегральних схем;
- енергоспоживання молекулярних схем на порядки менше, ніж напівпровідникових.

В той же час, залишається достатня кількість складних проблем, зокрема оптимальна архітектура величезних масивів молекулярних елементів. Незважаючи на це, Хіт упевнений, що на початку другого десятиліття нашого століття з'явиться перший гібридний комп'ютер, в якому логічні елементи і елементи пам'яті будуть молекулярними.

У березні 1997 р. у США була створена Каліфорнійська молекулярно-електронна корпорація (California Molecular Electronics Corporation, CALMEC), засновниками якої стали провідні вчені в області розробки молекул, що перемикаються і проводять. Основною метою корпорації є перевірка концепцій побудови молекулярних пристроїв обробки інформації, створення прототипів пристроїв з їх наступним ліцензуванням і комерціалізацією за допомогою інших компаній. Висхідним «ноу-хау» корпорації було створення «хіроптицену» – молекули, що перемикається. Ця оптично активна молекула була не знайдена, а придумана. Її два оптичних ізомера – два стійких стани молекули – мають зворотно спрямовані дипольні моменти. Це дає можливість використовувати для перемикання електричні сигнали. Бар'єр між конформаціями достатньо великий для того, щоб виключити самовільні перемикання, що викликані випадковими флуктуаціями (хоча при цьому утруднюється перемикання електричним сигналом). Тому до структури молекули введено світлочутливе угрупування, а характеристики молекулярної системи обрані таким чином, щоб енергетичний бар'єр між конформаціями молекули у її збудженому стані був би значно меншим, ніж в основному стані. Таким чином, необхідне перемикання молекули відбувається за допомогою одночасного впливу світлового випромінювання і електричного поля. Смуга поглинання світлочутливого угрупування, структура якої є комерційною таємницею, співпадає з довжиною хвилі випромінювання He-Ne-лазеру. При такій схемі час перемикання лежить у фем-

тосекундному (10^{-19} с) діапазоні і хіроптицен є швидким елементом, що перемикається.

Голова корпорації CALMEC визначає перспективи використання хіроптицену таким чином:

- можливість створювати пристрої пам'яті ємністю порядку 16 Тбіт в об'ємі одного кубічного дюйма (це приблизно два трильйони одиниць даних). Розроблена молекулярна пам'ять зберігає в одному й тому ж об'ємі у 34 рази більшу інформацію, ніж сучасна напівпровідникова пам'ять;
- конструкція пристрою пам'яті надає можливість паралельного запису-зчитування даних. Вона дозволяє зчитувати мільйон біт інформації за одне зчитування з 2000 зчитувань на секунду, тобто досягати швидкості зчитування-запису порядку 2 Гбіт на секунду.

Дивовижні успіхи розробників як хіроптицену, так і пам'яті на основі ротаксану становить «вищий пілотаж» сучасних технологій. Але буде потрібен ще час і витрати, щоб ці пристрої з'явилися у продажу.

1.5. Застосування нанотехнологій і наноматеріалів у мікроелектроніці

Наносистеми являють собою у загальному вигляді розподілені середовища зі складними механізмами взаємодії на нанорівні. Саме ці механізми визначають процеси самозбирання або самоорганізації на рівні структури системи, які призводять до появи нових, виникаючих на макрорівні властивостей системи. У силу схожості принципів побудови і функціонування розподілених систем на різних рівнях структурної організації, а також виникаючих в них процесів і нових властивостей, виявляється і ряд аналогій між системами, побудованими на рівні нанорозмірів, і макроскопічними розподіленими системами.

Практичні результати нанотехнології дуже яскраво проявляються в галузі електроніки та інформаційних технологій, які використовуються: в якості сировини для виробництва пристроїв і компонентів (53%);

в якості матеріалів для обробки напівпровідникових пластин (34%); для створення інструментів і обладнання при виробництві електронних пристроїв і компонентів (7%); інше (6%) [42, с. 56].

У *табл. 1.9* наведено основні показники, що характеризують світовий ринок електронної промисловості [70, с. 209 – 211; 117].

Таблиця 1.9

Показники, що характеризують світовий ринок електроніки

Галузь	Обсяг ринку, трлн дол. США
Галузі промисловості, пов'язані з електронікою	15,0
Електронне устаткування	Більше 1,0
Напівпровідникові компоненти	0,205
Напівпровідникове виробниче устаткування	0,03
Матеріали для виробництва напівпровідників	0,02

Складено за [70, с. 209 – 211; 117].

При цьому середньорічні темпи зростання ринку електронної промисловості й пов'язаних з нею інших галузей становлять більше 7% на рік.

Існує кілька виправданих комерційних причин, що змушують усе більше зменшувати геометричні розміри устроїв, що наведено в *табл. 1.10* [158, с.12 – 14].

Таблиця 1.10

Причини, що змушують зменшувати розміри устроїв

Спосіб	Вигода для виробника
1	2
Зменшення розмірів транзисторів	Задана кількість транзисторів може розміститися на меншій площі, що дає можливість скоротити фізичні розміри чипа. Як наслідок, з однієї підкладки може бути зроблено більшу кількість чипів за умови одночасного формування всіх чипів на підкладці. Це веде до збільшення прибутку компаній, що випускають напівпровідникові пристрої

Закінчення табл. 1.10

1	2
Розміщення на одному чипі такого ж самого розміру більшої кількості транзисторів	При цьому на кристалі такого ж розміру, як і раніше, виробник може розмістити більшу кількість вузлів різної функціональності, що дозволяє виготовляти більш складні інформаційні системи (ІС) і продавати їх за більш високою ціною
Використання підкладок більшої площі	Чим більше діаметр підкладки (2002 р.– 6 дюймів, 2006 р.– 8 дюймів, 2009 р.– 12 дюймів, 2012 р.– 18 дюймів), тим дорожче їхня обробка, що пов'язане з необхідністю розробки або модифікації устаткування й більшою якістю хімікатів для обробки. Такий перехід на підкладки більшого діаметра дає можливість виробникам підвищувати свій дохід, дозволяючи збільшувати випуск напівпровідникових пристроїв

Складено за [158, с. 12–14].

Ці фактори змушують виробників напівпровідникових устроїв інвестувати значні кошти в розробку нових технологій і вдосконалювання виробничого устаткування, що дає можливість переходити від одного покоління ІС до іншого кожні 2–3 роки. І, як наслідок цього, за останні сорок років відбулося різке зниження собівартості кожного окремого транзистора у складі монолітного чипа: якщо в 1968 р. він коштував приблизно 2 дол. США, то в 2008 р. – уже менше нанодолара!

У *табл. 1.11* наведено Міжнародний мережевий графік технології напівпровідників (ITRS), довідкового документа, розробленого спільними зусиллями вчених різних країн, де представлено п'ятнадцятирічні перспективи розвитку напівпровідникової промисловості [158, с.12].

Таблиця 1.11

Міжнародний мережевий графік технології напівпровідників (ITRS)

Рік виробництва	2001	2004	2007	2010	2013	2016
Розмір технологічного вузла, нм	130	90	65	45	32	22
Енергія на одне перемикання, фемтоДж	н. д.	0, 137	0,076	0,015	0,007	0,002

Складено за [158, с. 12].

Нанотехнології в електроніці – це й нові, ще більш швидкісні і надійніші методи обробки, передачі і зберігання інформації як на основі квантових ефектів (спінтроніка, фотоніка, плазмоніка, квантові обчислення), так і на основі нових технологій (самозбирання в його різноманітних реалізаціях, молетроніка (молекулярна електроніка), активні й пасивні елементи (транзистори, катоди, міжз'єднання) наноелектроніки, пристрої для зберігання інформації, а також на основі нанопродуктів (оптоелектроніка, органічна оптоелектроніка, міжз'єднання тощо).

Найбільш реально очікуване й найефективніше практичне застосування нанотехнології повинні одержати в галузі нанозапису і зберігання інформації, оскільки комп'ютерна пам'ять заснована на тому, що біт (одиниця інформації) задається станом середовища (магнітного, електричного, оптичного), у якому записується інформація. На поверхні можна реалізувати ситуацію, при якій 1 біт буде записаний у вигляді скупчення, наприклад, 100 або 10 атомів. Внаслідок дії різних факторів (геометричних і фізичних) разом зі зменшенням розмірів (підвищенням компактності) устроїв значно зменшується і тривалість протікання різноманітних процесів у конкретній системі, тобто зростає її потенційна швидкодія (у сучасних комп'ютерах швидкодія становить близько 1нс, а при застосуванні ряду наноструктур відкривається потенційна можливість скорочення часу на кілька порядків!). При подальшому скороченні розмірів у поводженні електронів починають переважати властивості хвилі, а не частки. Вступають у дію закони квантової динаміки, на зміну бітам приходять квантові біти [94, с. 101 – 107].

Еволюційна наноелектроніка дозволить і в подальшому звільняти розумову і фізичну працю від рутинної і обіцяє нові можливості для індустрії відпочинку. А революційна наноелектроніка, що заснована як на збиранні структур «знизу – вгору», так і на нових, таких, які ще не використовуються, принципах обробки інформації (квантові комп'ютери, фотоніка тощо), виведе комп'ютеризацію світу на якісно новий ступінь, який можна порівняти зі зміною арифмометрів на обчислювальні машини [166, с. 56].

В рамках масштабного аналітичного дослідження «Маркетинговий аналіз ринку нанопродуктів», проведеного російськими фахівцями на

замовлення Федеральної агенції з науки та інновацій в рамках Федеральної цільової програми «Розвиток інфраструктури наноіндустрії в Російській Федерації на 2008 – 2010 рр.» [166], було розроблено класифікацію секторів ринку нанопродуктів, а також виконано аналіз обсягів продажів первинних нанопродуктів на світовому ринку у 2009 р., який склав 22,7 млрд дол. При цьому криза скоротила продажі на 16 % відносно до передкризових обсягів у 27,9 млрд дол. Основний обсяг ринку сформували продажі наноматеріалів (10,1 млрд дол.), серед секторів – «Обробна промисловість» (4,0 млрд дол.), «Енергетика» (3,9 млрд дол.), «Медицина і біотехнологія» (2,6 млрд дол.), а також «Спеціальне обладнання і приладна база» (2,6 млрд дол.). З урахуванням динаміки, що складується, рейтинг секторів за обсягами продажів та в найближчий перспективі у 2009 – 2014 рр. збережеться, що показує *табл. 1.12* [166, с. 61], при цьому найбільше зростання очікується в електронній промисловості, що, можливо, перемістить цей сектор з останньої рейтингової позиції.

Таблиця 1.12

Рейтинг секторів світового ринку нанопродуктів за обсягами продажів у 2014 р. (млн дол.) і за темпами росту до 2014 рр. (%)

Сектор ринку нанопродуктів	Обсяг продажів у 2014 р., млн дол. США	Середньорічне зростання у 2009 – 2014 рр., %
Наноматеріали	16 702,9	10,6 (3)
Обробна промисловість та інші застосування	6 396,4	10,1 (4)
Енергетика	6 028,6	9,2 (5)
Медицина і біотехнології	4 642,3	12,1 (2)
Електроніка та ІКТ	1 750,8	26,2 (1)
Усього	35 521,0	

Складено за [166, с. 61].

З урахуванням представлених пріоритетів усі застосування нанотехнологій до сектору «Електроніка і інформаційні технології» можна згрупувати в чотири сегменти, які наведені в *табл. 1.13* [166, с. 57].

Таблиця 1.13

Основні сегменти ринку нанотехнологій у сфері «Електроніка та інформаційні технології» відповідно до галузі застосування

Магнітні матеріали	Оптоелектроніка	Електроніка	Нанотехнологічні інструменти для електроніки
• магніторідинне ущільнення; • магнітні запам'ятовуючі пристрої; • магнітні нанокомпозити	• виробництво оптичних волокон; • нанолюмінофори для світлодіодів та вдосконалених дисплеїв; • квантові оптичні пристрої; • плазмоніка	• хіміко-механічна планаризація (ХМП); • багатошарові керамічні конденсатори; • атомно-пошарове осадження; • квантові обчислення	• наноманіпулятори; • ближчепольові оптичні мікроскопи; • інструменти для обробки наночастинок • вдосконалені інструменти для нанолітографії

Складено за [166, с. 57].

У *табл. 1.14* наведено структуру і динаміку сектора «Електроніка та ІКТ» у розрізі ринкових сегментів у 2009 р. і у 2014 р. (за прогнозними оцінками) [166, с.156].

Таблиця 1.14

Структура і динаміка сектору «Електроніка та ІКТ» у розрізі ринкових сегментів у 2009 р. і 2014 р.

Сегмент	Обсяг у 2009 р., млн дол.	Обсяг у 2014 р., млн дол.	Середньорічне зростання у 2008–2014 рр., %
Усього, в тому числі	528,5	1750,8	26,2
Електроніка	445,8	1537,4	18,0
Магнітні матеріали	61,0	31,0	- 14,6
Оптоелектроніка	21,6	182,4	53,3

Складено за [166, с. 156].

З табл. 1.12 та табл. 1.14 видно, що в період із 2009 до 2014 р. сектор «Електроніка та ІКТ» – це найбільший індустріальний сегмент

ринку нанопродуктів [166, с. 157]. З 2009 до 2014 р. застосування нанопродукції у цьому секторі (без урахування наноелектроніки) у вартісному відношенні збільшиться практично в 4 рази (з 2,2 млрд дол. до 8,1 млрд дол.). Найбільші темпи зростання нанозастосувань покаже сегмент «Оптоелектроніка» (53,3 %). До 2014 р. частка сегменту «Оптоелектроніка» збільшиться, але тим не менш основну частку ринку будуть займати нанотехнологічні інструменти для електроніки; середні темпи росту сектора в цілому складає 26,2 %, а без урахування сегменту «Нанотехнологічні інструменти для електроніки» – 7,5 %.

У *табл. 1.15* приведені приклади використання в електроніці та ІКТ наноматеріалів, що вже сьогодні знаходяться у комерційному виробництві і представлені на ринку, у чотирьох основних індустріальних секторах [166, с. 68 – 71; 309], а також (у *табл. 1.16*) подано прогноз виходу на стадію комерційного застосування в електроніці наноматеріалів, що знаходяться у стадії розробки в період 2009 – 2015 рр. [166, с. 73 – 81; 117].

У *табл. 1.17* також наведено сьогодення й майбутнє у застосуванні наночастинок в електроніці [93, с. 54 – 56; 117].

Поєднуючи прогнози, складені фахівцями з промислового розвитку, і тенденцій зміни ринку, були одержані оцінки на майбутнє по різних видах товарів, послуг і стану ринку.

За прогнозом американської наукової інноваційної мережі *Nanotechnology News Network, до 2040 р. очікуються такі тенденції* розвитку комп'ютерної техніки й електроніки на основі *нанотехнологій, наведені в табл. 1.18* [62].

Отже, сьогодні інформаційні технології виступають локомотивом розвитку провідних країн світу і є одним з основних факторів їх конкурентоспроможності. Але конвергенція та інтеграція нано-, біо-, інфо- і когнотехнологій фантастично розширюють можливості як самих інформаційних технологій, якісно змінюючи їх спрямування і напрями застосування, так і створюючи фантастичні можливості для розвитку інших сфер науки і технологій.

Таблиця 1.15

Приклади застосування в електроніці та ІКТ наноматеріалів, представлених на світовому ринку

№ з/п	Сектор	Типи наноматеріалів				
		Нанорозмірні плівки і покриття нанорівня	Тверді наночастинки	Наноструктурні монолітні матеріали	Полінаночастинки	Нанокомпозити
1	Електроніка та інформаційно-комунікаційні технології	• OLED – органічні світлодіоди для пласких панельних дисплеїв; • тонкі плівки наноалюмінію для оптичного запису інформації; • тонкі плівки зі сплавів Cr і Co для жорстких дисків і голівок при запису й зберіганні інформації («вічні носії»); • тонкі плівки оксиду заліза і алюмінію для магнітного запису інформації високої щільності; • діоксид кремнію для оболонки оптоволоконних кабелів; • тонкі плівки полімеру для діелектричних покриттів LOW-K; • метали і оксиди, що проводять, для покриттів в екранах променевих трубок та їх корпусів в електроніці	• кольорові барвники, чорнила й пігменти (фарби для струминних принтерів, що не забруднюють друкувальну голівку); • діоксид кремнію, оксид алюмінію і суміші на основі діоксиду кремнію для полірування жорстких дисків в ІТ; • оксид заліза для суспензій і феромагнітних рідин для акустичних систем і жорстких дисків в електроніці	–	• вуглецеві нанотрубки для наконечників зондів мікроскопів, що сканують (зондова мікроскопія)	–

Складено за [166, с. 68–71; 117].

Таблиця 1.16

Прогноз виходу на стадію комерційного застосування в електроніці та ІКТ наноматеріалів, що знаходяться у розробці

№ з/п	Тип наноматеріалу	Найменування наноматеріалу	Роки						
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Тверді наночастинки	Рідкоземельні нанолюмінофори (FED / SED) для пласкопанельних дисплеїв	➢			•		✓	
		Наночастинки металів, для компактних оптичних схем плазмоніки		➢		•		✓	
2	Полінаночастинки	Вуглецеві нанотрубки, наноконуси для пристроїв на основі польової емісії (рентгенівські апарати, плоскопанельні дисплеї)	•	✓					
		Вуглецеві нанотрубки для пристроїв універсальної комп'ютерної пам'яті	➢	•	✓				
		Вуглецеві нанотрубки для напівпровідників і чипів, що збільшують тактову частоту	+	➢		•		✓	
		Вуглецеві нанотрубки для напівпровідників	+	➢			•	✓	
3.	Нанокомпозити	Матриця органічного полімеру / діоксид кремнію або титану для підсумовуюче-розгалуджуючих фільтрів	➢	•	✓				
		Квантові точки (сульфід свинцю, селеніт свинцю) для оптичних перемикачів	+	➢			•	✓	
		Діоксид кремнію, що легований ербієм / кремній для оптоволоконних підсилювачів	➢	•	✓				
		Ніобат літію, танталат літію для оптичних модуляторів при передачі сигналів по оптоволоконним кабелям	+	➢		•		✓	

+ фундаментальні дослідження і розробки; ➢ прикладні дослідження і розробка технології;

• дослідні зразки та їх застосування; ✓ початок комерційного виробництва і вихід продукції на ринок

Складено за [166, с. 73 – 81; 117].

Таблиця 1.17

Сьогодення й майбутнє у застосуванні наночастинок в електроніці

№ з/п	Галузь застосування	У розробці	На ринку	Добре вивчено
1	Електроніка	◆ магнітні наночастки для створення запам'ятовуючих пристроїв високої щільності зберігання інформації; ◆ захист від електромагнітних перешкод з використанням провідних і магнітних матеріалів; ◆ електронні схеми на основі Cu, Al; ◆ технології відображення з використанням устроїв автоелектронної емісії на основі провідних оксидів	◆ феррорідини на основі магнітних матеріалів; ◆ оптико-електронні устрої: комутатори на основі кераміки, легованої рідкоземельними елементами; ◆ провідні покриття й тканини на основі кераміки, легованої рідкоземельними елементами	◆ керуючі мікропроцесори на основі алюмінію й двоокису церію; ◆ покриття й супутні матеріали для волокон на основі Si

Складено за [93, с. 54–56; 117].

Таблиця 1.18

Прогноз розвитку комп'ютерної техніки і електроніки на основі нанотехнологій до 2040 р.

Наступне десятиліття (2010–2020 рр.)	Недалеке майбутнє (2030–2040 рр.)
◆ ДНК – комп'ютери; ◆ мініатюризація електронних компонентів; ◆ бездротові комунікації; ◆ глобальні мережі; ◆ перетворювачі енергії; ◆ засоби візуалізації; ◆ побутові мікрокомп'ютери, що вбудовуються; ◆ наносенсори; ◆ НЕМС-електроніка	◆ нанороботи, що самореплікуються; ◆ адаптивна електроніка; ◆ штучний інтелект; ◆ надшвидкодіючі системи; ◆ механокомп'ютери, засоби об'ємного зберігання даних

Складено за [62].

Період диференціації знань, роздріблення наукових дисциплін на усе більш мілкі і спеціальні розділи відходить у минуле. Розвиток ІКТ і нанотехнологій потребує синтезу знань, накопичених, зокрема у фізиці, хімії, біології, когнітивних та інформаційних науках. Процес конвергенції невідворотній, логічно обґрунтований і практично необхідний. Природа єдина, усі структурні рівні матерії пов'язані і проникнуті дією універсальних законів. І високі технології XXI століття – NBIC-технології – також засновані на загальних принципах.

Наддисциплінарний характер ІКТ і нанотехнологій примушує по-новому поглянути на процеси організації і змісту освіти на усіх рівнях. Фізика, хімія і біологія інтегруються з медициною й екологією. У своїх пошуках і розробках вони мають все більше порівнювати свої задачі і засоби з морально-етичними принципами і нормами. В результаті це повинно сформувати нове мислення – «скрізне» – крізь усі ієрархічні рівні організації матерії і відповідальне за соціальні наслідки будь-якої діяльності в масштабі лабораторії, регіону, країни, світу. Для того, щоб це стало реальністю, необхідно налагодити діалог вчених і суспільства, в тому числі представників природно-технічних наук із соціально-гуманітарними, а потім і з освітнім середовищем, політиками, бізнес-середовищем і суспільством у цілому. У цьому – залог суспільної згоди і поступового розвитку соціально-економічної і духовної сфери.

За великим рахунком, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій у поєднанні з нано-, біо- і когнотехнологіями – це не тільки технологічний прорив у майбутнє, але й поєднання інтелекту і красоти, натхнення і точного розрахунку, творчості і майстерності. Інформаційні технології в рамках NBIC-конвергенції змінять побут, соціальну стратифікацію суспільства, перетворять суспільні відношення, прискорять соціально-економічний розвиток, поставлять нові морально-етичні проблеми і загострять старі, наповнять життя новим задачами, турботами і сенсом, змінять світосприйняття мільйонів, відношення до свого біологічного і соціального коріння і целей існування.

Вибуховий прогрес NBIC-технологій за останні десять років дуже швидко змінює стан розвитку інформаційного суспільства в Україні. Автори вважають за доцільне продовження досліджень тенденцій розвит-

ку ІКТ в Україні, а також створити в Україні систему довгострокового прогнозування і стратегічного планування науково-технічного і інноваційного розвитку. При цьому, перш за все, необхідно оцінити наявність в Україні проривних досліджень і розробок в області NBIC-технологій, а також визначити їх вплив на інформаційно-комунікаційні технології та створення ІТ-суспільства, а також їх вплив на економічний розвиток країни.

Основою стратегічного планування науково-технічного та інноваційного розвитку повинні бути цільові програми, які забезпечать ефективне використання виділених коштів на реалізацію проектів різної значущості: національних, регіональних або локальних. Сполучення програмно-цільового і проектно-орієнтованого підходів забезпечить практичне втілення цільових програм по кожному з пріоритетних напрямів науково-технічного та інноваційного розвитку.

Висновки до розділу 1

1. Сьогодні практично всі розвинені держави світу (США, країни Євросоюзу, Японія, Південна Корея, Китай, Індія і Росія) вбачають у нанотехнологіях (N), біотехнологіях (B), інформаційних (I) та когнітивних (C) технологіях (або NBIC-технологіях) чи не головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити в недалекому майбутньому основні глобальні проблеми людства, а саме: депопуляція і старіння населення; нестача продовольства; екологічні проблеми і захист навколишнього середовища; вичерпання природних ресурсів і нова енергетика; перехід до нового технологічного укладу.

2. Конвергенція NBIC-технологій є основою створення «проривних» інноваційних технологій XXI століття і дає змогу значно прискорити розвиток соціальної сфери і підняти її на якісно новий рівень. До науково-дослідних робіт у цій сфері відносять розробку суперкомп'ютерів, квантових і біокомп'ютерів, які в перспективі повинні замінити існуючі технологічні платформи на базі кремнієвих технологій.

Широке використання наприкінці XX століття у сфері зв'язку й обробки інформації комп'ютерів, Інтернету, мобільних телефонів, цифрових технологій і техніки зробило зберігання, обробку й передачу інформації в рази дешевше. І сьогодні *інформаційні технології* виступають локомотивом розвитку провідних країн світу і, за визначенням фахівців, є основою їх конкурентоспроможності.

3. Саме інформаційно-комунікаційні технології заклали основу розвитку так званих «глобальних» технологій, які так само, як і нано-, біо- і когнотехнології внаслідок своїх масштабів охоплюють більшість країн і більшість галузей економіки і соціального життя. Глобальні технології розповсюджуються не тільки на економіку окремо взятих країн і континентів, але й безпосередньо на індивідуума і в цілому на населення багатьох країн світу. В той же час глобальні технології, які є за своїм походженням і змістом інноваційними технологіями, є такими, що стимулюють світову економіку і процес глобалізації, можуть привести до уніфікації когнітивного потенціалу людства, до стандартизації його свідомості. Тому така інноваційна економіка XXI століття або, як її називать деякі авторитетні фахівці, NBIC-цивілізація, потребує комплексного вивчення і розуміння як науково-технологічних змін, так і інтелектуально-духовних наслідків з урахуванням особливостей розвитку кожної країни.

4. При проведенні технологічного прогнозування (на найближчі 20 – 30 років), стратегічного планування, науково-технічної політики та інвестування стало чітко визначеним, що людство, яке вже пережило *комп'ютерну* революцію останньої третини XX століття та *біотехнологічну* революцію останнього десятиліття минулого століття, сьогодні знову стоїть перед глобальними технологічними перетвореннями, наслідки яких будуть ще масштабнішими і якісно новими. Бурхливий прогрес на початку XXI століття *нанотехнологій*, а також *когнітивної* науки оцінюється багатьма вченими як початок нової наукової революції. Нанотехнології та ІКТ стають з'єднуючою ланкою між іншими революційними технологічними напрямами і дозволяють одержати якісно нові можливості від *конвергенції* цих напрямів і розвитку кожного з них для усіх сфер суспільного життя.

5. Протягом другої половини XX століття обчислювальна техніка йшла шляхом *постійного нарощування інформаційної потужності* при збереженні основних принципів побудови електронних обчислювальних пристроїв і неухильного вдосконалення елементної бази, що реалізовувала ці принципи. В той же час, вирішення інформаційних задач, необхідних для розуміння процесів, що відбуваються у великих динамічних системах, і управління ними, стало перепоною для цифрових обчислювальних машин з архітектурою фон Неймана внаслідок високої обчислювальної складності таких задач.

6. На початку 90-х рр. все зростаюче значення інформаційного забезпечення великих динамічних систем зробили актуальним переконання провідних вчених, що *подальший розвиток концепції обчислень піде шляхом імітації стилю обробки інформації людським мозком*.

7. Альтернативою гонці «обчислювальна складність задачі – продуктивність ЕОМ» став *нейромережевий підхід до обробки інформації*. Надзвичайна властивість нейронної мережі стоїть в тому, що *обробка інформації здійснюється одночасно усіма нейронами мережі*, тобто з грандіозним паралелізмом, що не йде у порівняння зі ступенем паралелізму навіть сучасних напівпровідникових багатопроцесорних ЕОМ. В основі нейромережевого підходу лежать біологічні принципи обробки інформації і, перш за все, загальні принципи функціонування кори головного мозку.

8. Відомі *біологічні системи з архітектурою нейронних мереж* побудовані з висхідних молекулярних фрагментів, якісно відмінних від напівпровідникових елементів (транзисторів). Основними особливостями цих систем є: структурна надлишковість молекулярного об'єкта по відношенню до його функцій; функціональна надлишковість, коли зміна динамічних характеристик системи в достатньо широких межах не приводить до якісних змін динаміки, тобто переходу до іншого режиму. У загальному випадку структурна і (або) динамічна надлишковість елементів (молекулярних фрагментів), вихідних для побудови інформаційно-логічних систем, є основою їх мінливості. А це, у свою чергу, повинно лежати в основі еволюційного відбору. Тому з таких вихідних елементів можуть бути, в принципі, побудовані *інформаційно-*

логічні пристрої, що поступово навчаються найбільш ефективному вирішенню задачі в процесі самого рішення.

9. Одним з найбільш важливих різновидів природних об'єктів, що мають високу складність поведінки і проявляють цілеспрямовані дії, є *розподілені (безперервні і дискретні) системи*. Саме вони залучають до себе увагу в останні роки як перспективна основа створення *ефективних біологічно-вмотивованих засобів обробки інформації*. У цьому випадку обробка інформації відбувається у кожній фізичній точці середовища, що приводить до високого ступеню паралелізму, не порівняному з можливостями побудови паралельних обчислень на базі цифрових дискретних процесорів.

10. *Самоорганізація* відіграє визначальну роль у пристроях, що реалізують біологічні принципи обробки інформації на різних рівнях їх складності. Термін «самоорганізація» широко використовується в останні роки для того, щоб описати і пояснити схожі явища у фізичних, хімічних, біологічних і навіть економічних і соціологічних системах. *Самоорганізація* – це явище самовільного утворення структури у різних за своєю фізичною природою системах. Під *самовільним виникненням структури* розуміють появу упорядкованого стану у первісно випадковому розподілі компонентів системи без видимого зовнішнього впливу.

11. *Реакційно-дифузійні середовища* мають практично усі характеристики, необхідні для того, щоб на їхній базі будувати пристрої, які мають високу складність поведінки, спроможні до навчання і вирішення задач високої обчислювальної складності. *Реакційно-дифузійний процесор* являє собою складну динамічну систему, в якій з хімічного середовища змінного і навіть одного й того ж складу можуть бути сформовані підсистеми, що виконують різні за своїм характером операції. Формування їх відбувається за рахунок процесів самоорганізації середовища, які ініціюються керуючими впливами. Дифузійні взаємодії можуть поєднувати окремі підсистеми, зв'язуючи їх в єдиний інформаційно-логічний пристрій. Продуктивність реакційно-дифузійного пристрою визначається не підвищенням швидкодії елементів (мікромініатюризацією схем), а ускладненням динаміки пристрою, яка приводить до підвищення логічної складності елементарних операцій. Продовженням цього

підходу повинно бути створення багаторівневих середовищ з високою складністю поведінки.

12. Порівняння інформаційних характеристик фон-нейманівського комп'ютеру, мозку і *реакційно-дифузного пристрою* дозволяє зробити висновок, що РДП істотно ближче до мозку, ніж до цифрового пристрою (навіть якщо цифровий пристрій реалізований на рівні звичайної багатопроцесорної паралельної системи). Мозок за своїми інформаційними характеристиками незрівнянно багатше, ніж будь-який штучний пристрій. Але дивна схожість інформаційних характеристик розподілених систем, які функціонують на основі нелінійних динамічних механізмів, дозволяє припустити, що *можуть бути створені пристрої, які імітують функції мозку*, хай навіть у якихось обмежених областях інтелектуальної активності мозку.

13. Розробка *пристроїв на основі бактеріородопсину* дозволила створити об'ємну пам'ять. Малі терміни життя інтермедіатів бактеріородопсину і паралельна одночасна обробка інформації на сторінці призводять до того, що час запису зчитування може бути доведено до кількох десятків Гбіт/сек. Оцінки також показують, що в об'ємі 3 см^3 може зберігатись гігантська інформація, обсягом у сотні гігабайтів. В той же час, це технічно складний електронно-оптичний пристрій, що включає в себе декілька лазерів з випромінюванням у різних областях спектру. Створення такої системи являє собою найскладнішу наукову і технічну задачу, і тому до теперішнього часу основні рішення відпрацьовуються на діючих макетах з невеликою ємністю пам'яті.

14. Дослідження 90-х рр. наблизили промислове використання молекулярних середовищ в обчислювальній техніці. Зокрема, *молекули катенанів і ротаксанів* стали основою прориву у створенні молекулярних електронних схем, який відбувся на початку 2000-х рр. В основі їх синтезу лежала ідея самоорганізації структури молекули і аналогії з біологічними принципами синтезу великих молекул. Крім того, створення «*хіроптицену*» – оптично активної молекули, що перемикається, дає можливість використовувати її для перемикання електричних сигналів у фемптосекундному часовому діапазоні.

15. В той же час, для широкого використання молекул катенанів, ротаксанів, хіроптицену та інших подібних штучних сполук залишається достатня кількість складних проблем, зокрема забезпечення оптимальної архітектури величезних масивів молекулярних елементів. Незважаючи на це, фахівці упевнені, що до 2020 р. з'явиться перший *гібридний комп'ютер, в якому логічні елементи і елементи пам'яті будуть молекулярними*.

16. Сьогодні нанотехнології являють собою одну з *основних тенденцій розвитку науки й техніки* і суспільного прогресу взагалі. Специфіка явищ і процесів, які відбуваються при переході до нанотехнологій, пов'язана із проявом квантових фізичних законів і хвильовою природою мікрочастинок, коли властивості речовин і матеріалів, створених наноелементами, обумовлені не тільки зменшенням структурних елементів, але й хвильовою природою перенесення й домінуючою роллю поверхонь розділу. Як наслідок, *людство вступає в таку «виробничу» сферу, де зникає межа між живою й неживою природою*.

17. Нанотехнологічні інноваційні розробки обіцяють виникнення великої кількості проривних бізнес-проектів, які можуть «підірвати» соціальну рівновагу і одночасно дозволять людству «привести» речовину до якогось коду, що піддається впливу і змінам. У найближчому майбутньому людству доведеться пережити *період бурхливого, експоненціального зростання нових технологій*, пов'язаного зі злиттям цілого ряду традиційних наук (особливо біології, інформатики тощо) та їхнього *взаємного синергетичного збагачення*.

18. Нанотехнології значно відрізняються від інших «хвиль» технічного прогресу, оскільки вони пов'язані із суттєвою зміною парадигм розвитку і створюють не тільки нові товари, але й нові потреби або ринки, одночасно обіцяючи суттєво скоротити вартість товарів і підвищити їхню якість. Поки що більшість сфер застосування нанонауки припадає на *інформаційну, побутову, медичну, енергетичну і сільськогосподарську галузі*.

Сьогодні сектор «*Електроніка та ІКТ*» – це *найбільший індустріальний сегмент ринку нанопродуктів.* З 2009 до 2014 р. застосування

нанопродукції у цьому секторі у вартісному відношенні збільшиться практично в 4 рази (з 2,2 млрд дол. до 8,1 млрд дол.). Найбільші темпи зростання нанозастосувань покаже сегмент «Оптоелектроніка» (53,3 %). До 2014 р. частка сегменту «Оптоелектроніка» збільшиться, але тим не менш основну частку ринку будуть займати нанотехнологічні інструменти для електроніки; середні темпи росту сектора в цілому у складних відсотках складає 26,2 %, а без урахування сегменту «Нанотехнологічні інструменти для електроніки» – 7,5 %.

19. Сьогодні інформаційні технології виступають локомотивом розвитку провідних країн світу і є одним з основних факторів їх конкурентоспроможності, але *конвергенція й інтеграція NBIC-технологій значно розширюють можливості як самих інформаційних технологій*, якісно змінюючи їх спрямування і напрями застосування, так і створюючи фантастичні можливості для розвитку інших сфер науки і технологій.

РОЗДІЛ 2

ВПРОВАДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВНІ РОЗРОБКИ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ

2.1. Реалізація державних програм інформатизації та створення інформаційного суспільства в Україні в 1999 – 2013 рр.

2.1.1. Напрями державної політики та програмні заходи з розвитку ІКТ в Україні. Виконання державної програми інформатизації

Україна вже практично вичерпала себе як країна – постачальник дешевої робочої сили з переважно низькотехнологічною, енерговитратною промисловістю. В той же час, вона має шанс для прориву на ринку інформаційних технологій завдяки накопиченому інтелектуальному потенціалу. Фахівці НАН України визначили поряд з об'єктивними причинами (тривала світова фінансова і економічна криза, загострення кризи в Україні і низький рівень доходів населення) негативні фактори і проблеми інституційного характеру, що перешкоджають сьогодні розвитку ІКТ в економіці України (*табл. 2.1*) [87, с. 337 – 338].

Таблиця 2.1

Негативні фактори та проблеми, що перешкоджають розвитку ІКТ в економіці України

Негативні фактори	Інституційні проблеми
1	2
Непослідовна політика регулювання галузі зв'язку та інформаційних технологій	Низький рівень розвитку механізмів залучення фінансування: нерозвиненість венчурного фінансування стримує появу та розвиток нових ІКТ-компаній, впровадження і комерціалізацію нових ІКТ-продуктів
Державна політика не створює стимулів та умов для інвестування в ІКТ	
Урядом не вироблено спільного бачення цілей розвитку сектора	
Затягування та вкрай непрозора приватизація державної телекомунікаційної монополії «Укртелеком»	Недостатній рівень розвитку і доступності телекомунікаційної інфраструктури гальмує розвиток малих і середніх підприємств

Закінчення табл. 2.1

1	2
Ключові підприємства галузі не досягли належного рівня ефективності	галузі, перешкоджає їхньому виходу на світовий ринок та розвитку відносин із зарубіжними партнерами
За умов прискореного розвитку технологій затримується процес ухвалення державних рішень	Невідповідність системи підготовки професійних кадрів у сфері ІКТ світовим стандартам призводить до дефіциту кадрів необхідної кваліфікації (особливо спеціалістів середньої ланки та керівників проектів інформатизації), неможливості ефективної конкуренції українських спеціалістів із спеціалістами інших країн
Нерозвиненість базового законодавства у сфері ІКТ стримує попит і пропозицію на ринку ІКТ. Чинне законодавство потребує узгодження змісту правових норм з положеннями українського цивільного законодавства з урахуванням можливостей нових інформаційних технологій	
Фактори, що стримують розвиток внутрішнього ринку, які обумовлені низьким попитом на ІКТ з боку основних груп споживачів: держави, населення, підприємств	Відсутність ефективних механізмів застосування законодавства про захист інтелектуальної власності призводить до втрати доходів українських виробників і є важливою перешкодою для створення в Україні великими міжнародними компаніями власних центрів досліджень і розробок
Фактори, що обмежують експорт ІКТ: ◆ значна кількість документів, яка потрібна для оформлення експортних операцій, що приводить до затримок і зростання витрат компаній, стимулюючи виведення експорту за кордон (наприклад, через відкриття офісів в іншій країні); ◆ відсутність інформації у іноземних компаній про послуги, що надаються українськими підприємствами сфери ІКТ, і у більшості випадків неможливість проведення ними оцінки якості українських компаній відповідно до міжнародних систем сертифікації	

Складено за [87, с. 337–338].

Крім того, серед причин такого низького рівня розвитку ІКТ в Україні фахівці визначають такі:

- бізнес і споживачі в Україні завдяки Інтернету знайшли зручну форму для обміну гроші – товар, але без участі електронних платежів, що є обов'язковим елементом класичного електронного бізнесу (як наслідок, електронного бізнесу, що статистично вимірюється, в Україні фактично немає, але купують та продають за допомогою Інтернету чимало);
- існування в паралельній реальності, з *одного боку*, сотень аутсорсингових фірм та окремих груп розробників, що на свій острах та ризик виробляють якісний програмний продукт і одержують (наприклад, у банкоматах Польщі) зарплату готівкою, яку везуть у кейсах в Україну, а з *другого боку*, існування різноманітних державних і національних програм інформатизації, за виконання яких теж одержують зарплату, хоча й набагато нижчу;
- специфіка української освіти й науки, коли поряд з Інститутом кібернетики та декількома поважними кафедрами в старих політехнічних інститутах існує сила-силенна «районних масачусетсів» та «філій університетів», в яких і дотепер вивчення інформатики має теоретичний характер, а кількість зареєстрованих патентів наближається до нуля.

Як наслідок, Україна за розвитком інформаційного суспільства в чотири рази відстає від провідних країн, суттєво відстає від Росії, Казахстану, Білорусі й інших країн СНД, але при цьому входить до п'ятірки країн, найбільш привабливих із погляду аутсорсингових послуг [87]. Тому для України вкрай актуальним є необхідність проведення скоординованої державної політики, спрямованої на зняття перешкод і забезпечення державної підтримки розвитку ІКТ в Україні.

Уряди всіх високорозвинених країн світу, розглядаючи впровадження ІКТ як критично важливий фактор економічного розвитку, розробили і реалізують відповідні національні програми розвитку цієї сфери. Так, у США – це програма «національна інформаційна інфраструктура», у Канаді і Великобританії – «інформаційна магістраль», у ЄС, Франції, Німеччині, Австрії, Ірландії – «інформаційне суспільство», у Японії – «інформаційна інфраструктура», у Росії – «електронна Ро-

сія», які є одним з найвпливовіших і найскладніших механізмів державного регулювання. При цьому ефективність вказаних програм залежить від якості їх інформаційного та наукового забезпечення [87, с. 350].

Фахівці НАН України сформулювали основні напрями державної політики та необхідні програмні заходи розвитку ІКТ в Україні, наведені в *табл. 2.2* [87, с. 339 – 340].

Одним з перших у незалежній Україні офіційних документів, спрямованих на створення електронного уряду, був Указ Президента України № 186 за 1993 р. «Про державну політику інформатизації України».

За ним йшов Указ Президента «Про створення Національного агентства з питань інформатизації» при Президентові України – першого функціонального (на відміну від галузевих) органу центральної виконавчої влади, перед яким, зокрема, ставили завдання розробки національної програми інформатизації, яку й було ухвалено Верховною Радою у 1998 р. На жаль, одразу ж після цього агентство розформували [389].

Прогресивність і особливість розроблених і прийнятих базових законів про Концепцію національної комплексної системи зв'язку та Національну програму інформатизації на 2000 – 2005 рр. були в тому, що вона мала на меті здійснити на ранніх стадіях розвитку інформаційного суспільства поступовий перехід до суспільства знань і забезпечити при цьому генерацію та обробку інформаційних ресурсів на всіх рівнях інфраструктури інформатизації і комп'ютерно-телекомунікаційного середовища. До кінця 2013 р. Національна програма інформатизації була головним інструментом реалізації української державної політики інформатизації, якою було визначено стратегію розв'язання проблеми забезпечення і інформаційних потреб та інформаційної підтримки соціально-економічної, екологічної, науково-технічної, оборонної, національно-культурної та іншої діяльності у сферах загальнонаціонального значення.

Національна програма інформатизації (НПІ) – це комплекс взаємопов'язаних окремих завдань (проектів) інформатизації, спрямованих на реалізацію державної політики та пріоритетних напрямів

Таблиця 2.2

Основні напрями державної політики та необхідні програмні заходи розвитку ІКТ в Україні за пропозицією фахівців НАН України

Напрями державної політики розвитку ІКТ		Програмні заходи уряду
Розвиток конкурентоспроможності товарів і послуг сфери ІКТ	**Створення споживчого ринку на продукти ІКТ**	**Заходи**
1	**2**	**3**
Формування національної стратегії, міжнародної та внутрішньої політики, сприятливої законодавчої, суспільної, економічної атмосфери в галузі ІКТ	Забезпечення потенційної можливості доступу населення до ІКТ завдяки об'єднанню зусиль державного та приватного секторів економіки	Розробка системи моніторингу в галузі ІКТ, формування загальнонаціональних статистичних показників ІКТ, що гармонізуються з міжнародними методиками (WB, OECD, CEC, Harvard CID тощо)
Поліпшення якісних характеристик вітчизняних товарів і послуг сфери ІКТ	Сприяння збільшенню різноманітності й кількості послуг для населення і бізнесу, що надаються за допомогою ІКТ	Створення узагальненого стану системи показників ІКТ за даними основних джерел інформації (міністерств, Держкомстату, Держкомзв'язку, експертних оцінок інших суб'єктів ринку ІКТ)
Якісні перетворення в освіті з можливістю отримання для всіх безперервної освіти	Створення робочих місць, пов'язаних з інтенсивним використанням знань в ІКТ	
Створення конкурентного ринку Інтернет-послуг, зниження цін і тарифів на ці послуги, їх диференціація, поширення цього ринку по всій території країни	Розширення використання Інтернет для освіти (перш за все, дистанційного та післядипломного навчання), збільшення частки учбових ресурсів в електронному форматі	Створення загальномережевої системи з обов'язковим доступом усіх користувачів для надання необхідної інформації, в першу чергу, органам державної влади,
Створення відповідного законодавства для становлення і розширення сфери електронної комерції (електронний бізнес)	Впровадження електронного уряду як засобу інтерактивного спілкування громадськості	Пріоритетний розвиток і стимулювання напрямів розвитку галузі ІКТ, що мають високий експортний потенціал

Закінчення табл. 2.2

1	2	3
	Запровадження пільгового режиму фінансування шляхом звільнення від оподаткування коштів підприємств, спрямованих на закупівлю товарів і послуг, які належать до сфери ІКТ	
	Запровадження стимулів до інвестицій в людський капітал, зокрема, вирахування з бази оподаткування витрат на освіту, охорону здоров'я тощо	

Складено за [87, с. 339 – 340].

створення сучасної інформаційної інфраструктури України за рахунок концентрації та раціонального використання фінансових, матеріально-технічних та інших ресурсів, виробничого і науково-технічного потенціалу держави, а також координації діяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій усіх форм власності і громадян у сфері інформатизації.

Закон України «Про Національну програму інформатизації» № 74/98-ВР був прийнятий 4 лютого 1998 р. [29; 30]. Від 2012 р. НПІ складалася з шести розділів: 1. Загальні положення. 2. Формування і виконання національної програми інформатизації. 3. Фінансове забезпечення та економічне стимулювання виконання національної програми інформатизації. 4. Державний контроль за формуванням та виконанням національної програми інформатизації. 5. Міжнародне співробітництво при виконанні національної програми інформатизації. 6. Прикінцеві положення.

Метою НПІ було створення умов для забезпечення громадян та суспільства своєчасною, достовірною та повною інформацією шляхом широкого використання інформаційних технологій; забезпечення інформаційної безпеки держави.

Програма була спрямована на вирішення основних завдань:

- формування правових, організаційних, науково-технічних, економічних, фінансових, методичних та гуманітарних передумов розвитку інформатизації;
- застосування та розвиток сучасних інформаційних технологій у відповідних сферах суспільного життя України;
- формування системи національних інформаційних ресурсів;
- створення загальнодержавної мережі інформаційного забезпечення науки, освіти, культури, охорони здоров'я тощо;
- створення загальнодержавних систем інформаційно-аналітичної підтримки діяльності органів державної влади та органів місцевого самоврядування;
- підвищення ефективності вітчизняного виробництва на основі широкого використання інформаційних технологій;

- формування та підтримка ринку інформаційних продуктів і послуг;
- інтеграція України у світовий інформаційний простір.

Національна програма інформатизації включала: концепцію НПІ; сукупність державних програм з інформатизації; галузеві програми та проекти інформатизації; регіональні програми та проекти інформатизації; програми та проекти інформатизації органів місцевого самоврядування.

Згідно з концепцією НПІ вказано, що *інформатизація* – це сукупність взаємопов'язаних організаційних, правових, політичних, соціально-економічних, науково-технічних, виробничих процесів, що спрямовані на створення умов для задоволення інформаційних потреб, реалізацію прав громадян і суспільства на основі створення, розвитку, використання інформаційних систем, мереж, ресурсів та інформаційних технологій, створених на основі застосування сучасної обчислювальної та комунікаційної техніки. Інформатизація сприяє забезпеченню національних інтересів, поліпшенню керованості економікою, розвитку наукоємних виробництв та високих технологій, зростанню продуктивності праці, вдосконаленню соціально-економічних відносин, збагаченню духовного життя та подальшій демократизації суспільства.

Складовими *національної інформаційної структури* є: обчислювальна та комунікаційна техніка; телекомунікаційні мережі; бази і банки даних (іменована сукупність даних, що відображає стан об'єктів та їх відношень у визначеній предметній області); бази знань (масив інформації у формі, придатній до логічної і смислової обробки відповідними програмними засобами); інформаційні технології; система інформаційно-аналітичних центрів; виробництво технічних засобів інформатизації; система науково-дослідних установ; підготовка висококваліфікованих фахівців. Національна інформаційна структура, створена з урахуванням світових тенденцій і досягнень, сприяє рівноправній інтеграції у світове співтовариство.

Згідно з концепцією НПІ, основними *напрямами інформатизації* є:

1. Розроблення політики та організаційно-правове забезпечення інформатизації (розроблення пакета нормативно-правових актів

з питань організації та правового регулювання відносин у сфері інформатизації).

2. Формування національної інфраструктури інформатизації, а саме: міжнародні та міжміські телекомунікаційні і комп'ютерні мережі; система інформаційно-аналітичних центрів різного рівня; інформаційні ресурси; інформаційні технології; система науково-досвідних установ з проблем інформатизації; виробництво та обслуговування технічних засобів інформатизації; система підготовки висококваліфікованих фахівців інформатизації.
3. Інформатизація стратегічних напрямів розвитку державності, безпеки та оборони.
4. Інформатизація процесів соціально-економічного розвитку.
5. Інформатизація пріоритетних галузей економіки.
6. Інформатизація фінансової та грошової системи, державного фінансово-економічного контролю.
7. Інформатизація соціальної сфери.
8. Інформатизація в галузі екології та використання природних ресурсів.
9. Інформатизація науки, освіти, культури.
10. Міжнародне співробітництво.

Очікувалось, що інтегральний ефект, який суспільство отримає від реалізації Програми, полягатиме в узгодженості та підвищенні якості, оперативності інформаційних процесів і послуг і оцінюватиметься не тільки економічними критеріями , а й моральними, етичними та іншими категоріями, підвищенням рівня життя людини.

Реалізовані проекти в рамках НПІ: Згідно із Концепцією НПІ здійснюється експлуатація та розвиток Української науково-освітньої телекомунікаційної мережі УРАН. *Асоціацію користувачів Української науково-освітньої телекомунікаційної мережі «УРАН»* (надалі – «Асоціація УРАН») було створено в 1997 р. спільною постановою Президії Національної Академії наук України і Колегії Міністерства освіти України. В основу створення мережі покладено концепцією, ухвалену між-

народною нарадою «Комп'ютерна мережа закладів вищої освіти і науки України» за участю представників Наукового відділу НАТО (24 – 26 квітня 1997 р., м. Київ) та міжнародною конференцією «Комп'ютерні мережі у вищій освіті» (26 – 28 травня 1997 р., м. Київ).

Асоціацію УРАН було перереєстровано в 2006 р. на підставі Наказу Міністерства освіти і науки «Про створення Всеукраїнської Асоціації УРАН» від 13 березня 2006 р. № 181 та за дозволом Антимонопольного комітету України згідно з Рішенням АМКУ від 5 жовтня 2006 р. № 411-р як неприбуткову організацію. Її засновниками стали ВНЗ України IV-го рівня акредитації, установи НАН та Академія педагогічних наук України [136].

Метою створення і діяльності Асоціації є координація дій та об'єднання зусиль Членів Асоціації для сприяння створенню, розвитку та використанню єдиної національної науково-освітньої телекомунікаційної мережі України, для підвищення рівня освіти та науки, розвитку засад інформаційного суспільства, повноправного входження України в глобальний інформаційний простір і представництва інтересів Членів Асоціації в органах державної влади, а також в українських та міжнародних організаціях. Діяльність Асоціації УРАН є неприбутковою, а розвиток Мережі УРАН забезпечується в основному за рахунок цільового державного фінансування або міжнародних грантів і здійснюється Асоціацією згідно із Концепцією Національної програми інформатизації, схваленої Законом України від 4 лютого 1998 р. № 75/98-ВР, та Державною Програмою «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006 – 2010 рр., затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2005 р. № 1153.

Діяльність Асоціації є неприбутковою, а розвиток мережевої інфраструктури забезпечується в основному за рахунок цільового державного фінансування або міжнародних грантів. У 2007 р. в Лондоні підписано угоду про підключення Мережі УРАН до пан'європейської науково-освітньої мережі GEANT-2.

20 жовтня 2010 р. Кабінет Міністрів України розпорядився «Затвердити Голову Державного комітету України з питань науки, іннова-

цій та інформатизації Семиноженка Володимира Петровича керівником Національної програми інформатизації.

12 жовтня 2010 р. бюджетні призначення, передбачені Міністерству транспорту та зв'язку за програмами 3109030 «Фінансова підтримка розвитку інфраструктури наукової діяльності у сфері інформатизації» у сумі 342,1 тис. грн і 3109050 «Національна програма інформатизації» у сумі 901,3 тис. грн, Кабінет Міністрів України передав Державному комітетові з питань науки, інновацій та інформатизації.

Державним фінансовим аудитом ефективності використання коштів Державного бюджету, передбачених для виконання Національної програми інформатизації, за 2008 – 2011 рр. було встановлено таке [23].

Діяльність у сфері інформатизації притаманна усім органам державної влади, місцевого самоврядування, установам, організаціям, які утримуються за рахунок бюджетних коштів, незалежно від їх повноважень та особливостей функціонування, а НПІ загалом та її складові зокрема (державні, галузеві, регіональні програми та проекти інформатизації, а також програми та проекти інформатизації органів місцевого самоврядування) є важливим інструментом державного регулювання цих процесів.

Статтею 24 Закону України «Про Національну програму інформатизації» передбачено обов'язковість включення до Державного бюджету України видатків, необхідних для реалізації НПІ. За рахунок зазначених коштів органи державної влади (державні замовники НПІ) виконують державні програми інформатизації, склад завдань яких щорічно затверджує Кабінет Міністрів України.

Повноваження з координації виконання складових НПІ, моніторингу у сфері інформатизації, забезпечення методологічної, нормативно-правової, інформаційної та організаційної підтримки процесів формування та виконання НПІ покладено на Генерального державного замовника НПІ (далі – Гензамовник), функції якого наразі виконує Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації.

За останні 10 років на виконання державних програм інформатизації спрямовано близько 5 млрд грн. Однак у періоді аудиту обсяги

річних бюджетних призначень на виконання завдань (проектів) інформатизації скоротились удвічі, а стан фактичного надходження бюджетних коштів був незадовільним. Так, із 1,3 млрд грн, передбачених Державним бюджетом на виконання в 2008 – 2010 рр. завдань (проектів) інформатизації, державним замовникам НПІ спрямовано 0,8 млрд грн, тобто 61 % запланованого.

Найгірше фінансувалась бюджетна програма самого Генерального державного замовника НПІ «Національна програма інформатизації». Так, із запланованих у Державному бюджеті на 2008 – 2009 рр. 9,9 млн грн на її виконання надійшло лише 0,57 млн грн, тобто 5,7 %, а в 2010 р. із затверджених 0,9 млн грн – 0,2 млн грн (22 %), яких вистачило лише на погашення кредиторської заборгованості минулих років. Із 0,8 млн грн, передбачених Гензамовнику на 2011 р., лише у жовтні вперше надійшло 90 тис. грн, або 11 %.

Загалом, починаючи з 2009 р., планові обсяги фінансування бюджетної програми «Національна програма інформатизації» зменшились порівняно із попередніми роками у 10 разів, а питома вага цих коштів у структурі бюджетних видатків органів державної влади на НПІ не досягала навіть 0,05 %. На виконання завдань (проектів) НПІ в рамках бюджетних програм інших державних замовників – центральних органів виконавчої влади у періоді аудиту надходило близько половини запланованих коштів.

Отже, із 96 запланованих на 2008 – 2010 рр. завдань (проектів) інформатизації виконано лише 38, або 40 %.

Крім того, обмеженість бюджетних коштів та незадовільний стан їх надходження не давали змоги ні об'єктивно планувати потребу у виконанні завдань (проектів) інформатизації, ні досягати показників продукту, які планувались у значно менших обсягах від потреби. Так, результати аналізу стану виконання 13-ти бюджетних програм 10-ти центральних органів виконавчої влади – державних замовників НПІ (65 % загальної кількості бюджетних програм, які у періоді аудиту мали ознаки належності до інформатизації) засвідчили недостатність у цих органах сучасної комп'ютерної техніки, ліцензійного програмного забезпечення, систем електронного документообігу тощо.

Наприклад, із необхідних дослідженим центральним органам виконавчої влади 28,4 тис. одиниць комп'ютерної техніки у періоді аудиту планувалося придбати 14,7 тис. – тобто половину від потреби, а фактично лише в 2008 р. придбано та впроваджено у роботу 3,9 тис. одиниць. Так само при потребі у 1822-х програмно-технічних комплексах та 921-й системі електронного документообігу заплановано до створення відповідно 664 та 121 одиниць. Фактично придбано 129 програмно-технічних комплексів, що становило 7 % від необхідного та 19 % від запланованого, а також створено лише 1 систему електронного документообігу. Як наслідок, не забезпечено прозорості та відкритості діяльності органів державної влади.

Зокрема, більшість веб-сайтів центральних та місцевих органів виконавчої влади не відповідає вимогам щодо їх наповнення. Як правило, на них висвітлюється загальна інформація щодо найменування органу, його повноважень, керівництва, поточні та заплановані заходи. Водночас дані, необхідні для оперативної взаємодії органів державної влади із громадськістю, як-от: перелік і порядок надання адміністративних послуг, зразки документів та інших матеріалів для звернення громадян, порядок оскарження рішень, прийнятих органом відповідного рівня тощо, представлені доволі формально. Практично не налагоджено надання населенню адміністративних послуг в електронному режимі.

Значним є відставання України від інших країн за показниками рівня розвитку інформаційного суспільства. Зокрема, в 2010 – 2011 рр. серед 139 країн Україна посідала 89 місце за глобальним індексом конкурентоспроможності (WEF Global Competitiveness Index) та 83 місце за індексом технологічної готовності (WEF Technological Readiness Index).

Учасники аудиторського дослідження встановили низку причин, які не дозволяють визначити Національну програму інформатизації ключовим інструментом розбудови і розвитку інформаційного суспільства, а саме [23]:

1) Несвоєчасний перегляд та оновлення нормативно-правової бази, неузгодженість законодавчих та інших нормативно-правових актів стратегічного характеру перетворює інформатизацію

в Україні на безсистемний і тривалий процес, здійснення якого характеризується відсутністю перспективних цілей і завдань у контексті соціально-економічного розвитку держави. Так, незважаючи на те, що останніми роками Парламент та Уряд України прийняли низку законодавчих та підзаконних правових актів концептуально-стратегічного змісту, розрахованих на довго- та середньострокову перспективи, жодного разу з моменту затвердження (з 1998 р.) не переглядалася Концепція НПІ. Наприклад, розділ про стан інформатизації в Україні містить інформацію щодо парку обчислювальних машин, яка базується на статистичних даних 1995 – 1997 рр., обсягів виробництва мікроелектроніки – 1991 – 1996 рр.

Крім того, центральними органами виконавчої влади застосовується практика самостійної підготовки проектів законів та інших нормативно-правових актів, які містять положення, що стосуються інформатизації, без погодження з Гензамовником. Як наслідок, відсутність чітко визначених та пов'язаних між собою стратегічних цілей негативно впливає на здійснення інформатизації за окремими її напрямами. Зокрема, поза увагою залишаються нині питання розробки законодавчих та нормативно-правових актів щодо взаємодії державного і приватного секторів при виконанні НПІ, залучення коштів з різних джерел, відсутні системні державні рішення, спрямовані на створення конкурентного середовища розробки програмного забезпечення з відкритим кодом.

2) Непослідовність у реалізації державної політики розвитку інформатизації, а також вкрай обмежене фінансування НПІ, склад проектів якої спрямовується на розробку та впровадження інтегруючих та типових рішень, призводять до того, що проекти інформатизації стратегічного спрямування не виконуються в повному обсязі, а впровадження результатів їх виконання не дає очікуваного ефекту.

За Законом України «Про Національну програму інформатизації» початковим етапом формування НПІ є щорічне планування та затвердження Верховною Радою України завдань (проектів) інформатизації на наступні три роки.

Проте, впродовж останніх 10 років завдання НПІ на наступні три роки затверджувалися лише двічі: на 2000 – 2002 рр. та 2006 – 2008 рр., що спричинене тривалою процедурою їх опрацювання органами державної влади, а також неодноразовою передачею у періоді аудиту функцій Гензамовника від одного центрального органу виконавчої влади до іншого (у 2008 – 2011 рр. Гензамовник НПІ змінювався 4 рази). Процес погодження із зацікавленими органами проектів щорічних переліків завдань НПІ також міг затягуватися на строк до 10-ти місяців.

Як наслідок, у періоді аудиту залишилися невиконаними такі важливі стратегічні завдання, як розробка Національної системи індикаторів розвитку інформаційного суспільства та стандартів інформаційних технологій, в органах державної влади не запроваджено цілісних уніфікованих систем електронного документообігу та електронного цифрового підпису.

3) Відсутність єдиного підходу до формування НПІ створює передумови для виконання розпорядниками бюджетних коштів заходів з інформатизації поза межами НПІ, що призводить до некоординованості процесів інформатизації в державі.

Так, основну роль при визначенні належності бюджетних програм до сфери інформатизації та, відповідно, при формуванні завдань (проектів) НПІ відіграє Міністерство фінансів України. Мінфін України аналізує бюджетні запити всіх розпорядників коштів Державного бюджету на предмет визначення заходів з інформатизації, після чого доводить Гензамовнику перелік тих бюджетних програм, які, на думку фахівців зазначеного Міністерства, можуть виконуватися як складові НПІ, для їх подальшого погодження на етапі взяття бюджетних зобов'язань та здійснення платежів.

Однак лише близько половини коштів, виділених на виконання таких бюджетних програм, спрямовується безпосередньо на інформатизацію. Водночас у рамках інших бюджетних програм, не віднесених до НПІ (пов'язаних переважно з утриманням апаратів органів державної влади), без погодження з Гензамовником виконується більшість завдань (проектів) інформатизації, тобто поза межами НПІ.

Слід зазначити, що більшість державних установ використовує програмне забезпечення різних приватних структур за відсутності майнових прав на нього та кваліфікованих висновків Гензамовника щодо відповідності сучасному рівню розвитку інформаційних технологій, що призводить до додаткових витрат на його супроводження і підтримку.

За результатами аудиторського дослідження Кабінету Міністрів України запропоновано доручити [23]:

1. Державному агентству з питань науки, інновацій та інформатизації спільно з центральними органами виконавчої влади провести інвентаризацію правових актів або їх проектів на наявність положень, що стосуються сфери інформатизації, за результатами якої:

- переглянути Концепцію Національної програми інформатизації на відповідність сучасному стану інформатизації в Україні і пріоритетним напрямам її розвитку та ініціювати внесення змін до Закону України «Про Концепцію Національної програми інформатизації»;
- надати пропозиції щодо переліку правових актів стратегічного спрямування, які потребують першочергової розробки або пришвидшення затвердження.

2. Міністерству фінансів України при підготовці форм бюджетних запитів головних розпорядників коштів Державного бюджету та інструкцій про їх складання передбачати в розділах, що стосуються викладу запиту видатків за бюджетною програмою та аналізу результатів попередніх бюджетних періодів, окремий напрям використання коштів на виконання заходів, що належать до сфери інформатизації.

Але вже 08.07.2013 р. Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України оприлюднило на своєму веб-сайті проект Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про Національну програму інформатизації». Це було зроблено для того, аби громадськість могла долучитися до його обговорення та взяти якнайактивнішу участь у доопрацюваннях новацій [105].

Сукупність наявних станом на початок 2013 р. нормативно-правових актів щодо інформатизації має досить складну структуру: нормативно-правова база у сфері інформатизації включає понад 40 законів України, десяток Постанов Верховної Ради, понад 30 Указів Президента, більше 80 Постанов Кабінету Міністрів. Окрім того, була і значна кількість відомчих нормативно-правових актів. Законодавчі норми у цій сфері суттєво впливають на законодавче врегулювання відносин між громадянами і державою, між громадянами і комерційними структурами і є основою, на якій вибудовується законодавство в інших сферах. Проте основними у сфері інформатизації були закони «Про Національну програму інформатизації», «Про Концепцію Національної програми інформатизації» та «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства».

Представлений Державним агентством з питань науки, інновацій та інформатизації проект Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про Національну програму інформатизації» був новою редакцією, яка враховує нові вимоги законодавства та тенденції розвитку інформаційного суспільства. Цей документ було розроблено Держінформнауки на виконання Національного плану дій на 2013 р. щодо впровадження Програми економічних реформ на 2012 – 2014 рр. «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» та вимог Закону України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 рр.».

Окрім того, він був украй необхідний для реалізації ініціативи «Партнерство «Відкритий уряд», оскільки сприятиме забезпеченню прозорості дій уряду, надасть механізми відповідальності за відкритість інформації про діяльність влади та схвалювані нею рішення, посилить активність громадськості в політиці задля підвищення ефективності роботи державних органів.

Національна програма інформатизації формується виходячи із довгострокових пріоритетів розвитку інформаційного суспільства в Україні і впровадження новітніх комутаційних технологій в суспільне життя та діяльність органів влади різного рівня.

Новий варіант закону відображав багато тих нових тенденцій, які зараз знаходяться на поверхні і стосуються кожного громадянина, а також органів виконавчої влади. Йдеться про розв'язання найважливіших загальносуспільних проблем та забезпечення розвитку громадян, бізнесу, освіти, науки, культури, економіки, охорони довкілля, здоров'я людини, державного управління, національної безпеки та оборони тощо. Цей документ:

- створював сприятливі умови для інтеграції України у світове інформаційне суспільство та у світовий інформаційний простір. Нарешті у нашій державі з'явився перелік визначень, які повсякденно використовуються як науковцями, так і громадянами. Це такі поняття, як «електронна економіка», «електронна комерція», «електронна медицина», «електронна освіта» і таке інше. Тобто значно розширювалося поле діяльності, на яке претендував закон;
- запропонована Держінформнауки редакція закону містила новації щодо інформаційних технологій та питань, пов'язаних із проблемами управління проектами у сфері інформатизації. Це дозволило б Генеральному державному замовнику Національної програми інформатизації побудувати структуровану систему, яка забезпечить у державі єдину політику щодо формування проектів з інформатизації, їх виконання та всього життєвого циклу, пов'язаного із їх впровадженням та подальшим супроводженням. В якості державних замовників, крім органів державної влади, додавалася Національна академія наук України та Верховна Рада України. Це такі органи, які в значній мірі знаходяться на ключових позиціях щодо розвитку інформаційних технологій та інформатизації. Те, що Академія наук буде суттєво впливати і мати можливість донесення своїх знань, напрямів і напрацювань, є дуже позитивним явищем.

Включення до замовників Національної програми інформатизації Верховної Ради України повинно було суттєво впливати на подальший розвиток інформатизації. Адже створення інтегрованої електронної

інформаційно-аналітичної системи «Електронний парламент», елементи якої зараз розробляються у Верховній Раді України, є складовою частиною «електронного урядування». Тому розширення цього діапазону проектів і включення системи «Електронний парламент» в систему «електронного урядування» дозволило б змістовніше та ширше здійснювати заходи із реалізації державної політики та управління сферою інформатизації.

З цього моменту вперше питаннями інформатизації зайнялася Академія наук України, оскільки вона ініціювала у свій час розробку закону про Національну програму інформатизації. Крім того, при Держінформнауки створена науково-технічна рада. Оскільки там представлені громадські організації, науковці і фахівці органів державного управління, то вони мають бути зацікавлені у цих змінах і ініціювати та брати участь у відповідних обговореннях.

За даними Держстату України, за I квартал 2013 р. обсяги послуг сфери інформатизації склали 2,3 млрд грн, що на 8,3 % перевищує аналогічний показник за 1 квартал 2012 р., обсяг реалізованої продукції за видом діяльності «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» сягнув 1,6 млрд грн, що становило 0,6 % від всієї реалізованої продукції, а частка сфери ІТ у ВВП склала 1,14%. Окрім того, за 2012 р. українські ІТ-підприємства експортували комп'ютерних послуг на суму 794,4 млн дол США. Це на 49,3 % більше, ніж у 2011р. за аналогічний період. При цьому імпорт комп'ютерних послуг за цей же період збільшився на 22,4 % – до 296,7 млн дол США. Отже, позитивне сальдо склало 497,7 млн дол США. Інвестиції в основний капітал від діяльності у сфері інформатизації за 2012 р. склали 529,4 млн грн, що становило 106,1 % від аналогічного показника 2011 р. і 0,2 % від загального обсягу інвестицій. Найбільша частка продажу товарів через Інтернет у розрізі регіонів в Україні припадає на Київ і становить 295,6 млн грн, або 86,5 % від загальних продажів товарів через Інтернет.

Показник щодо кількості учнів на один комп'ютер у 2011 р. становив 27 учнів. На даний час цей показник становить 25 учнів. Для порівняння: у Європі та США в середньому 1 персональний комп'ютер – на

5–7 учнів. Проте, за даними Держстату, за 2008 – 2012 рр. динаміка забезпеченості домогосподарств комп'ютерною технікою має позитивний характер і становила в 2008 р. – 22%, у 2010 р. – 25%, а в 2012 р. – 33%. На І квартал 2013 р. Україна має практично 100 % покриття мобільного зв'язку, ледь не найдешевші в світі ІТ-тарифи, що вказує на те, що подальше розповсюдження технологій інформаційного суспільства залежить саме від зацікавленості населення в їх застосуванні.

Підходи, запропоновані в змінах до Закону, сприяли б концентрації державних коштів при формуванні Національної програми інформатизації та її складових, контролю за їх використанням і широкому застосуванню результатів при виконанні та впровадженні проектів інформатизації. Держава отримала б економію від концентрації бюджетних грошей. Наприклад, у свій час з'явився єдиний портал Кабінету Міністрів. Нині його перевагами є те, що з будь-якого сайту будь-якого органу можна зайти на цей портал. Крім того, у межах Національної програми інформатизації розроблявся наступний великий проект – створення автоматизованої системи «єдине вікно подання електронної звітності», покликане зняти усі проблеми громадян зі сплатою податків та наданням адміністративних послуг. Це також дозволило б не розпорошувати зайві кошти та забезпечити прозорість роботи органів влади.

2.1.2. Реалізація основних засад розвитку інформаційного суспільства в Україні

У 2007 р. українські фахівці відмічали, що вітчизняний ринок ІКТ перебував у стані активного становлення та за певних умов міг стати фундаментом розвитку інформаційного суспільства в Україні. Разом з тим ступінь розбудови інформаційного суспільства в Україні порівняно зі світовими тенденціями був недостатнім і не відповідав потенціалу та можливостям України, оскільки:

- відсутня координація зусиль державного і приватного секторів економіки з метою ефективного використання наявних ресурсів;
- ефективність використання фінансових, матеріальних, кадрових ресурсів, спрямованих на інформатизацію, впровадження ІКТ

у соціально-економічну сферу, зокрема в сільське господарство, є низькою;

- наявне відставання у впровадженні технологій електронного бізнесу, електронних бірж та аукціонів, електронних депозитаріїв, використанні безготівкових розрахунків за товари і послуги тощо;
- рівень інформатизації окремих галузей економіки і деяких регіонів держави є низьким;
- розвиток нормативно-правової бази інформаційної сфери недостатній;
- створення інфраструктури для надання органами державної влади та органами місцевого самоврядування юридичним і фізичним особам інформаційних послуг з використанням мережі Інтернет відбувається повільно;
- рівень комп'ютерної та інформаційної грамотності населення є недостатнім, впровадження нових методів навчання із застосуванням сучасних ІКТ – повільним;
- рівень інформаційної представленості України в Інтернет-просторі є низьким, а присутність україномовних інформаційних ресурсів – недостатньою;
- рівень державної підтримки виробництва засобів інформатизації, програмних засобів та впровадження ІКТ є недостатнім, що не забезпечує всіх потреб економіки і суспільного життя;
- спостерігаються нерівномірність забезпечення можливості доступу населення до комп'ютерних і телекомунікаційних засобів, поглиблення «інформаційної нерівності» між окремими регіонами, галузями економіки та різними верствами населення;
- не вирішуються у повному обсязі питання захисту авторських прав на комп'ютерні програми, відсутні системні державні рішення, спрямовані на створення національних інноваційних структур (центрів, технополісів і технопарків) з розробки конкурентоспроможного програмного забезпечення.

Водночас склалися такі передумови, які вимагали прискореного розвитку інформаційного суспільства в Україні. Насамперед це було пов'язано із соціально-економічною нерівністю, яка виникає між розвинутими країнами і країнами, що розвиваються, внаслідок суттєвої різниці в темпах зростання обсягів та номенклатури товарів і послуг, які виробляються та надаються за допомогою ІКТ. Така нерівність негативно впливає на конкурентоспроможність країн і життєвий рівень людей.

Виконання масштабного, багатогранного завдання потребувало гармонійного поєднання зусиль держави, суспільства, профспілок, бізнесу та громадян. Як наслідок, на початку 2007 р. Верховна Рада України прийняла *Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 рр.»* від 09.01.2007 р. № 537-V [31]. Вказаний Закон стверджував, що «одним з головних пріоритетів України є намагання побудувати інформаційне суспільство, що орієнтовано на інтереси людей, відкрите для всіх і спрямоване на розвиток» [31].

Основні стратегічні цілі розвитку інформаційного суспільства в Україні:

- прискорення розробки та впровадження новітніх конкурентоспроможних ІКТ в усі сфери суспільного життя, зокрема в економіку України і в діяльність органів державної влади та органів місцевого самоврядування;
- забезпечення комп'ютерної та інформаційної грамотності населення, насамперед шляхом створення системи освіти, орієнтованої на використання новітніх ІКТ у формуванні всебічно розвиненої особистості;
- розвиток національної інформаційної інфраструктури та її інтеграція із світовою інфраструктурою;
- державна підтримка нових «електронних» секторів економіки (торгівлі, надання фінансових і банківських послуг тощо);
- створення загальнодержавних інформаційних систем, насамперед у сферах охорони здоров'я, освіти, науки, культури, охорони довкілля;

- збереження культурної спадщини України шляхом її електронного документування;
- державна підтримка використання новітніх ІКТ засобами масової інформації;
- використання ІКТ для вдосконалення державного управління, відносин між державою і громадянами, становлення електронних форм взаємодії між органами державної влади та органами місцевого самоврядування і фізичними та юридичними особами;
- досягнення ефективної участі всіх регіонів у процесах становлення інформаційного суспільства шляхом децентралізації та підтримки регіональних і місцевих ініціатив;
- захист інформаційних прав громадян, насамперед щодо доступності інформації, захисту інформації про особу, підтримки демократичних інститутів та мінімізації ризику «інформаційної нерівності»;
- вдосконалення законодавства з регулювання інформаційних відносин;
- покращення стану інформаційної безпеки в умовах використання новітніх ІКТ.

Досягнення зазначених цілей дасть змогу:

- підвищити національну конкурентоспроможність за рахунок розвитку людського потенціалу, насамперед у високоінтелектуальних сферах праці, а також розширити експортний потенціал ІКТ-індустрії України;
- поліпшити життєвий рівень населення завдяки економічному зростанню, забезпеченню прав і свобод людини, наданню рівного якісного доступу до інформації, освіти, послуг закладів охорони здоров'я та адміністративних послуг органів державної влади та органів місцевого самоврядування, створенню нових робочих місць і розширенню можливостей щодо працевлаштування населення, забезпеченню соціального захисту вразливих верств населення, зокрема людей, що потребують соціальної допомоги та реабілітації;

- сприяти становленню відкритого демократичного суспільства, яке гарантуватиме дотримання конституційних прав громадян щодо участі у суспільному житті, прийнятті відповідних рішень органами державної влади та органами місцевого самоврядування.

Основними напрямами розвитку інформаційного суспільства в Україні слід визначити:

- формування та впровадження правових, організаційних, науково-технічних, економічних, фінансових, технологічних, методичних умов розвитку інформаційного суспільства в Україні з урахуванням світових тенденцій;
- всебічний розвиток загальнодоступної інформаційної інфраструктури на засадах сприяння вітчизняному виробництву новітніх ІКТ та інформаційно-телекомунікаційних систем, подолання технічної і технологічної залежності від зарубіжних виробників;
- забезпечення вільного доступу населення до телекомунікаційних послуг, зокрема до мережі Інтернет, ІКТ та інформаційних ресурсів;
- збільшення різноманітності та кількості послуг населенню та бізнесу, що надаються за допомогою ІКТ;
- створення загальнодоступних електронних інформаційних ресурсів на основі врахування національних, світоглядних, політичних, економічних, культурних та інших аспектів розвитку України;
- надання кожній людині можливості для здобуття знань, умінь і навичок з використанням ІКТ під час навчання, виховання та професійної підготовки;
- створення умов для забезпечення комп'ютерної та інформаційної грамотності усіх верств населення, створення системи мотивацій щодо впровадження і використання ІКТ для формування широкого попиту на такі технології в усіх сферах життя суспільства;
- забезпечення участі громадськості в побудові інформаційного суспільства, забезпечення конституційних прав людини, суспільства та держави в інформаційній сфері;

- розробку та впровадження системи індикаторів розвитку інформаційного суспільства в Україні з внесенням відповідних змін у систему державних статистичних спостережень з узгодженням їх з міжнародними стандартами і методологією та щорічним їх оприлюдненням.

Запровадження засад взаємодії учасників побудови інформаційного суспільства передбачає, що це суспільство розбудовується за умови співпраці і солідарності громадян, приватного сектора економіки, органів державної влади та органів місцевого самоврядування, відповідних об'єднань громадян, коли:

- органи державної влади визначають пріоритети розвитку, забезпечують їх досягнення і всебічну підтримку, координують та стимулюють виконання завдань, формують законодавчу базу і контролюють її виконання всіма учасниками побудови інформаційного суспільства;
- приватний сектор економіки, здебільшого, забезпечує впровадження та використання ІКТ у всіх сферах життя, вдосконалює інформаційну інфраструктуру, надає інформаційні та комунікаційні послуги тощо;
- об'єднання громадян взаємодіють з органами державної влади, органами місцевого самоврядування і приватним сектором економіки у питаннях забезпечення справедливого та рівного доступу до інформаційних і комунікаційних послуг, формують громадську думку щодо пріоритетів та перспектив розвитку інформаційного суспільства;
- держава, приватний сектор економіки та об'єднання громадян сприяють встановленню і розширенню взаємовигідних відносин з міжнародними організаціями, в тому числі з міжнародними фінансовими установами, які відіграють провідну роль у розвитку інформаційного суспільства та оцінці прогресу в цій сфері.

Основними засадами розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 рр. передбачено, що національна політика розвитку інформаційного суспільства в Україні ґрунтується на засадах: пріо-

ритетності науково-технічного та інноваційного розвитку держави; формування необхідних для цього законодавчих і сприятливих економічних умов; всебічного розвитку загальнодоступної інформаційної інфраструктури, інформаційних ресурсів та забезпечення повсюдного доступу до телекомунікаційних послуг та ІКТ; сприяння збільшенню різноманітності та кількості електронних послуг, забезпеченню створення загальнодоступних електронних інформаційних ресурсів; поліпшення кадрового потенціалу; посилення мотивації щодо використання ІКТ; широкого впровадження ІКТ в науку, освіту, культуру, охорону здоров'я, охорону навколишнього середовища; забезпечення інформаційної безпеки.

Кабінет Міністрів України відповідно затвердив План заходів з виконання завдань, передбачених цим Законом (розпорядження КМУ від 15.08.2007 р. № 653-р). Заходи, що включені до Плану, можна розділити на дві групи:

- тактичні – створення сприятливих умов для розвитку всіх конкурентоспроможних сфер ІТ-галузі;
- стратегічні – інвестування у розвиток кадрового потенціалу шляхом підтримання відповідних галузей освіти на сучасному технологічному рівні та інституційно-адміністративного забезпечення процесів європейської, євроатлантичної і світової інтеграції України.

Уряд також затвердив нову редакцію Концепції розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 р., яка декларувала прискорений характер розвитку вітчизняної телекомунікаційної галузі, зокрема у сфері Інтернет-доступу, забезпечення населення інтерактивними телекомунікаційними послугами, а також розвиток телекомунікаційних мереж з урахуванням їх майбутньої інтеграції в національну багатооператорську мережу наступного покоління (NGN) [96].

Ключовим заходом поліпшення ситуації мала стати розробка стабільної стратегії у створенні нормотворчої бази, яка б сприяла розбудові інституційної інфраструктури цієї галузі. Україна має стати зручнішим і більш прогнозованим партнером для замовників з розвинених країн.

Продовження пошуку системного вирішення проблем розвитку ІКТ у країні стало створення вченими НАН України наприкінці 2004 р. «Інноваційної моделі структурної перебудови економіки України». За підтримкою Світового банку Міністерством економіки була розроблена трикомпонентна програма «Україна – розвиток через Інтернет»; у межах проекту UNDP Державним комітетом зв'язку підготовлено аналітичний звіт «Електронна готовність України», приватним сектором було розроблено і винесено на суспільне обговорення проект програми розвитку ІКТ-сфери «Електронна Україна».

У 2006 р. з метою подальшого розвитку інформаційних технологій в України, вирішення питань створення умов для збалансованого розвитку інформаційного суспільства у Верховній Раді було проведено парламентські слухання щодо питань розвитку інформаційного суспільства в Україні. Під час цих слухань було визначено, що стратегічними цілями для ІКТ-галузі України на 2006 – 2010 рр. були такі [121]:

- увійти до сімки країн-експортерів послуг зі створення інформаційних технологій (18 місце за даними 2004 р.). Обсяг експорту (мова йде не тільки про експорт програмного забезпечення, але й сервісів: Data-центри, Call-центри, Help Desk і т. п., ліцензій, використання патентів) близько 5 млрд доларів США на рік. Створити додаткове джерело надходження валютних коштів до держави (біля 8 % загального експорту);
- створити до 1 млн додаткових робочих місць у ІТ-інфраструктурі в країні;
- інтеграція з ЄС на рівні інтеграції інформаційних систем;
- зупинити відтік спеціалістів за кордон і створити умови для їхньої самореалізації в Україні;
- створити умови для побудови високотехнологічних підприємств світових лідерів ІТ за участю українських компаній.

Уряд України затвердив Державну програму на 2006 – 2010 рр. «Інформаційні і комунікаційні технології в освіті і науці», яка передбачала виділення коштів у розмірі 1,86 млрд грн [154].

В той же час, усі ці документи фактично не були реалізовані повністю.

Зниження статусу органу інформатизації у 2007 р., скорочення повноважень, штату та бюджету призвели до створення у 2008 р. Державного комітету інформатизації (ДКІ) зі штатом усього 25 осіб і куцим бюджетом. А вже 5 липня 2010 р. ДКІ ліквідується і на його базі створюється Державний комітет із питань науки, інновацій та інформатизації зі штатом 122 особи. При цьому Президент України оголосив 2011 р. «Роком інформаційного суспільства» [96].

За всю двадцятирічну *історію прийняття в Україні законодавчих актів, що визначали пріоритетні напрями розвитку науки і техніки, напрям «Інформаційно-комунікаційні технології»* завжди посідав одне з перших місць у всіх відповідних документах, а саме [122]:

1) у 1991 р. був прийнятий Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності» [1], який заклав основи державної політики в науково-технологічній сфері, визначив основні механізми її формування і реалізації;
2) у 2001 р. було прийнято Закон України «Про пріоритетні напрями науки і техніки» [3] з новими пріоритетами, в якому було прописано механізм реалізації цих пріоритетів – через систему державних науково-технічних програм з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки;
3) з 2004 р. до 2006 р. виконання «Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004 – 2006 рр.» дозволило сформувати ієрархію науково-технічних та інноваційних пріоритетів на довго-, середньо- та короткострокову перспективу [75; 111; 112]. Фахівці виділили 11 основних інноваційних розробок, які мають найвищий рейтинг для України за напрямом «Інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні технології», а саме: інформатика й управління; цифрові системи зв'язку та обміну даними; мікрохвильові технології; нові методи й алгоритми обробки даних та розпізнання зображень; комп'ютери з підвищеним рівнем інтелекту; інтелектуальні системи охорони критичних об'єктів; мобільні мультимедійні

засоби і системи; комп'ютерне приладобудування; інформаційні технології (системи); оптоелектроніка; інтелектуальні системи контролю дорожнього руху і перевезень; інтелектуальні відеосистеми контролю та автоматизації;

4) у 2007 р. була затверджена і з 2008 р. виконувалась «Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2012 рр.» [18], виконання першого етапу якої на базі УкрІНТЕІ дозволило відпрацювати технологію виявлення та уточнення технологій за пріоритетними напрямами розвитку науки і техніки [92];
5) у червні 2010 р. Верховна Рада України прийняла нову редакцію Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» [1];
6) у вересні 2011 р. було прийнято Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» від 07.09.2011 р. № 942 [19].

Крім того, Указом Президента України від 23.12.2010 р. № 1176 було затверджено ряд Національних проектів [177], серед яких тільки один відносився до напрямку «Інформаційно-комунікаційні технології», а саме програма «Відкритий світ», яка була покликана розширити можливість доступу в Інтернет для українців, зокрема мешканців сільської місцевості.

В табл. Б 1 Додатку Б представлено порівняння конкретних пріоритетів розвитку напряму «Інформаційно-комунікаційні технології», що були затверджені у відповідних редакціях Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» у 1992, 2001 і 2010 рр. та у Постанові Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 р. № 942.

Українські фахівці мали і мають певні можливості для участі у спільних європейських проектах, в тому числі у галузі. Так, в межах Рамкової програми (РП7), яка на період на 2007 – 2013 рр. була одним з основних інструментів фінансування наукових досліджень і розробок практично у всіх сферах науки і технологій, у блоці «Співробітництво» із

загального бюджету у 32,4 млрд євро на реалізацію проектів ІКТ виділено 9,1 млрд євро. Чималі витрати на фінансування цих досліджень були профінансовані також в інших блоках програми. РП7 підтримувала кілька тем у сфері ІКТ:

- відповідь на виклики глобалізації шляхом посилення інноваційної складової в промисловості і підприємництві, креативності та конкуренції в економіці, передачі наукових досягнень у бізнес і модернізації державного сектора економіки;
- адекватна відповідь на соціальні запити й виклики, пов'язані із старінням суспільства, а також для загального поліпшення якості життя.

З цих тем Європейська програма розвитку наукових досліджень РП7 фінансувала спільні дослідні проекти, кожен з яких об'єднував державні і приватні організації по всій Європі, щоб акумулювати для вирішення цих завдань наукові, індустріальні і людські ресурси різних країн європейського простору. Крім того, підтримувалися піонерські дослідження у сфері ІКТ для наукового прориву, що мали шанс перетворитися на інноваційні продукти і послуги, які у найближчому майбутньому створять абсолютно нові ринки.

В 2010 р. було прийнято Стратегію розвитку ЄС «Європа 2020», в якій першим пріоритетом було вказано «Розумне зростання – економіка, що ґрунтується на знаннях та інноваціях». Розумне зростання означає посилення ролі знань та інновацій як ключових факторів для нашого майбутнього зростання. Це вимагає підвищення якості нашої освіти, покращення результатів дослідницької роботи, заохочення передачі знань та інновацій в рамках Союзу, максимально використовуючи інформаційні та комунікаційні технології та забезпечуючи перетворення інноваційних ідей на нові продукти та послуги, що сприятиме зростанню, створенню якісних робочих місць та вирішенню європейських і світових соціальних проблем [145].

Таким чином, Європа повинна буде вжити заходів, зокрема, в такій сфері, як «Цифрове суспільство», оскільки європейські фахівці констатують, що світовий попит на інформаційні та комунікаційні технології

оцінюється в 2000 млрд євро, але лише чверть від цієї суми походить від європейських компаній. Європа також відстає в плані високошвидкісного Інтернету, що впливає на її здатність до інновацій, в тому числі у сільських районах, а також поширення знань через Інтернет та інтернет-торгівлі товарами та послугами.

«Цифровий порядок денний для Європи (Digital agenda for Europe)» – це одна з семи флагманських ініціатив (flagship initiatives) у рамках стратегії «Європа 2020». Містить перелік із 100 конкретних дій і визначає європейську стратегію для розквіту цифрової економіки у 2020 році.

Мета полягає в отриманні сталих економічних та соціальних переваг від цифрового єдиного ринку, заснованого на швидкісному і високошвидкісному Інтернеті та сумісних програмах, що дозволяють широкий доступ до Інтернету для всіх до 2013 року, доступ для всіх до високошвидкісного Інтернету (не менше 30 Мбіт/с) до 2020 року та підписання не менше 50 % європейських сімей на підключення до інтернету швидкістю більшою за 100 Мбіт/с.

На рівні ЄС Єврокомісія працюватиме над тим, щоб:

- забезпечити надійну правову основу, яка заохочує інвестиції у відкриту конкурентоспроможну інфраструктуру високошвидкісного Інтернету та супутні послуги;
- розробити ефективну спектральну політику;
- полегшити використання структурних фондів ЄС для досягнення цілей цієї програми;
- створити насправді єдиний ринок он-лайнового контенту та послуг (у тому числі й необмежену безпечну європейську мережу послуг і ринки цифрового контенту) з високим рівнем довіри, збалансованою нормативно-правовою базою, з чітким режимом дотримання прав людини, сприянням видачі багатотериторіальних ліцензій, наданням належного захисту і винагороди правовласникам і активною підтримкою оцифрування багатої культурної спадщини ЄС, а також створити концепцію світового управління Інтернету;

- реформувати фінансування наукових досліджень та інновацій і збільшити фінансову підтримку у сфері інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення технологічної міцності Європи за ключовими стратегічними напрямами та створити умови для того, щоб малі та середні підприємства, що розвиваються, зайняли ключові позиції на ринках, що розвиваються, а також сприяти інновації інформаційно-комунікаційних технологій у всіх економічних секторах;
- сприяти доступу в Інтернет і використанню Інтернету всіма європейськими громадянами, а зокрема шляхом дій, які сприятимуть грамотності в області цифрових технологій і доступності Інтернету.

На національному рівні держави-члени повинні:

- розробити оперативні стратегії для доступу до високошвидкісного Інтернету і зосередити державне фінансування, зокрема структурні фонди, на сферах, потреби яких не повною мірою задовольняються приватними інвестиціями;
- створити правову основу для координації державної діяльності зі скорочення витрат на розвиток мережі;
- заохочувати використання сучасних, доступних інтернет-послуг (таких, як електронний уряд, електронний портал щодо охорони здоров'я, «інтелектуальний дім», цифрові компетенції, безпека).

Порядок денний, у свою чергу, містить сім стовпів (7 pillars):

- для створення єдиного цифрового ринку – зняття бар'єрів і створення єдиних правил для вільного поширення онлайн-послуг та розваг за межі національних кордонів, створення єдиного простору онлайн-платежів, розвитку бізнесу завантаження музики, захисту споживачів ЄС у кіберпросторі;
- для розвитку інтероперабельності (експлуатаційної сумісності) і стандартів – покращення нормативних процедур та підвищення сумісності для досягнення безперешкодної взаємодії численних ІТ-пристроїв і устаткування, сховищ даних і послуг;

- для розвитку довіри і безпеки користувачів онлайн-транзакцій – зменшення загроз від шкідливого програмне забезпечення, скоординована європейська відповідь на кібератаки, посилені правила щодо захисту персональних даних;
- для розвитку дуже швидкого Інтернету – для телебачення високої чіткості та відеоконференцій, досягнення швидкостей 30 Мбіт /с для всіх користувачів і 100 Мбіт /с, принаймні для 50 % користувачів Інтернету до 2020 року, стимулювання інвестицій і прийняття комплексного плану радіочастотного спектру;
- для розвитку наукових досліджень та інновацій – залучення найкращих дослідників, створення інфраструктури світового класу, адекватне фінансування, переведення найкращих ідей в форму товарів і послуг, розширення координації та ліквідація розрізнених зусиль Європи;
- для підвищення електронних навичок – наразі понад 50 % європейців використовують Інтернет щодня – але 30 % не використовували його ніколи;
- для використання ІКТ для вирішення соціальних проблем – скорочення споживання енергії, підтримки життя старіючих громадян, революціонізації медичних послуг, підвищення якості державних послуг, оцифрування культурної спадщини Європи для забезпечення онлайнового доступу для всіх.

На виконання стратегії «Європа 2020» у 2014 р. стартувала рамкова програма ЄС з досліджень та інновацій «Горизонт 2020». Вона триватиме з 2014 р. до 2020 р. із загальним бюджетом приблизно 70 млрд євро [156].

«Горизонт 2020» є фінансовим інструментом реалізації флагманської ініціативи Інноваційного союзу, «Європа 2020» з метою зміцнення конкурентоспроможності Європи у глобальному вимірі, її економічного зростання та створення нових робочих місць. По суті, «Горизонт 2020» є не лише наступною Рамковою програмою після Сьомої рамкової програми з досліджень та технологічного розвитку. «Горизонт 2020» об'єднує:

- Рамкову програму з досліджень та інноваційного розвитку (РП);
- Рамкову програму конкурентоспроможності та інновацій (CIP);
- Європейський інститут інновацій та технологій (EIT).

Програма «Горизонт 2020» зосередить фінансування на трьох різних, взаємодоповнюючих пріоритетах ЄС. Ці пріоритети відповідають пріоритетам, визначеним в програмі «Європа 2020» та Інноваційним Союзом, і включають зокрема «Лідерство у промисловості (Industrial Leadership)» [152]. Ця частина програми спрямована на те, щоб зробити Європу більш привабливим місцем для інвестицій у наукові дослідження та інновації (включаючи екологічні інновації) шляхом заохочення діяльності на замовлення бізнесу. Вказаний напрям забезпечить основні інвестиції в ключові промислові технології, надасть європейським компаніям максимальної можливості подальшого розвитку, забезпечуючи їх достатнім рівнем фінансування, та допоможе інноваційним малим та середнім підприємствам вирости до провідних світових компаній. Ця частина програми буде забезпечувати лідерство у передових та промислових технологіях за допомогою спеціальної підтримки інформаційно-комунікаційних технологій, нанотехнологій, розробки нових матеріалів, біотехнологій, передових технологічних процесів та космічних технологій, забезпечуючи також підтримку перехресних (crosscutting) дій для використання сукупних переваг об'єднання кількох ключових передових технологій (наприклад, NBIC-технологій).

Програма передбачає стимулювання європейського лідерства у промисловості за допомогою наукових досліджень, технологічних розробок, демонстрацій та інновацій у таких передових галузях як, зокрема, інформаційно-комунікаційні технології, а саме: нове покоління компонентів та систем; нове покоління комп'ютеризованих систем; майбутнє мережі Інтернет; технології управління вмістом та управління інформаційними потоками; новітні інтерфейси та роботи; мікро- та наноелектроніка і фотоніка.

Міжнародна співпраця ЄС з партнерами з третіх країн необхідна для ефективного досягнення багатьох специфічних цілей, визначених програмою «Горизонт 2020», зокрема:

- цілей, пов'язаних із зовнішньою політикою та міжнародними зобов'язаннями ЄС. Це стосується всіх суспільних викликів, визначених програмою «Горизонт 2020», які є глобальними за своєю природою;
- для фундаментальних досліджень та досліджень у нових областях науки і техніки. Тому сприяння пересуванню дослідників на міжнародному рівні має вирішальне значення для такої глобальної співпраці;
- для посилення конкурентоспроможності європейської промисловості завдяки сприянню залученню та торгівлі новітніми технологіями, наприклад, за допомогою розробки всесвітніх стандартів та керівництв з експлуатаційної сумісності, а також завдяки сприянню та розгортанню європейських технічних рішень за межами Європи.

Міжнародна співпраця за програмою «Горизонт 2020» зосереджуватиметься на співпраці з трьома основними групами країн:

- індустріалізовані країни з економікою перехідного періоду;
- країни розширення ЄС та країни-сусіди;
- країни, що розвиваються.

В умовах підписання «Угоди про асоціацію між Україною», з *одного боку*, і Європейським Союзом, Європейською спільнотою з атомної енергії та їх державами-членами, від 21 березня 2014 р. і 27 червня 2014 р.», з *іншого боку*, (Угода про Асоціацію України з ЄС), на Україну розповсюджується пакет умов співробітництва у науково-технічній сфері (в тому числі у сфері ІКТ), що характеризується більш пільговими відносинами при виконанні спільних міжнародних проектів [146].

Парламентські слухання з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні, що відбулися 18 червня 2014 р., зазначили, що в Україні закладено правові засади побудови інформаційного суспільства: прийнято Закони України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 рр.», «Про інформацію», «Про доступ до публічної інформації», «Про захист персональних

даних», «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах», «Про електронний цифровий підпис», «Про телебачення і радіомовлення», «Про друковані засоби масової інформації (пресу) в Україні», «Про державну таємницю», «Про науково-технічну інформацію», «Про телекомунікації», «Про Суспільне телебачення і радіомовлення України», «Про Концепцію Національної програми інформатизації», «Про Національну програму інформатизації» та інші нормативно-правові акти, які регулюють суспільні відносини щодо створення інформаційних електронних ресурсів, захисту інтелектуальної власності на ці ресурси, впровадження електронного документообігу, захисту інформації тощо [33].

Учасники парламентських слухань 18.06.2014 р. відмітили, що Україна має висококваліфікований кадровий потенціал в інформаційній сфері, постійно зростаючий та поновлюваний парк комп'ютерної техніки, сучасні системи та засоби телекомунікацій, зв'язку, високий ступінь інформатизації банківської сфери.

Проте сучасне суспільство характеризується якісно новими тенденціями розвитку в інформаційній сфері, насамперед стрімким формуванням глобального інформаційного простору та глобальним інформаційним протиборством, розробкою і використанням новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, виникненням принципово нових суспільних відносин за різноманітними напрямами інформаційної діяльності, зокрема, електронне урядування, доступ до публічної інформації, функціонування засобів масової інформації, державна статистика і документообіг, інформаційна діяльність у галузях освіти і науки, культури і мистецтва, в економічній, фінансовій, банківській, правоохоронній, законотворчій та інших сферах, які потребують всебічного дослідження і належного правового забезпечення. Поряд з цим вагомою складовою інформаційної сфери залишається інформаційна інфраструктура, розвиток якої є складним і наукоємним процесом.

У контексті євроінтеграції України актуалізується проблема вивчення досвіду становлення інформаційного суспільства у країнах – членах Європейського Союзу, а також імплементації норм правових актів ЄС в інформаційне законодавство України.

Як наслідок, у переліку пріоритетів стратегічного розвитку України особливе місце повинні займати:

- захист прав, свобод і безпеки громадян в інформаційній сфері;
- відмова від ідей тотального інформаційного контролю;
- розвиток інноваційних галузей економіки, зокрема вітчизняної індустрії інформаційних технологій, надання послуг та виробництво програмної продукції.

За часів незалежності України галузь інформаційних технологій розвивалася практично без підтримки з боку держави, роль якої переважно зводилася до збору статистичних відомостей, які часто не відображали реального стану справ. Водночас в Україні сформувалися досить потужний інтелектуальний потенціал та високі темпи зростання у сфері програмної продукції.

Відсутність державної підтримки національної індустрії програмної продукції в умовах, коли вона перебуває на етапі становлення, може призвести до негативних наслідків, зокрема стагнації і втрати конкурентоспроможності вітчизняних компаній на світовому ринку. Всебічної громадської і державної підтримки також потребує виробництво вітчизняної інформаційно-аналітичної, кіно- та медіапродукції, насамперед в умовах інформаційної агресії проти України. Вкрай актуальною за цих умов є проблема розробки дієвої інформаційної політики та системи забезпечення інформаційної безпеки України.

Таким чином, усі напрями розвитку інформаційного суспільства, наведені в рекомендаціях парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні від 18 червня 2014 р., поділені на такі основні блоки:

- державна політика у сфері інформаційного суспільства;
- інформаційна безпека України;
- освіта та кадрове забезпечення інформаційної сфери;
- електронне управління та електронні сервіси для бізнесу та громадян;
- розвиток електронної економіки;

- технічне забезпечення розвитку телекомунікацій та зв'язку;
- наукове і науково-технічне забезпечення розвитку інформаційного суспільства

Розглянемо більш детально *рекомендації цих парламентських слухань за визначеними напрямами розвитку інформаційного суспільства*:

1. Щодо державної політики у сфері інформаційного суспільства:

А) Верховній Раді України:

- внести зміни до Закону України «Про засади внутрішньої і зовнішньої політики», спрямовані на розвиток інформаційного суспільства;
- створити тимчасову слідчу комісію Верховної Ради України щодо розслідування обставин проведення приватизації ВАТ «Укртелеком»;
- доручити Рахунковій палаті провести перевірки щодо ефективності витрачання бюджетних коштів на виконання програм з інформатизації за період 2010 – 2014 рр. (як Генеральним державним замовником і державними замовниками окремих завдань (проектів) Національної програми інформатизації, так і впровадження інформаційних систем в органах державної влади, що були здійснені поза межами національної програми інформатизації).

Б) Кабінету Міністрів України:

- розробити проект Закону України про внесення змін до Закону України «Про засади внутрішньої і зовнішньої політики», спрямований на розвиток інформаційного суспільства;
- розробити оновлену концепцію державної інформаційної політики України;
- розробити та внести на розгляд Верховної Ради України проект Закону України про внесення змін до деяких законодавчих актів України з урахуванням практики застосування Закону України «Про доступ до публічної інформації» та з метою усунення правових колізій, що виникли внаслідок прийняття Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України

у зв'язку з прийняттям Закону України «Про інформацію» та Закону України «Про доступ до публічної інформації»;

- підготувати та внести на розгляд Верховної Ради України загальнодержавну програму розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2016 – 2020 рр.;
- визначити пріоритетні напрями діяльності органів виконавчої влади з питань становлення і розвитку інформаційного суспільства в умовах інформаційної глобалізації та євроінтеграції України, а також інформаційної «війни»;
- розробити державну програму впровадження інформаційних комунікаційних технологій (ІКТ) як мотиваційну базу їх розвитку та перетворення на один з головних чинників зростання інноваційного, соціально-економічного та культурно-освітянського потенціалу держави в умовах інформаційного суспільства;
- провести під час розробки державної програми впровадження інформаційних комунікаційних технологій системний аналіз питань державного управління в інформаційній сфері, запропонувати визначення єдиного органу виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики з питань розвитку інформаційного суспільства та впровадження ІКТ;
- удосконалити Національну систему індикаторів розвитку інформаційного суспільства, гармонізувавши її з відповідними показниками ЄС;
- здійснити заходи з підготовки до Всесвітнього саміту з питань інформаційного суспільства, який має відбутися у 2015 р.;
- розробити проект Закону України про внесення змін до Закону України «Про захист персональних даних» щодо вдосконалення системи захисту персональних даних та моніторингу її ефективності з метою виконання взятих на себе державою міжнародних зобов'язань, забезпечення балансу між правом на повагу до особистого життя, правом на доступ до інформації та правом на свободу вираження поглядів;

- розробити проект Закону України про внесення змін до законів України «Про телекомунікації» та «Про радіочастотний ресурс України», спрямований на гармонізацію з директивами ЄС від 2002 р. (№№ 19-22) та від 2009 р. (№ 136 та № 140).

2. Щодо інформаційної безпеки України:

А) Верховній Раді України:

- законодавчо визначити засади державної політики щодо забезпечення інформаційної безпеки України як однієї з основних конституційно визначених функцій держави.

Б) Кабінету Міністрів України:

- сформувати ефективну систему забезпечення інформаційної безпеки України та її складової – кібернетичної безпеки;
- утворити державний орган чи координаційний центр для здійснення контролю та регуляції політики в галузі інформаційної безпеки України;
- розробити проект Закону України про кібернетичну безпеку у системній кореляції з вирішенням питань захисту та забезпечення прав і свобод громадян, конституційних засад української держави;
- розробити нормативну базу та здійснити організаційно-технічні заходи, необхідні для фіксування та використання у цивільному і кримінальному процесі даних, відомостей і матеріалів, у тому числі і доказових, що були отримані за допомогою засобів ІКТ;
- з'ясувати та оприлюднити структуру власності компанії «Зеонбуд», «Київстар», «МТС», зокрема, розглянувши потенційні загрози інформаційному простору країни у зв'язку з монопольним становищем цих компаній;
- забезпечити координацію діяльності органів державної влади, їх ефективну взаємодію із засобами масової інформації та інститутами громадянського суспільства щодо розвитку вітчизняного інформаційного простору і захисту національних інтересів в інформаційній сфері;

- забезпечити розробку та обов'язкове впровадження програмного забезпечення вітчизняного виробництва (зокрема вітчизняної операційної системи, антивірусного програмного забезпечення) в органах влади з метою забезпечення кібернетичної безпеки в Україні;
- забезпечити наявність та розвиток сучасної системи оперативного зв'язку між державними органами влади та органами місцевого самоврядування;
- спростити запровадження комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) в державних органах влади та органах місцевого самоврядування, підвищити прозорість процедури отримання сертифікатів відповідності вимогам КСЗІ та зниження вартості її впровадження;
- забезпечити захист від кіберзагроз критично важливих об'єктів національної інфраструктури, зокрема атомних електростанцій, гідроелектростанцій, трубопроводів тощо шляхом проведення аудиту інформаційної безпеки і запровадження відповідних вимог, обов'язкових для підприємств усіх форм власності;
- створити єдиний національний ІТ-депозитарій (резервну копію «бекапу» критично важливих інформаційних ресурсів для держави);
- адаптувати системи захисту державних інформаційних ресурсів до вимог та стандартів Європейського Союзу з проведенням тестів на проникнення критично важливих об'єктів національної інфраструктури.

В) Національній раді України з питань телебачення і радіомовлення:

- з'ясувати обставини отримання окремими телевізійними компаніями множинних ліцензій на здійснення мовлення.

3. Щодо освіти та кадрового забезпечення інформаційної сфери Кабінету Міністрів України:

- організувати ефективну співпрацю бізнес-структур, вищих навчальних закладів та студентів щодо укладення тристоронніх

договорів цільової підготовки фахівців з питань ІКТ та захисту інформації, інших складових інформаційного суспільства із подальшим відпрацюванням на користь компанії-інвестора, у тому числі і при започаткуванні студентами власної справи, створивши відповідну нормативно-правову базу;

- забезпечити створення депозитарію цифрових навчальних матеріалів;
- організувати оволодіння основами ІКТ в обсягах, необхідних для їх використання у майбутній професійній діяльності, всіма випускниками вищих навчальних закладів, залучення фахівців інформаційної сфери до розробки стандартів освіти, навчальних планів і навчальних програм;
- забезпечити оновлення матеріальної бази вищих навчальних закладів і наукових установ, що здійснюють дослідження і готують фахівців інформаційної сфери;
- сприяти розвитку та впровадженню, зокрема в освітні процеси, новітніх комп'ютерних технологій, у тому числі використанню мультимедійних засобів за всіма навчальними дисциплінами в середніх загальноосвітніх школах;
- забезпечити викладення у середніх загальноосвітніх школах правил роботи в соціальних мережах, участі у форумах, захисту персональних даних та мережевої етики з урахуванням сучасного стану розвитку ІКТ.

4. Щодо електронного управління та електронних сервісів для бізнесу та громадян Кабінету Міністрів України:

- організувати спільні перевірки із залученням Рахункової палати, Генеральної прокуратури України, Національної академії наук України та незалежних експертів договорів на розробку та впровадження інформаційних систем;
- розробити та внести законопроект про основні засади розвитку національної інформаційно-комунікаційної інфраструктури, що має визначити та врегулювати стандарти і порядок обміну дани-

ми між органами влади, суб'єктами господарювання та споживачами електронних послуг;

- забезпечити створення і підтримку в актуальному стані єдиних загальнодержавних довідників;
- забезпечити подання вищими навчальними закладами звітності в електронному форматі;
- забезпечити безумовне виконання органами державної влади та державним казначейством вимог статті 48 Бюджетного кодексу України;
- розробити проект Закону України про внесення змін до Закону України «Про доступ до публічної інформації» щодо засад оприлюднення органами державної влади відкритих даних та відповідальності за їх недотримання;
- організувати залучення бізнесу до реалізації проектів надання адміністративних послуг в електронному вигляді;
- забезпечити виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 р. № 1269 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми використання в органах державної влади програмного забезпечення з відкритим кодом на 2012 – 2015 рр.» з її уточненням у разі необхідності;
- організувати проведення переговорів з провідними компаніями – розробниками програмного забезпечення щодо отримання знижок на відповідне програмне забезпечення, яке використовується в органах влади (та придбання зазначеного програмного забезпечення у розстрочку);
- розробити та внести законопроект щодо визначення порядку впровадження і правил використання електронних засобів ідентифікації користувачів в інформаційному суспільстві та в інформаційних системах для отримання електронних послуг;
- вжити заходів щодо ліквідації заборгованості за виконані IT-проекти;
- організувати запровадження використання кодів бюджетної класифікації на видатки у сфері інформатизації та забезпечення об-

ліку програмного забезпечення й інформаційних ресурсів (баз даних, реєстрів, кадастрів тощо) як нематеріальних активів у бухгалтерських операціях.

5. Щодо розвитку електронної економіки Кабінету Міністрів України:

- організувати підтримку галузі з розробки програмного забезпечення як ключової для розвитку економіки вищих технологічних укладів в Україні;
- організувати оновлення чинної законодавчої бази щодо впровадження потужних та сфокусованих податкових стимулів для ІТ-бізнесу, забезпечивши проведення відповідного дослідження щодо економічного ефекту від зазначених стимулів;
- надати доручення щодо проведення внутрішнього розслідування щодо виявлення фактів перевищення службових повноважень при перевірках ІТ-компаній та забезпечити мінімізацію перевірок суб'єктів господарювання, які працюють в ІТ-сфері;
- розглянути питання про створення при Державній фіскальній службі України робочої групи з метою формування відповідних узагальнюючих податкових консультацій щодо вдосконалення методів практичного застосування державного стимулювання в ІТ-сфері;
- внести законодавчі пропозиції щодо вдосконалення оцінки об'єктів інтелектуальної власності в Україні, зокрема з метою оподаткування та правового захисту зазначених активів;
- внести законодавчі пропозиції щодо оподаткування доходів із використання пошукових систем, рекламних інтернет-агенцій та інших суб'єктів господарювання, що отримуються на території України, з урахуванням міжнародного досвіду;
- сприяти створенню умов для розвитку функціонування сфери надання електронних довірчих послуг, забезпечення рівних можливостей для доступу до надання електронних довірчих послуг, захисту прав їх суб'єктів, визнання в Україні іноземних електронних підписів та сертифікатів;

- сприяти розвитку малого IT-підприємництва, зокрема організувати розробку правової бази для визначення таких форм співпраці в IT-галузі, як «фріланс» та «аутсорсинг».

6. Щодо технічного забезпечення розвитку телекомунікацій та зв'язку Кабінету Міністрів України:

- внести законодавчі пропозиції щодо використання національного науково-технічного потенціалу в космічній галузі для розвитку інформаційно-технологічних систем в Україні;
- розробити і забезпечити впровадження плану розвитку широкосмугового доступу (ШСД) на основі лібералізації мобільного ринку ШСД;
- затвердити план впровадження 4G та LTE, забезпечивши підтримку системи супутникового зв'язку «Либідь», зокрема шляхом внесення змін до чинного плану використання радіочастотного ресурсу України;
- розробити законопроект щодо внесення змін до Закону України «Про радіочастотний ресурс України» в частині визначення механізмів запобігання антиконкурентним діям щодо накопичення радіочастотного ресурсу та вдосконалення механізму визначення спеціальних користувачів радіочастотного ресурсу;
- сприяти прискоренню визнання європейських сертифікатів відповідності на радіоелектронні засоби та випромінювальні пристрої, ввезені в Україну.

7. Щодо наукового і науково-технічного забезпечення розвитку інформаційного суспільства Кабінету Міністрів України, Національній академії наук України і національним галузевим академіям наук України:

- організувати та забезпечити розробку наукових і прикладних засад трансформації інформаційного суспільства в суспільство знань як інноваційну основу подальшого суспільно-економічного розвитку України;
- визначити пріоритети наукових і науково-технічних досліджень та розробок щодо становлення і розвитку інформаційного су-

спільства із соціогуманітарних, технологічних та інноваційних проблем;

- запровадити механізми стимулювання суб'єктів господарювання щодо розвитку співробітництва з науковими установами та вищими навчальними закладами з метою розробки і впровадження інформаційних технологій, ресурсів, продукції і послуг та їх правового забезпечення;
- забезпечити, з урахуванням рішень Національної академії правових наук України, виокремлення інформаційного права і права інтелектуальної власності в окрему наукову спеціальність, що сприятиме розвитку інформаційного суспільства;
- забезпечити координацію наявних в Україні академічних мереж обміну даних «Уран» і «Укрнет»;
- створити єдиний науковий інформаційний простір, що забезпечить інтеграцію різних видів наукових ресурсів;
- укласти централізовані угоди на закупівлю наукової інформації на державному рівні, зокрема, забезпечивши доступ до електронних ресурсів наукометричних баз «Скопус», «Івепоовсайнс».

Як відмічають фахівці, вказані напрями розвитку інформаційного суспільства за своїм змістовним навантаженням ототожнюється із інформаційною політикою [106; 107; 108].

Нелогічність та суперечливість даного підходу є наразі очевидною з таких наукових інформаціологічних причин:

1) Державна політика у сфері розвитку інформаційного суспільства (ІС) включає до себе усі складові, котрі перераховані в Рекомендаціях парламентських слухань. Надмірна деталізація в кожному окремому документі складових утруднює розуміння механізму формування наново кожного їх переліку, а також унеможливлює системне забезпечення державної політики в інформаційній сфері.

2) Законодавчо складові державної політики у сфері інформаційного суспільства викладені у Стратегії розвитку інформаційного

суспільства України, зокрема за текстом Стратегії зазначено: основними напрямами реалізації Стратегії за зазначеними етапами є розвиток таких сфер суспільного життя: інформаційна інфраструктура; доступ до інформації та знань; е-економіка; електронне урядування; е-демократія; е-освіта; наука та інновації; е-культура; е-медицина; охорона навколишнього природного середовища; інформаційна безпека; міжнародне співробітництво.

3) У назвах цих сфер міститься некоректна юридична термінологія, що не є легітимованою в інформаційному законодавстві, а також усталеною серед інформаціологічної епістемологічної спільноти, а також є недоцільною для використання, оскільки не несе в собі змістовного навантаження, адекватного змісту інформаційних відносин, а також не співвідноситься із уже усталеною інформаційно-правовою термінологією, яка виробляється в рамках окремої галузі права – інформаційного права:

- «інформаційні сервіси», існує термін інформаційна послуга – послуга, надана громадянам та організаціям в електронному вигляді за допомогою ІКТ (е-послуга);
- «електронне управління», існує термін «електронне урядування» – форма організації державного управління, яка сприяє підвищенню ефективності, відкритості та прозорості діяльності органів державної влади та органів місцевого самоврядування з використанням інформаційно-телекомунікаційних технологій для формування нового типу держави, орієнтованої на задоволення потреб громадян; є одним з інструментів розвитку ІС;
- за текстом документа вживаються різні за змістом терміни як синонімічні: «інформаційна війна» – інформаційне протиборство», «електронне управління – державне управління в інформаційній сфері», тлумачення яких не надається, а також воно відсутнє у жодному правовому акті, яким регулюються суспільні інформаційні відносини;
- за текстом документа вживається неюридична термінологія, яка потребує додаткового пояснення, через що ускладнюється як

розуміння, так і правозастосування: системна кореляція, кіберзагрози, кібернетична безпека, бекап.

4) Фрагментарною є пропозиція щодо розроблення загальнодержавної програми розвитку ІС в Україні на 2016 – 2020 рр.:

- концептуальним документом у сфері регулювання інформаційних відносин має виступатиме Концепція державної інформаційної політики України, тому інші документи, на кшталт Стратегії розвитку інформаційного суспільства України тощо повинні мати похідний характер;
- згідно з першим пунктом, доцільно говорити про приведення інформаційного законодавства відповідно до загальної мети побудови інформаційного суспільства, запровадження надійної системи гарантування інформаційних прав та свобод, реалізації інформаційної функції держави;
- постає потреба в утворенні системного правового регулювання інформаційної політики, механізмом чого є доопрацювання тих документів, відповідно до виділених в рамках інформаційної політики сфер, котрих не вистачає;
- приведення у відповідність та уніфікація ухвалених наново і доопрацьованих документів другого рівня;
- механізмом реалізації стратегій як документів другого рівня мають виступати корелятивно пов'язані державні цільові програми за сферами державної інформаційної політики;
- визначення розвитку лише інформаційного є недостатнім і неповним, таким, що не відповідає системному характеру державної політики в інформаційній сфері.

5) При визначенні пропозицій стосовно удосконалення Національної системи індикаторів розвитку ІС обрано критерій: гармонізація її з відповідними показниками ЄС. В той же час, інформаційна політика формується для реалізації саме українських національних інтересів, зокрема національних інформаційних інтересів, тому основним напрямом удосконалення має стати створення умов для реалізації пріоритетних національних інтересів, нато-

мість досвід ЄС, а також європейські стандарти безпеки можуть бути використані в тій частині, яка сприятиме досягненню окресленої вище мети.

2.2. Перспективні розробки в галузі інформаційно-комунікаційних технологій України

2.2.1 Розробка програмного забезпечення

Розробка програмного забезпечення (ПЗ) залишається тим сегментом світового інформаційного ринку, питома вага якого постійно зростає. Основний продукт сегмента – це прикладні розробки, програми управління базами даних, системний менеджмент, системи діловодства та інші (middleware), частка яких складає три чверті від обсягу реалізації продукту сегмента. Наприклад, це мережні додатки для вирішення широкого спектра задач; управління базами даних (наприклад, DB2); система Tivoli для централізованого управління; система Lotus, що забезпечує взаємозв'язок виробників і споживачів; операційні системи для серверів тощо.

У 2005 – 2010 рр. широке розповсюдження у світі одержав модульний принцип розробки програмних продуктів, що дозволив суттєво автоматизувати цю роботу. З 2010 р. почали з'являтись програми, які здатні самовідлагоджуватися та самонавчатися. У наступному десятилітті у багатьох галузях на допомогу людині прийдуть експертні системи, а у більш віддаленій перспективі – нейронні мережі. Більш широке розповсюдження у різних галузях виробництва та бізнесу одержить також імітаційне моделювання [102].

Сьогодні Україна має гарні перспективи з розвитку ПЗ-бізнесу. В Україні нараховується більше 40 тисяч сертифікованих спеціалістів з інформаційних технологій. За цим показником вона посідає четверте місце у світі, поступаючись тільки США (200 тисяч), Індії (150 тисяч) та Росії (70 тисяч). Але в перерахунку на душу населення Україна

поступається тільки США [103]. Щорічно вітчизняна система вищого навчання випускає 32,5 тис. програмістів, хоча на практиці розробники ПЗ вимушені перенавчати молодих спеціалістів і витрачати додаткові кошти.

Українські ІТ-компанії мають багатий досвід офшорного програмування: з майже трьох тисяч фірм, які розробляють в Україні ПЗ, більше половини виконують іноземні замовлення. За двадцять років свого незалежного існування інформаційні технології в Україні залучили більше чверті усіх прямих іноземних інвестицій [127; 144].

14 грудня 2011 р. під час парламентських слухань у Верховній Раді на тему: «Створення в Україні сприятливих умов для розвитку індустрії програмного забезпечення» голова Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України В. Семиноженко також підкреслив, що «в Україні існують всі необхідні передумови для більш повної реалізації потенціалу індустрії програмного забезпечення: традиційно сильна фундаментальна математична база в системі вітчизняної освіти; позитивні результати діяльності українських компаній на міжнародному ринку програмного забезпечення та ІТ-сорсингу; фундаментальні наукові досягнення у сфері інформатики; системного аналізу; моделювання та програмування» [38].

За результатами досліджень, зауважив В. Семиноженко, Україна входить до п'ятірки світових лідерів за обсягами експорту програмних продуктів, поступаючись Індії, Китаю, Росії та випереджаючи Бразилію. Але, на думку незалежних експертів, українська ІТ-сфера буде лідирувати в переліку найбільш перспективних галузей економіки протягом найближчого десятиліття.

Серед чинників, які стримують розвиток сектора ПЗ (як і ІКТ галузі в цілому), слід назвати [38; 148, с. 346]:

- відсутність системного підходу до розвитку цього сектора;
- порушення діючих базових законів і нормативно-правових актів у частині інформатизації, що істотно знижувало темпи інформатизації, а також повільне впровадження сучасних ІКТ в економіку і бізнес, транспорт, науку і виробництво, торгівлю й інші сфери;

- незбалансований розвиток комп'ютерно-комунікаційного середовища (монополізація каналів зв'язку, велика кількість провайдерів різної кваліфікації) стимулював розвиток обмежених корпоративних мереж, викликав розрив у рівнях інформатизації регіонів;
- суттєві недоліки в податковій та інвестиційній політиці, збільшення податкового тиску на ІТ-бізнес внаслідок змін до Податкового кодексу України та затвердження ставок ввізного експортного мита;
- високий рівень обов´язкових відрахувань у соціальні фонди та податкові навантаження при значній частині витрат на оплату праці (яка повинна бути міжнародного рівня, інакше кваліфіковані фахівці будуть працювати тільки в іноземних компаніях) гальмують ведення легального бізнесу на міжнародному і українському ринку (конкурентний тиск на якому є дуже високим);
- проблеми піратства, що стосуються правової, технічної та економічної сфери неліцензійного програмного забезпечення.

На думку фахівців, що брали участь у суспільних слуханнях, за умови успішного впровадження вказаних ініціатив ІТ-індустрія досягне 40 % зростання на рік. Якщо ж ситуація не зміниться, то левова частка ІТ-ринку так і залишиться у тіні.

До перспективних напрямів розвитку української галузі ПЗ слід віднести [87; 94; 118; 121; 148]:

- створення конкурентного ПЗ у галузях математичних моделей та в галузі надання послуг (незважаючи на підвищення оплати праці протягом найближчих 3 – 5 років до середньоєвропейського рівня – з 1,5 тис. дол. США до 5 тис. дол. США, що зробить малоефективною систему аутосорсингу);
- укрупнення провідних українських компаній для виконання великих замовлень (сьогодні у самих великих вітчизняних ІТ-фірмах працює до тисячі програмістів, що за західними стандартами ледь досягає середнього рівня);

- розробка нових та використання західних стандартів навчання, які будуть відповідати сучасним вимогам і дозволять випускникові з однаковим успіхом працювати у будь-якому куточку світу;
- державна підтримка власного ринку ПЗ, дотримання законодавства у сфері інтелектуальної власності, покращення фіскальної політики (сьогодні українська податкова служба відмовляється відшкодовувати податок на додану вартість при експорті ПЗ);
- участь у перспективних проектах з розробки ПЗ для вирішення проблем світового рівня.

15 березня 2012 р. учасники парламентських слухань на тему: «Створення в Україні сприятливих умов для розвитку індустрії програмного забезпечення» зазначають, що майбутнє країни залежить від визначення позитивних тенденцій і напрямів розвитку її економіки [34].

Досвід розвинених країн переконує, що сьогодні найбільш перспективною парадигмою розвитку економіки виступає глобальна модель «суми високих технологій», яка базується на сучасній світовій інформаційно-комунікаційній структурі, що розвивається швидкими темпами. Провідні країни світу розбудовують новий технологічний уклад, який забезпечує інтенсивну взаємодію та взаємозбагачення різних технологічних напрямів (мікроелектроніка, нанонаука, інформатика, біотехнологія тощо).

Аналіз стратегічних пріоритетів розвитку показує, що на інноваційний режим галузей економіки визначальний вплив на даному етапі має індустрія інформаційних технологій та програмного забезпечення. Внесок ІТ-індустрії у світову економіку становить майже 1 трлн доларів на рік.

До *пріоритетів індустрії інформаційних технологій та програмного забезпечення* в світі і Україні відносяться:

1) Розробка програмних засобів як важливої інтелектуальної складової ІТ. Розробка ПЗ та послуг з їхнього впровадження в країнах – технологічних лідерах стала самодостатньою індустрією і суттєвим елементом відповідних національних стратегій. Якщо число робочих місць у світовій ІТ-індустрії в цілому за останні

шість років виросло на 40 %, то в галузі програмних засобів – на 76 %. Завдяки своїм особливостям індустрія програмування, як ніяка інша, опинилась у центрі процесів глобалізації світової економіки.

На сьогодні індустрія програмного забезпечення є найбільш високотехнологічною й високорентабельною сферою економіки України. Її особливість та відмінність від інших ділянок технології полягає в тому, що вона не потребує з боку держави значних капітальних вкладень та інвестицій, не вимагає великих природних ресурсів, є екологічно чистою, сприяє реалізації високого наукового, інтелектуального і технологічного потенціалу країни.

За даними статистики в Україні, на ринку IT функціонують дві тисячі компаній, в яких працює понад 150 тисяч осіб. За експертними оцінками валовий дохід компаній індустрії ПЗ становить понад 15 млрд грн із середнім приростом щороку у 30 – 40 %. Близько 80 % загального доходу галузі припадає на експортні послуги.

Накопичено досвід підготовки спеціалістів у IT-сфері в межах інтеграції до світового науково-освітнього простору. Науково-дослідна мережа НАН України «УАРНЕТ» та національна грід-інфраструктура за рахунок доступу до світових інформаційних ресурсів, баз даних і знань, віддалених центрів суперкомп'ютерних обчислень відкривають нові перспективи міжнародної співпраці в науці та освіті. Науково-освітня мережа УРАН Міністерства освіти і науки України підключена до науково-освітньої мережі GEANT2, з'єднана з 34 європейськими країнами, до неї мають доступ більше 3500 університетів та наукових установ Європи, США та інших країн світу.

2) Розвиток ринку IT-аутсорсингу. Найбільш характерним виявом специфіки індустрії ПЗ стало широке використання провідними світовими IT-компаніями фахових ресурсів з інших країн (так званий IT-аутсорсинг).

У світовому рейтингу виробників ПЗ Україна посідає 15 місце. У нашій країні налічується близько двох тисяч компаній, що займаються розробкою ПЗ. Тут зайнято близько 25 – 30 тисяч вітчизняних фахівців,

причому 55 – 60 % українського аутсорсингу – це продукція на експорт. Індустрія ПЗ добре розвинена в Києві, де працевлаштовано більше 50 відсотків усіх фахівців у сфері розробки ПЗ, швидко розвивається у Львові, Харкові, Дніпропетровську, Донецьку, Сімферополі та інших містах.

За останні три роки Україна стала одним з найпривабливіших об'єктів для аутсорсингу в Східній Європі. Згідно з даними goaleurope.com офшорний аутсорсинговий ринок в Україні за останні роки зріс на 47 %. При цьому щорічно на ринку праці з'являється до 30 тисяч випускників вищих навчальних закладів (ВНЗ) – фахівців у сфері ІТ-послуг.

За даними аналізу «Щорічної Глобальної Аутсорсингової Доповіді GS100», Україна перебуває на 11-му місці в Топ-20 найбільших світових центрів за кількістю зайнятих у галузі людей. Україна є першою також у списку серед країн Центральної та Східної Європи, випереджаючи Росію, Білорусь і Польщу.

Однак в останні роки, на додаток до глобальної кризи у світовій економіці, український ІТ-аутсорсинг значною мірою постраждав від економічної та політичної ситуації в країні. Багато країн – конкурентів України в ІТ-аутсорсингу заснували спеціальні податкові структури контролю аутсорсингу, виводячи в такий спосіб галузь у більш вигідне становище і стимулюючи її зростання. Наприклад, Індія, Китай, Бразилія, Росія і Румунія ввели податкові ставки для постачальників ПЗ у декілька разів нижчі, ніж в Україні. У Білорусі прийнято спеціальну урядову програму стимулювання індустрії розробки ПЗ – «Білоруський Хай-Тек Парк», де запроваджено особливі умови оподаткування розвитку ІТ-бізнесу, безпрецедентні для європейських країн.

Для українських виробників ПЗ існують й інші негативні чинники, що стримують розвиток галузі: недостатній рівень проектного та організаційного менеджменту в українських компаніях, юридична неврегульованість відносин суб'єктів ринку ПЗ, недостатній рівень володіння англійською мовою у фахівців. До того ж «експортоорієнтований» характер розвитку галузі не спроможний забезпечити створення повноцінної самодостатньої індустрії програмного продукту (далі – ПП), стимулюючи тільки окремі її складові. Деякі з негативних факторів носять характер загроз безпеці країни (нівелювання національних рис

культури, «відтік мізків», неконтрольований експорт стратегічної інформації тощо).

3) Піратство програмного забезпечення. В Україні згідно з дослідженням Асоціації виробників програмного забезпечення (Business Software Alliance), що охопило 32 країни, 69 % користувачів комп'ютерів використовують ПЗ, отримане з нелегальних джерел. У середньому в усіх країнах частка користувачів, які використовують ПЗ нелегально, становить 47 %. В Україні 16 % користувачів завжди отримують ПЗ із нелегальних джерел (купують піратські диски на ринках або завантажують програми з локальних мереж та Інтернету), а 53 % – вчиняють так у більшості випадків. Сьогодні 26 % усіх торговельних точок в Україні, які продають програмне забезпечення для комп'ютерів, активно пропонують саме неліцензійне ПЗ. Високий рівень піратства (40 % і вище) відзначають експерти в таких містах, як Вінниця, Луганськ, Полтава, Черкаси, Кривий Ріг.

За експертними оцінками, ринок послуг з установлення неліцензійного ПЗ домашнім користувачам становить 11 млн дол. Ціни за встановлення неліцензійного ПЗ залежно від кількості програм і регіону варіюються від 250 до 800 гривень. Установлення піратського ПЗ може завдавати шкоди і самим споживачам послуг – починаючи від втрати продуктивності комп'ютера і закінчуючи розповсюдженням шкідливих програм і втратою особистих даних. За останні два роки щорічно відбувається подвоєння кількості звернень, пов'язаних із проблемами, викликаними зараженням вірусними програмами. Можна зробити висновок про те, що за два роки загроза зросла в середньому в 4 рази. Використання неліцензійного ПЗ – одна з найсерйозніших загроз для легального бізнесу. Крім штрафів, пов'язаних із перевірками, йому загрожує низка негативних наслідків: втрата довіри клієнтів і самих клієнтів, зниження інвестиційної привабливості, втрата даних, підвищена вразливість, відсутність оновлень ПЗ. Крім того, такий бізнес не зможе ані пройти сертифікацію, ані вийти на міжнародний ринок. За даними інвентаризації, у 2011 р. в органах виконавчої влади України використовується 45,5 % неліцензійних комп'ютерних програм.

Проведений МВС України аналіз викритих протягом 2002 – 2011 рр. злочинів, пов'язаних із порушенням авторського права і суміжних прав, свідчить про те, що серед 3364 виявлених злочинів 1842 (55 %) – злочини, пов'язані з порушенням прав на комп'ютерне ПЗ.

4) Інтелектуальна власність в індустрії програмного забезпечення. Світовий софтверний бізнес – ринок інтелектуальної власності (ІВ) у вигляді відчуження майнових прав ІВ, ліцензійних угод про використання ПЗ, баз даних і роздрібних продажів примірників програмних продуктів у супроводі «коробкових ліцензій».

Водночас за останні 5 років в Україні зареєстровано лише 4,5 тисячі комп'ютерних програм і 235 баз даних, хоча створюється їх на декілька порядків більше. Вартість затрачених інтелектуальних ресурсів значно перевищує вартість використаних матеріальних. Програмне забезпечення постійно перебуває під загрозою несанкціонованого копіювання, що ускладнює отримання правовласником належної винагороди. Больові точки вітчизняного софтверного бізнесу – відсутність чи недоліки оформлення нематеріальних активів, невирішені проблеми з авторами і первинними правовласниками програм для ЕОМ (працівниками) і як наслідок – «торгівля повітрям», введення в оману і порушення податкового законодавства.

Розвитку ІТ-технологій у країні сприятиме здійснення комплексу заходів, спрямованих на використання у всіх сферах діяльності лише ліцензійного програмного забезпечення, зокрема удосконалення законодавства про авторське право і суміжні права щодо використання ПЗ з урахуванням його специфіки та прийняття спеціальних законів України про охорону комп'ютерних програм і про охорону баз даних.

У галузі законодавства необхідно навести системний лад у нормах чинних законів з інтелектуальної власності, в першу чергу тих, що регулюють авторське право розробників комп'ютерних програм, їх відносини з роботодавцями, запровадити організаційно-правові механізми їх використання. Це дозволить знизити рівень піратства та підвищити податкові надходження до Державного бюджету. Так, у країнах з рівнем піратства меншим, ніж 30 %, ІТ-сектор економіки продукує більш

як 3,5 % ВВП, у країнах з рівнем піратства більшим, ніж 85 %, – менше 1,5 %.

Податкова, фінансово-кредитна та інвестиційна політика держави повинна стимулювати розробку ПП як вид діяльності та реінвестування доходів софтверних компаній у свій розвиток. У цьому напрямі можливі такі заходи, як зниження ставки соціальних податків для підприємств – розробників ПП, частка витрат яких на оплату праці в собівартості продукції чи послуг перевищує 50 відсотків, звільнення від оподаткування експортних доходів від ліцензійних платежів за ПП, розроблений в Україні тощо.

5) Підготовка фахівців. До навчальних програм ВНЗ та наукових установ, що готують фахівців у галузі ІТ, необхідно ввести курси з конструювання ПЗ, менеджменту якості ПП, систем менеджменту якості софтверних організацій, стандартів у галузі програмної інженерії, управління проектами, реінжинірингу бізнес-процесів, маркетингу, основ організаційного менеджменту, а до навчальних програм ВНЗ юридичного профілю – курси з правового регулювання відносин у галузі програмної індустрії, яка функціонує в умовах ринку. Кардинальне вирішення проблеми підготовки фахівців для індустрії ПП лежить через розробку та впровадження у ВНЗ нового напряму навчання – «програмна інженерія» (software engineering).

6) Стандартизація також має важливе значення для функціонування будь-якої індустрії. Необхідно забезпечити введення в дію в Україні міжнародних стандартів у галузі програмування.

7) Розвиток інноваційної інфраструктури. Крім заходів, які чинять інтегральну дію на об'єкт державної політики – законодавство, податковий режим, наука, освіта, стандарти тощо, важливим є питання розвитку інноваційної інфраструктури – концентрації діяльності, пов'язаної з розробкою ПП, на географічно та організаційно окреслених територіях зі спеціальним статусом, який стимулює таку діяльність, – у технопарках, інноваційних кластерах, наукових парках та інших інноваційних структурах. До таких

структур повинні входити не тільки компанії-розробники ПП, а й науково-дослідні організації, маркетингові та юридичні компанії, видавничі й виставкові компанії тощо. Про ефективність інноваційної діяльності у таких організаційних формах свідчить досвід США, Індії, Китаю, Росії та інших країн.

Каталізатором розвитку ІТ-галузі можуть бути також міжнародні технологічні компанії. Для цього держава повинна створити відповідні умови їх діяльності – законодавчо захистити їх інвестиції, трансфер технологій, стимулювати діяльність таких компаній в Україні податковою політикою.

Для ефективної реалізації експортних можливостей у галузі ПП посольствам і торговим представництвам України необхідно проводити активну інформаційну, маркетингову та рекламну роботу на зарубіжних ринках. Інформаційну підтримку такої діяльності можуть надавати громадські професійні об'єднання, а також софтверні компанії.

8) Програмно-цільовий підхід. Оскільки проблема створення індустрії ПЗ має комплексний міжгалузевий характер, для її вирішення необхідно використати системний програмно-цільовий підхід. Проте державні науково-технічні програми, які розроблялись в Україні, найчастіше вирішували завдання збереження потенціалу на досягнутому раніше рівні і тому носили координаційний, а не програмно-цільовий характер. У даному випадку необхідна «ударна» державна цільова програма з конкретними цілями і завданнями, яка пов'яже різнопланові заходи і проекти, встановить ключові індикатори стану індустрії ПЗ, процедури їх моніторингу та заходи щодо коригування ходу виконання програми відповідно до її стратегічних цілей.

Зокрема, учасники парламентських слухань на тему: «Створення в Україні сприятливих умов для розвитку індустрії програмного забезпечення» 15.03.2012 р. рекомендували Кабінету Міністрів України за участю Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Національної академії наук України, Міністерства фінансів України, Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України, інших центральних органів виконавчої влади, представників ІТ- бізнесу:

- у рамках реалізації Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» розробити Державну цільову науково-технічну програму «Економічні, організаційні та науково-технологічні засади створення індустрії програмного забезпечення» на 2012 – 2016 рр.;
- переглянути підходи до формування річних завдань Національної програми інформатизації та їх ресурсного забезпечення у бік системного створення сфери національної програмної продукції та послуг;
- забезпечити створення загальнодержавних класифікаторів, рубрикаторів, форматів, засобів лінгвістичного забезпечення, необхідних для формування та функціонування електронних документів, що базуються на сучасному інтелектуальному програмно-лінгвістичному забезпеченні;
- вжити заходів щодо розробки програмних засобів забезпечення сумісності систем електронного документообігу органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, врахувавши необхідність уніфікації лінгвістичних компонентів відповідного ПЗ;
- забезпечити інформаційну взаємодію та обмін електронними документами між системами електронного документообігу органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування через застосування єдиних уніфікованих форматів, протоколів та лінгвістичного забезпечення електронного документообігу;
- удосконалити систему державних статистичних спостережень з метою створення системи моніторингу індустрії програмної продукції, розробити методику визначення рівня піратської активності у сфері програмного забезпечення;
- запровадити єдиний державний реєстр підприємств індустрії програмного забезпечення, яким створюються сприятливі умови для розвитку на основі об'єктивних критеріїв та з урахуванням виконання ними державно важливих завдань;
- створити відкриту онлайнову базу даних вітчизняних виробників програмного забезпечення та загальнодержавного банку замовлень ПЗ на його розробку;

- сприяти створенню та забезпеченню постійного функціонування, оновлення й вільного доступу до відкритих онлайнових засобів програмно-інформаційного та лінгвістичного забезпечення, що мають загальнодержавне значення;
- розглянути можливість введення «канікул» (від 1 до 3 років) для новоутворених підприємств у галузі програмного забезпечення;
- вжити заходів щодо запровадження пільгового оподаткування для розробників програмного забезпечення;
- передбачити заходи щодо впровадження в державних установах України програмного та лінгвістичного забезпечення вітчизняного виробництва та програмного забезпечення, що вільно розповсюджується;
- упорядкувати організаційні заходи та режими використання на території України комерційного програмного забезпечення іноземного виробництва та документів у форматах, що створюються виключно в такому програмному забезпеченні;
- удосконалити інфраструктуру створення та використання ліцензійних комп'ютерних програм, програмних засобів лінгвістичного забезпечення, що адаптовані для потреб державних установ та відповідають вимогам державних стандартів;
- затвердити єдині технічні вимоги до програмного забезпечення, що використовується органами державної влади;
- затвердити Концепцію державної цільової програми ліцензування (легалізації) програмного забезпечення, що використовується органами державної влади (2011 – 2015 рр.);
- підготувати законодавчі пропозиції щодо єдиного визначення роялті у Податковому кодексі України; скасування обмежень, встановлених Податковим кодексом України на користування авторським правом на комп'ютерні програми; врахування в проектах Державного бюджету України видатків для центральних органів виконавчої влади щодо легалізації ПЗ та на встановлення ПЗ із відкритим кодом;

- розробити і впровадити сучасні галузеві та освітні стандарти в ІТ-сфері; сприяти залученню виробників ПЗ до процесу інвестування частки прибутків у відповідні навчальні заклади, активізації діяльності із залучення вітчизняних ІТ-компаній до системи підготовки ІТ-спеціалістів;
- посилити співпрацю з Міжнародною федерацією співтовариств інженерної освіти (IFEES), Європейською мережею акредитації у галузі інженерної освіти (ENAEE), Міжнародною асоціацією інженерної педагогіки та європейською асоціацією інженерної освіти (SEFI) щодо підготовки ІТ-спеціалістів;
- вирішити питання щодо:надання особливого статусу науково-навчально-виробничих університетів ВНЗ, що працюють у сфері ІКТ, з метою створення на їхній базі центрів підготовки програмістів та системних адміністраторів для вітчизняної індустрії ПЗ;надання державним освітнім установам та науковим установам НАН України права встановлювати (шляхом внесення змін до тарифної сітки) конкретні ставки програмістам та системним адміністраторам з виплатою відповідної заробітної плати за умови наявності коштів, спрямованих на реалізацію спеціальних проектів зі створення та/або супроводу ПП;
- спростити умови придбання комп'ютерної техніки, що використовується з метою розробки та/або супроводу вітчизняного ПЗ, для державних ВНЗ та установ НАН України; виконання спільних проектів інститутами НАН України і ВНЗ, що здійснюють підготовку фахівців у сфері індустрії програмування;
- розробити заходи державної підтримки вищої освіти та підготовки кандидатів і докторів наук у галузі інформаційних технологій. Зокрема, передбачити належне забезпечення сучасною комп'ютерною технікою та лабораторним обладнанням, створити пільгові умови для отримання ліцензованого ПЗ для навчальних цілей, забезпечити фінансування стажування викладачів, студентів, аспірантів та докторантів у провідних світових центрах ІТ-галузі;

- спростити проходження тендерних процедур для вищих навчальних закладів та установ НАН України з метою придбання ПЗ на пільгових умовах;
- виокремити в індустрії ПЗ підсистему зі створення програмних засобів навчального та лінгвістичного призначення для створення сприятливих умов розвитку інформатизації освіти в Україні, підвищення науково-методичного рівня проектування та ефективності використання в освітніх системах електронних освітніх ресурсів (ЕОР);
- здійснити заходи зі спрощення процедури відкриття та реєстрації нових підприємств з метою підвищення експорту вітчизняного ПЗ, в тому числі відкриття підприємств з іноземним капіталом; звільнення від експортного мита виробленої продукції та наданих послуг; введення пільг за умови придбання засобів виробництва на внутрішньому ринку у частині компенсації ПДВ та звільнення від акцизу.

2.2.2. Електронне управління та управління Інтернетом

Розглянемо деякі з найперспективніших для України напрямів розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, в яких участь держави найбільш значуща.

Успішним прикладом надання інформаційних послуг державою за допомогою ІТ-технологій може бути проект створення електронного уряду в окремих регіонах, містах, районах і, насамкінець, в державі в цілому. У сучасній літературі можна виділити три підходи до визначення терміну «електронний уряд» [187]:

1) Е-уряд – це трансформація надання державних послуг з використанням ІКТ. Таке визначення спирається на поширену практику перенесення ефективних технологій управління із сфери бізнесу у суспільний сектор. Їх впровадження повинно забезпечити вихід на новий рівень якості надання послуг, зручності для користувачів при одночасному скороченні витрат. Тобто цей підхід обмежується, по суті, електронним сервісом надання державних послуг.

2) Е-уряд – це високотехнологічна організація, функціонування якої забезпечується сучасними засобами ІКТ. Такий підхід виходить з перспектив інформаційної епохи, коли тільки організація діяльності уряду на основі ІКТ може забезпечити трансформацію суспільного сектора у відповідності з вимогами нової реальності.

3) Е-уряд – нова модель управління, адекватна емерджентній економіці та інформаційному суспільству. Це не просто більш широко тлумачення, а принципово новий погляд на зміст і організацію державного управління.

Феномен нового державного менеджменту виник в рамках більш широкого руху за «уряд, що перебудовується», який розпочався ще наприкінці 1970-х у економічно розвинених країнах [128]. Значне поширення у світі принципів нового державного менеджменту пов'язано із зростанням недовіри урядам і поширення у суспільній свідомості негативізму по відношенню до влади. Концепція «уряду, що перебудовується» (Reinventing Government – RG) передбачає наступне [194]:

- держава розглядається як засіб колективної діяльності і рішення суспільних проблем;
- ефективна держава повинна відповідати вимогам інформаційного суспільства і економіки знань – велика централізована бюрократія повинна залишитись у минулому;
- проблемою державного управління є не люди (бюрократи), а сама бюрократична система;
- традиційна демократія не зможе вирішити сучасні проблеми держави шляхом перерозподілу коштів;
- необхідно спиратись на принципи забезпечення рівності можливостей для усіх громадян.

Е-уряд здвигає центр у системі відносин держава – громадяни від адміністративних органів влади до населення. У традиційній схемі регламент надання держпослуг орієнтований на потреби чиновника, а мешканці змушені одержувати їх на визначених умовах: у визначеному місці й у визначений час. Уведення системи Е-уряду дозволяє різко знизити

корупцію, підвищити ефективність державного управління і його відповідальність перед громадянами. Крім того, введення електронних форм державних, або як їх прийнято називати в усьому світі, альтернативних послуг, є одним з головних факторів залучення широких прошарків населення до мережних технологій [116].

Формування нової моделі публічного управління призвело до зміни принципів використання ІКТ у державному адмініструванні: рух у напрямку більш широкого розуміння можливостей ІКТ виражається у переході від концепції електронного уряду (E-Government) до концепції електронного управління (E-Governance), яка сьогодні визначає у світі загальний напрям адміністративних реформ.

Концепція електронного управління поєднує механізми, процеси та інститути, через які громадяни і групи виражають свої інтереси, реалізують свої законні права, виконують обов'язки і балансують інтереси. Загальний зміст цієї концепції полягає в такому: державне управління стає менш жорстким і регламентованим; воно базується більше на горизонтальних, ніж на вертикальних зв'язках між державними органами, асоціаціями громадянського суспільства і бізнесом [170].

Якщо у центрі концепції Е-уряду лежить відкритість урядової інформації і надання публічних онлайнових послуг, то нове розуміння Е-управління включає до себе такі концепти, як співробітництво, участь, консенсус.

В Україні держсектор рухається шляхом комп'ютеризації окремих міністерств і відомств, що є простою модернізацією засобів виробництва. Так, впровадження автоматизованих систем діловодства було необхідно самим чиновникам. З 2000 р. так і не створена система електронної взаємодії усередині держапарату – далі зародкової стадії електронного обліку, що фіксує надходження і відправлення документів, справа не пішла. Чиновники дотепер бігають по кабінетах міністерств і відомств, збираючи під кожним проектом рішення безліч віз. А, наприклад, при реалізації програми комп'ютеризації шкіл не було чіткого розуміння того, що комп'ютери в навчальних класах потрібні для доступу через Інтернет до світових знань.

Сьогодні більше 30% органів влади в Україні мають власні сайти, однак рівень їх наповнення, якість надання інформації та інтерактивність послуг залишаються низькими [98]. Сайти більшості українських урядових структур мають схожу структуру і функціонал, були створені більше 10 років тому і з того часу суттєвих змін не було. Інформаційне наповнення державних сайтів не задовольняє вимоги зрозумілості і легкості ідентифікації користувачем, та й сама форма представлення інформації на них вже не відповідає сьогоднішнім вимогам. Крім того, відсутні засоби аутентифікації з метою двохстороннього обміну діловою інформацією, практично не працюють засоби зворотного зв'язку з громадянами. В цілому, неможливо говорити про наявність єдиної точки доступу через веб-інтерфейс до всього різноманіття державних послуг, незалежно від того, яке конкретно міністерство або відомство їх надає.

Як результат, відповідно до класифікації ООН, рівень більшості порталів державних органів України відповідає частково першій, частково другій стадії розвитку Е-уряду. За оцінкою міжнародних організацій, на сьогоднішній день Україна знаходиться тільки на порозі інтерактивної присутності держави у мережі: починає здійснюватись формальний обмін інформацією між користувачами і урядовими органами (заповнення форм, відправлення заяв онлайн) [98].

Як вже було сказано, основний документ, що повинен регулювати інформатизацію українського суспільства, – це Національна програма інформатизації, прийнята відповідним законом ще у 1998 р. і покликана інтегрувати в одне ціле всі програми інформатизації. Досвід реалізації вказаної програми в Україні на протягом 10 років дозволяє сформулювати *основні проблеми організації електронного документообігу в країні* [54]:

1) Безсистемність. За даними аудиторської перевірки органів державної влади, проведеної Розрахунковою палатою в жовтні 2009 р., вказано, що Кабінет Міністрів України, всупереч законодавчо визначеним функціональним обов'язкам, не забезпечив формування державної політики у сфері інформатизації, пов'язаної з процесом створення органами державної влади електронних реєстрів як

елемента національних інформаційних ресурсів [55]. Не створені системи формування державних реєстрів і не забезпечене їхнє ефективне функціонування, не визначені їхні структури і порядок використання. Фактично реєстри органів влади формуються як відомчі і між собою не кореспондуються.

Відсутність єдиної державної політики та координації призвели до повного хаосу в електронних системах управління [54]:

- кожне відомство винаходить свої власні технічні завдання з розробки, свої правила функціонування;
- бази даних не сумісні не лише між собою, а й навіть між різними підрозділами всередині установ;
- в одній податковій адміністрації електронний документообіг забезпечують одразу три центри сертифікації ключів, які є комерційними структурами;
- цифрові підписи, які видаються цими структурами, між собою не сумісні;
- у фіскальних відомствах – податковій та митниці – бази даних платників податків не комутуються;
- перевірка інформації по платниках податків вимагає складних і незручних процедур погодження.

Як результат – при імпорті товарів в Україну підприємці занижують митну вартість, декларуючі мінімальну ціну товару. Перевірка митної вартості більшості високоліквідних товарів широкого вжитку могла б значно підняти платежі в бюджет. А Єдина база даних фіскальних органів могла б виключити саму можливість правопорушень такого роду.

Таким чином, держава повинна створити спеціальний орган, який визначатиме ідеологію електронної реформи, а також визначити відомство, яке буде відповідальним за жорстку і послідовну реалізацію цієї реформи у всіх сферах. Наприклад, це може бути Державний комітет із питань науки, інновацій та інформатизації.

2) Невиконання Національної програми інформатизації у частині жорсткої підпорядкованості відомчих програм і відповідного фі-

нансування цілям і задачам основної програми. У цій програмі вказано, що «програми і проекти (або їх частини), які спрямовані на створення, розвиток і інтеграцію інформаційних систем, мереж, ресурсів та інформаційних технологій… виконуються як складові частини Національної програми інформатизації, якщо інше не передбачено законодавством…».

Реалізація Національної програми інформатизації потребувала і потребує серйозного фінансування. Але певні відповідальні особи у різних міністерствах і відомствах швидко зрозуміли, що чим менше буде фінансування цієї програми централізованим і контрольованим, тим більше відкриється можливостей для заробітків. Як наслідок, замість того, щоб фінансувати всю програму централізовано, держава почала фінансувати окремі відомства напряму, виділяючи десятки мільйонів гривень на побудову окремих систем, які між собою фактично не стикуються: як програмні комплекси, так і формати документів.

Так, за результатами звіту державних аудиторів у 2009 р., вказано, що «всупереч вимогам Закону «Про Національну програму інформатизації» практично всіма центральними органами виконавчої влади не забезпечено виконання всіх норм закону, а саме: тільки 2% робіт з інформатизації здійснюється відповідно до вказаної бюджетної програми, а 70 % – за окремими бюджетними програмами; реалізацію завдань щодо інформатизації судові органи влади взагалі здійснюють поза рамками законодавчого регулювання. За інформацією Держкомітету з інформатизації у 2009 р. щодо виконання Національної програми інформатизації також вказано, що «…обсяги фінансування бюджетних програм, віднесених Мінфіном до інформатизації, значно перевищують обсяги фінансування безпосередньо національної програми (які склали лише 1,6 % від загального обсягу фінансування бюджетних програм з інформатизації). Це не дає можливості фінансувати проекти інформатизації загальнодержавного значення. Крім того, 50 % коштів Державного бюджету на виконання проектів інформатизації було спрямовано органами державної влади на закупівлю обчислювальної техніки та інших технічних засобів, 31 % – на створення та модернізацію існуючої інфраструктури і тільки 2,7 % – на створення інформаційних ресурсів та розробку програмного забезпечення» [57].

Таким чином, самостійні проекти із самостійним фінансуванням множилися, але єдиної системи електронного обліку, контролю, управління та надання державних послуг як не було, так і не має.

Крім того, виконання центральними органами влади проектів, спрямованих на створення інформаційних ресурсів, здійснюється поза Національною програмою інформатизації:

- бюджетні призначення цих органів на створення державних реєстрів у більшості випадків законами про Державний бюджет окремо не визначаються;
- видатки проводяться в рамках різних бюджетних програм;
- не сформовані і не впроваджені однакові для всіх органів влади вимоги і правила, уніфіковані стандарти;
- національного реєстру електронних інформаційних ресурсів (усупереч Указу Президента України від 31.07.2000 р. № 928) не створено. Зволікання зі створенням такого реєстру призвело до того, що реєстрація та облік таких ресурсів у грошових і натуральних показниках не здійснюється. Держава втратила контроль за наявними інформаційними ресурсами, що створює загрозу інформаційній безпеці держави внаслідок можливого їх перекручення та несанкціонованого поширення;
- соціально-економічного ефекту від формування електронних інформаційних ресурсів з метою забезпечення прозорості, відкритості та ефективності роботи органів державної влади не досягнуто;
- широкого доступу громадян до державних електронних реєстрів не забезпечено.

3) Архаїчність. Жодна локальна відомча інформаційна система не дає змоги виключити папір із документообігу. При цьому, принципове завдання, що його зобов'язана вирішувати інформативно-комунікативна система, – переведення на електронні носії всього інформаційного потоку. Таким чином, слід припинити розробку інформаційних систем, котрі спираються на паперовий документообіг.

4) Захищена програмна платформа. Дані повинні бути закриті від доступу сторонніх осіб. Сьогодні багато українських підприємств відмовляються переходити на цифровий підпис – адже це підвищує імовірність витоку інформації. В умовах, коли значна частина документообігу здійснюється на папері, проконтролювати рівні доступу та джерела витоку практично неможливо. Сюди необхідно додати повну незахищеність баз даних, оскільки вони будуються на імпортному програмному забезпеченні, з різними форматами кодування. Відсутність вітчизняного програмного забезпечення у сфері електронного документообігу не турбує українську державу. Як наслідок, тендери, що проводяться українськими відомствами, на створення систем електронного документообігу виграють іноземні фірми (американські, російські тощо). Таким чином, можна зробити висновок: держава повинна сама розробити програмне забезпечення і єдині стандарти зберігання та передачі даних, щоб гарантувати контроль.

5) Засвідчувальні центри. Електронний цифровий підпис надають центри сертифікації. ЕЦП має певні властивості, а саме [180]:

- це вид електронного підпису, отриманого за результатами криптографічного перетворення набору електронних даних, який додається до цього набору або логічно з ним поєднується і дає змогу підтвердити його цілісність та ідентифікувати підписувача;
- використовується фізичними і юридичними особами як аналог власноручного підпису для надання електронному документу юридичної сили, рівної юридичній силі документу на паперовому носієві;
- підприємці користуються ЕЦП для безпечної передачі звітності в електронному вигляді (передачі документів через Інтернет) до будь-якого органу державної влади (наприклад, до Пенсійного фонду або Податкової адміністрації);
- накладається з допомогою особистого ключа та перевіряється з допомогою відкритого ключа. Ключі отримуються в акредитованих центрах сертифікації ключів.

6) Корупція. Документообіг більшості держустанов був по суті приватизований. Наприклад, компанія ЄДАПС контролювала виробництво закордонних паспортів і оперувала суперконфіденційними особистими даними громадян. Використовуючи наближене положення до керівництва держави, були створені умови, коли держпідприємство сплачувало бізнесменам роялті з кожної операції з випуску паспортів.

7) Невиконання вимог закону. Корінь корупції і розкрадання коштів, виділених державою на інформатизацію, у повному ігноруванні чинного законодавства в цій сфері.

Для одержання Україною безвізового режиму в країни ЄС необхідне запровадження *біометричних паспортів*, які посвідчують особу і підтверджують громадянство України [44]. Стандарти ЄС, які мають бути запроваджені в рамках візової лібералізації, передбачають випуск «машинозчитувальних біометричних закордонних паспортів… на основі безпечного управління ідентифікацією (документи про цивільний стан і первинні документи, що засвідчують особу)». Тож без реформи внутрішніх паспортів (хай і розтягнутої у часі) пройти шлях до вказаного режиму з ЄС не вдасться, про що свідчить досвід інших країн, насамперед, Західних Балкан, які нещодавно завершили цей шлях [173].

06.12.2012 р. набрав чинності Закон України «Про Єдиний державний демографічний реєстр та документи, що підтверджують громадянство України, посвідчують особу чи її спеціальний статус». Відповідно до цього Закону в Україні розпочато роботи із запровадження оформлення і видачі паспорта громадянина України, що містить безконтактний електронний носій із біометричними даними власника документу, в регіонах та інфраструктури його функціонування.

З метою запровадження біометричних документів для виїзду за кордон Урядом прийнято Постанову від 7 травня 2014 р. № 152 «Про затвердження зразка бланка, технічного опису та Порядку оформлення, видачі, обміну, пересилання, вилучення, повернення державі, знищення паспорта громадянина України для виїзду за кордон з безконтактним електронним носієм, його тимчасового затримання та вилучення». Від-

повідно до зазначеної Постанови, біометричні закордонні паспорти в Україні запроваджуються з 1 січня 2015 р.

До переваг біометричних документів для громадян слід віднести [45]:

1) *Практичність:*

- паспорт громадянина України, виготовлений у формі пластикової картки буде більш зручним та зносостійким ніж паперовий аналог;
- вперше паспорт громадянина України видається за мінімальні кошти.

2) *Безпечність:*

- для захисту інформації на електронному носії використовуються новітні технології, що робить підробку електронних документів практично неможливою;
- у разі крадіжки чи втрати такого паспорту, зловмисники не зможуть скористатися ним.

3) *Зручність:*

- для зчитування інформації, наприклад на кордоні, будуть використовуватись автоматизовані контрольно-пропускні системи для власників біометричних паспортів. Це, *по-перше*, виключить суб'єктивність та можливість зловживань під час проходження контролю, а, *по-друге*, зменшить час необхідний на таке проходження;
- подорожі до країн, які використовують автоматичні пропускні системи, стануть більш зручними, без виснажуючих черг. Аналогічно, будуть створені умови, необхідні для спрощення та прискорення внутрішньодержавних процедур надання адміністративних послуг, які передбачають ідентифікацію особи.

Таким чином, введення державних електронних послуг різко зменшує сферу чиновницького свавілля, знижує корупцію в органах влади. Як наслідок, чиновники прагнуть перешкоджати будь-яким спробам упровадити таку систему. Шанси ввести елементи електронного управ-

ління високі на муніципальному або обласному рівні – більш компактних і прозорих для громадян [120].

Управління Інтернетом завжди викликало немало запитань. У пострадянській культурі управління переважно трактується як всілякі обмеження, включаючи діяльність державних органів регулювання. В той же час, у розвинених країнах провідну роль в управлінні Інтернетом відіграє саме академічна громадськість.

На думку В. Семиноженка, «Управління Інтернетом – це передусім організаційне завдання. Хто зараз управляє Інтернетом? Держави, приватні особи, громадські організації? В дійсності це управління здійснюється тріадою – державою, бізнесом, громадянським суспільством. У цьому і криється ключ до будь-якої ефективності в країні… Інтернет не знає кордонів. Його неможливо розглядати в системі національного законодавства. При цьому привести всі національні законодавства до єдиного знаменника – теж неможливо. Тому тільки діалоговий простір, партнерство між цими трьома суб'єктами і дає ключі до відповіді, яким чином має управлятися Інтернет» [148].

Управління Інтернетом стосується управління доменним простором.

Україна поки що тільки починає використовувати всі ці важелі участі в управлінні Інтернетом. За прогнозами фахівців, вже до 2015 р. рівень проникнення Інтернету у повсякденне життя перевищить 50 % дорослого населення країни, що неминуче приведе до не тільки кількісних, але й якісних перетворень. Як наслідок, зростає роль держави у регулюванні такого явища, як інтернет-послуги. Сьогодні роль держави беззаперечна у таких питаннях, як [148]:

- управління вищою доменною зоною;
- управління доменом gov.ua;
- реєстрація нового домену, кириличного.

Домен .UA був делегований Україні у 2001 р. Правила домену .UA розроблено на початку 2001 р., а у вересні вони були остаточно оприлюднені і прийняті громадськістю. У жовтні 2001 р. – запущено перші реєстрації.

Організаційно структура системи доменних реєстрацій України відповідає міжнародним вимогам. Вона являє собою трирівневу систему: Адміністрація – Реєстратура – Реєстратори, що відповідає найсучаснішим підходам до побудови такого роду структур. У технічному сенсі сьогодні немає буквальних міжнародних вимог. Кожна адміністрація бере необхідні для функціонування своєї зони стандарти, виходячи з найкращих практик світового досвіду.

На теперішній час українська доменна система .UA відповідно до ієрархічного ланцюжка влаштована таким чином [104]:

1) Адміністрація, що складається з адміністратора домену .UA і технічного адміністратора. На адміністрації лежить відповідальність за контроль системи DNS-серверів, які відповідають на запити комп'ютерів користувачів про те, де розміщується той або інший сервер у мережі. Адміністратор домену відповідає за функціонування цієї системи в цілому, зокрема встановлює принципи, за якими вона працює, розподіляє обов'язки і зони відповідальності.
2) Оператор реєстру (реєстратура). В Україні ці функції виконувало ТОВ «Хостмастер», яке здійснювало технічне обслуговування реєстру імен у домені .UA. Ця структура підтримує службу WHOIS (містить інформацію про домени) і частину DNS-системи, обслуговує приватні домени в .UA, а також акредитує реєстраторів.
3) Компанії-реєстратори, які служать сполучними ланками між користувачами та реєстром, засвідчують факт реєстрації домену для користувача, а також здійснюють сервісне обслуговування доменного імені реєстранта.

Встановлені правила функціонування системи поширюються не тільки на суб'єктів реєстрації доменів (кінцевих користувачів), а й на реєстратури та реєстраторів. В той же час, треба зазначити, що в цій галузі поки що немає єдиних правил.

На думку експертів, існуюча донині система реєстрації доменів в Україні – одна з найбільш «непрозорих» у світі:

- за десять років платних реєстрацій у зоні .UA правила, за якими їх проводять, не змінювалися жодного разу. Хоча національний доменний простір за цей час зазнав значних метаморфоз;
- всі зміни, які відбулися в .UA, мали несистемний і невмотивований характер. Наприклад, недавно реєстранти понад 50 тис. доменів .kiev.ua зіштовхнулися з необхідністю оплачувати безплатні раніше домени;
- користувачі стурбовані непрозорістю прийняття рішень в українській системі доменних реєстрацій;
- стоїть питання стабільності вітчизняної доменної системи, що є базисом для розвитку Уанету.

Наприклад, проблемою є те, що реєстрація домену .UA доступна виключно власникам торгових марок. Спочатку, коли домен .UA був делегований Україні, в ньому існували тільки домени другого рівня публічного типу – географічних областей України. Потім було введено публічні домени загального призначення (com.ua, net.ua, org.ua etc). Таким чином, прямих реєстрацій у домені .UA взагалі не було. Після введення правил і надання доступу до процедури реєстрації в цьому домені у адміністрації і оператора реєстру було два варіанти: відкрити можливість реєстрації для всіх – чи ввести певне обмеження. Оскільки світовий досвід свідчить про необхідність періоду пріоритетної реєстрації, було вирішено зупинитися на другому варіанті, надавши можливість реєстрації в українському домені верхнього рівня виключно власникам зареєстрованих в Україні торгових марок. Таким чином, прийняте обмеження мало на меті захистити права реєстрантів і вводилося лише на перехідний період, який затягнувся аж до 2014 р., що своїй початковій меті не відповідає.

В цілому розвиток зони .UA за всі роки її адміністрування можна оцінити, на думку експертів, як дуже непоганий. В той же час, сьогодні, у зв'язку із вибуховим зростанням кількості вітчизняних користувачів Інтернету, цей ринок перебуває у точці переходу від лінійного розвитку до експоненціального. Збільшення ринку вдесятеро потребує зміни підходу до системи реєстрацій. Тобто, коли більшість реєстрантів

будуть технічно недосвідченими користувачами, знадобиться, з *одного боку*, поліпшити їх обслуговування, а з *іншого* – підвищити надійність системи.

Сьогодні існує значна кількість варіантів модернізації доменної системи, а саме – відкриття зони, як один із таких варіантів, хоч і не єдиний вектор дальшого розвитку .UA. Але, щоб його здійснити, спочатку треба змінити чинні правила:

- власники торгових марок матимуть пріоритети до часу внесення відповідних змін у правила. Після цього вони володітимуть пріоритетами лише в рамках загального законодавства. Очевидно, доведеться розробити певні правила на перехідний період для тих, хто вже подав заявку, але ще не отримав торгової марки чи домену;
- треба буде врахувати інтереси реєстрантів, які користуються доменами в зонах другого рівня і хочуть повторити свою реєстрацію в зоні .UA.

Вирішення цих питань – важливий момент розробки нових правил. Оскільки у доменній галузі назріла необхідність реформ, то назріла й необхідність широкого суспільного діалогу про ці зміни. Для того, щоб забезпечити українському домену стабільний розвиток, потрібно [104]:

- усунути причини ймовірних конфліктів, нерозуміння і дезінформації в цьому питанні;
- мають бути створені єдині правила гри. Всі учасники цього процесу повинні розуміти, що відбувається;
- потрібно налагодити постійний діалог для врахування думок усіх сторін, які беруть участь у діалозі, і рівне представлення їхніх інтересів. Будь-які недомовки породжують масу чуток і, як наслідок, напруженість у відносинах. Потрібно перетворити реєстратуру домену в абсолютно відкриту і неконфліктну структуру.

Сьогодні в Україні також розглядається питання створення кириличного домену, наприклад, .ЮА та ін., в яких хоча б один символ із двобуквеної назви не повинен збігатися, не повинен бути схожим на латинську графіку. Так, наприклад, для Росії дуже вдалим виявився той факт,

що у скороченій назві держави – РФ – присутня літера Ф, якої немає в латинському алфавіті. Інакше, наприклад для домену .УКР, усі символи якого дублюються символами латинського алфавіту, – можливе кіберсквотерство (реєстрація перспективних доменних імен, утримання яких може стати затребуваним рекламним майданчиком, а потім продаж його якомога дорожче) і навіть загроза фішингу (створення фальшивих доменів для збору персональних даних користувачів).

Наприкінці 2010 р. було проведено перший український «кириличний експеримент», під час якого було виявлено цілий ряд суттєвих недоліків такої системи, але головним було те, що під час обговорення введення кириличних доменів була закладена нова культура взаємовідносин між основними учасниками ринку, і завдяки активним зустрічам головного і технічного адміністраторів домену .UA з реєстраторами були укладені компромісні рішення [149].

Важливим інструментом управління Інтернетом є участь у міжнародних і європейських форумах, на яких обговорюються питання побудови інформаційного суспільства і управління Інтернетом. Україна брала участь у Туніській і Женевській фазах Всесвітнього саміту з інформаційного суспільства (WSIS), у всіх Форумах з управління Інтернетом (IGF) [150]. Безперечно, що Україна, яка вже вступила у стадію підписання Угоди про розширену Асоціацію (в тому числі і зону вільної торгівлі) з ЄС, повинна брати активну участь у Європейському діалозі з управління Інтернетом (EuroDIG).

2.2.3. Розробки НАН України в період 1999 – 2010 рр. Образний комп'ютер

Основними елементами сучасних ІКТ є їх «м'яка» і «тверда» складові. Під «твердою» частиною ІКТ розуміють технічну й технологічну їх основу (комп'ютери, комп'ютерні комплекси, системи передачі даних та інші технічні засоби), на якій практично реалізується процес розв'язання всіляких задач із допомогою «м'якої» частини, тобто програмного забезпечення комп'ютерів і їх систем. Обидві ці частини важливі і доповнюють одна одну. Якщо в розробці «м'якої» складової частини українські кібернетики завжди були на передових позиціях у світі,

то цього не можна сказати про «тверду» частину, бо її розробка потребує надто великих коштів.

Постановою Бюро Президії НАН України від 31.01.08 р. №23 [17] було затверджено Перелік найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок, у тому числі за напрямом наукових досліджень «Інформаційні технології та ресурси», було визнано за пріоритетний у таких сферах, як:

- впровадження грід-технологій на базі інформаційно-обчислювальної мережі для потреб медицини, фармакології, генетичної інженерії, досліджень у галузі фізики високих енергій та астрофізики;
- теорія, моделі, методи і технічні засоби оптимізації та системного аналізу для вирішення задач трансобчислювальної складності (екологія, функціонування ринкової економіки, демографічні процеси);
- розробка конкурентоспроможного програмного забезпечення для комп'ютерних технологій і систем; захист інформації у комп'ютерних системах;
- управління складними системами; методи та засоби підтримки інформаційно-аналітичної діяльності та прийняття рішень державними органами управління;
- розвиток національних інформаційних ресурсів та освоєння світових джерел наукової інформації.

Так, помітний вклад у розвиток ІКТ в Україні вносять установи Відділення інформатики НАН України. Так, у період 1999 – 2005 рр. вченими Відділення виконано ряд розробок, що створюють концептуальну і науково-методологічну базу інформатизації і дозволяють Україні у найближчі 20 років зайняти гідне місце серед високорозвинених країн світу (*табл. 2.3*) [87, с. 343–344; 89, с. 11].

У табл. В.1 Додатку В представлено відповідність глобальних проблем і розроблених «Інформаційних технологій і ресурсів» з Переліку завершених розробок установ НАН України, створених в рамках реалізації найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок [88].

Таблиця 2.3

Основні розробки фахівців Відділення інформатики НАН України з розвитку ІКТ в Україні у період 1999–2005 рр.

Розробка	Позитивний ефект
1	2
Теоретичні основи створення нового класу високопродуктивних ЕОМ масового застосування та їх математичного забезпечення	Призначені для ефективного розв'язування складних завдань економіки, науки, освіти та безпеки країни
32-процесорний 16-вузловий кластер на основі мікропроцесорів Intel Xeon та 64-процесорний 32-вузловий кластер на основі мікропроцесорів Intel Itanium 2	Розробка суперкомп'ютерних систем з кластерною архітектурою є сьогодні одним з найперспективніших напрямів створення надпотужних обчислювальних комплексів. Створені дві високоефективні обчислювальні кластерні системи СКІТ-1 і СКІТ-2 за своїми характеристиками не поступаються світовим аналогам. Інтелектуальна складова розроблених кластерів у сполученні з розподіленими базами даних надає їм можливість ефективної інтелектуальної обробки великих обсягів даних, а також забезпечує їм істотні переваги на відміну від того, що виробляють у світі
Теоретичні засади методології створення відмовостійких і гарантоспроможних комп'ютерних засобів	Засоби розроблені на основі мережної взаємодії та функціонально-інформаційного резервування для автономних систем управління з довгостроковим ресурсом живучості у жорстких умовах функціонування
Концептуальні засади створення безпечних технологій роботи з інформаційними ресурсами	Технології роботи у розподілених інформаційних системах, а також розвинена теорія живучості складних систем в аспекті застосування методів забезпечення живучості для підвищення безпеки розподілених інформаційних систем
Узагальнена модель суспільства в інформаційну епоху	Модель суспільства з урахуванням стану, розвитку та використання ІКТ у світовій і вітчизняній практиці
Модель високоорганізованого освітнього інформаційного простору	Реалізація моделі передбачає розвинену систему вертикальних і горизонтальних зв'язків, систему генерації та використання нових знань у процесах навчання, однакові суспільні умови для тих, хто навчається
Моделі функціонування і розвитку багатомовної термінології та стандартів у галузі ІКТ	Моделі та стандарти у галузі ІКТ для навчання. Підготовлено проекти системи перспективних стандартів

Закінчення табл. 2.3

1	2
Програмно-апаратна комп'ютерна система голосового набору математичних текстів	Система голосового набору на основі ефективних методів, алгоритмів і програм по фонемного розпізнавання мовних образів
Програмно-апаратна комп'ютерна система ефективного розпізнавання об'єктів	Система ефективного розпізнавання об'єктів на базі нового комплексу методів, алгоритмів і програм обробки та аналізу візуальної інформації як складового елементу високоінтелектуального інтерфейсу комп'ютерів нової генерації
Концепція дистанційного навчання	Дистанційне навчання з використанням електронних підручників і посібників нової генерації
Архітектура і технологія віртуальної науково-інноваційної інформаційної системи	Запропоновано теоретичні основи створення знаннєорієнтованих інформаційних технологій для систем підтримки прийняття рішень
Модель систем забезпечення законотворчого процесу нового покоління	Модель з використанням досвіду експлуатації системи інформаційного забезпечення депутатів Верховної Ради України «Рада-3» на основі радіо технологій та цифрових методів модуляції

Складено за [87, с. 343–344; 89, с. 11].

Крім того, результати цілого ряду наукових досліджень у сфері ІКТ закладів Відділення інформатики НАН України знайшли застосування у народному господарстві країни відповідно до укладених господарських договорів у 2006 – 2010 рр., характеристика яких наведена у табл. Г.1 Додатку Г [77 – 80].

Крім того, установами НАН України виконується ряд державних цільових науково-технічних програм, що у найбільшому ступеню пов'язані з розвитком ІКТ. Розглянемо декілька прикладів виконання вказаних програм, які, на думку авторів, показують рівень наукових досліджень з проблем розвитку ІКТ в Україні.

В Україні більше 40 років активно розвивається та формується один з пріоритетних напрямів інформатики – створення інтелектуальних інформаційних технологій і систем. Зусиллями українських вчених і спеціалістів досягнуто світовий пріоритет у цій галузі, що дозволило сформулювати Державну науково-технічну програму «Образний комп'ютер».

Державна цільова науково-технічна програма (ДЦНТП) «Образний комп'ютер» була схвалена Постановою Кабінету Міністрів України від 08 листопада 2000 р. №1652 та затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 27 січня 2010 р. №58 [22; 25].

У Постанові КМУ від 27 січня 2010 р. № 58 відмічено, що останні десятиріччя активно розвивається та формується один з основних напрямів інформатики – створення інтелектуальних інформаційних технологій і систем. Проблема інтелектуалізації комп'ютерних систем є однією з актуальних у розвитку світової інформатики та обчислювальної техніки. Розвиток інтелектуальної складової сучасних комп'ютерів надає змогу більш ефективно виконувати складні завдання в галузі оборони, національної безпеки, промисловості, економіки та у соціальній сфері.

Світові лідери з виробництва комп'ютерної техніки та програмного забезпечення вважають, що майбутнє інформатики буде пов'язане із створенням комп'ютерних систем з розвиненою інтелектуальною модульною архітектурою, які дадуть можливість сприймати та розуміти людську мову, аналізувати інформацію в друкованому та рукописному вигляді, обробляти та розуміти різноманітні зображення навколишнього середовища, аналізувати звукові сигнали, допомагаючи людині приймати правильні рішення у складних умовах.

Образний комп'ютер – це така інтелектуальна інформаційна комп'ютерна система, в якій виконується функціональне моделювання розумової діяльності людини, що пов'язана зі сприйняттям зорових, слухових та інших образів, аналізом сцен та складних ситуацій, плануванням дій та рухів, узагальненням спостережень, встановленням закономірностей, прогнозуванням, прийняттям рішень тощо. В середовищі образного комп'ютера можливе моделювання процесів як образного, так і логічного мислення.

Метою ДЦНТП «Образний комп'ютер» є:

- розроблення та практична апробація принципово нових науково-технічних рішень в галузі створення комп'ютерно-телекомунікаційних систем з розвиненою інтелектуальною модульною архі-

тектурою, інтелектуальних інформаційних технологій і систем як невід'ємних їх складових;

- створення наукоємних конкурентоспроможних мікроелектронних виробів широкого застосування та підготовка їх до серійного промислового виробництва.

Програма «Образний комп'ютер» орієнтована на створення нових високих наукомістких інформаційних технологій з елементами інтелекту людини, здатних розуміти людську мову, бачити і сприймати об'єкти навколишнього середовища, оперувати знаннями. Такі технології дозволять створювати якісно нові типи комп'ютерів для вирішення складних задач, що недосяжне сучасними традиційними засобами. Розроблення пристроїв, які виконують не тільки обчислення, але й моделюють образне сприйняття світу та образне прийняття рішень, відносять до проривних напрямів у світовому науково-технологічному прогресі. Україна в цій галузі має пріоритет та міжнародне визнання.

У формуванні Програми брали безпосередню участь Міністерство економіки України, Міністерство промислової політики України, Міністерство освіти і науки України, Державний комітет зв'язку та інформатизації України, Національна академія наук України, Комітет з науки та освіти Верховної Ради України, інші міністерства та відомства. Програма пройшла детальну експертизу і була узгоджена з провідними міністерствами та відомствами.

Відповідно сформульованих цілей та нових основних завдань ДЦНТП «Образний комп'ютер» відповідає пріоритетному напряму розвитку науки і техніки «нові комп'ютерні засоби та технології інформатизації суспільства», який визначено у Програмі діяльності Уряду та Державній програмі соціально-економічного розвитку України.

Важливою особливістю ДЦНТП «Образний комп'ютер» є поєднання ближніх і дальніх цілей. Програма побудована таким чином, що одержані результати за окремими етапами мають як самостійне значення (промислові технології, дослідні зразки мікроелектронних приладів), так і можуть вбудовуватись в конфігурації сучасних комп'ютерних систем і комплексів.

Дослідження та розробки виконувалися за такими напрямами:

- мовленнєві інтелектуальні інформаційні технології;
- зорові інтелектуальні інформаційні технології;
- інтелектуальні інформаційні технології обробки сигналів складної природи;
- інтелектуальні інформаційні технології, які ґрунтуються на використанні знань.

Реалізація ДЦНТП «Образний комп'ютер» здійснювалася за базовими завданнями:

- розробити зразок образного комп'ютера, що інтегрує базові інтелектуальні інформаційні технології;
- розробити програмно-апаратні засоби базового модуля усномовної технології, що вбудовується в образний комп'ютер, створити на їх основі високотехнологічні електронні вироби широкого застосування та здійснити заходи для їх впровадження у виробництво;
- розробити програмно-апаратні засоби базового модуля зорової технології, що вбудовується в образний комп'ютер, створити на їх основі високотехнологічні електронні вироби широкого застосування та здійснити заходи для їх впровадження у виробництво;
- розробити функціонально-технологічні модулі базової інформаційної технології обробки сигналів складної природи, створити персоніфіковані електронні вироби та здійснити заходи для їх впровадження у виробництво;
- розробити експериментальній зразок високодинамічного модуля образного комп'ютера для взаємодії з об'єктами зовнішнього середовища;
- розробити комп'ютеризовану інформаційно-аналітичну систему розуміння, інтерпретації, генерації текстової інформації та цифрової технології змістовної обробки текстової інформації.

В табл. Д.1 Додатку Д представлені деякі результати виконання ДЦНТП «Образний комп'ютер» (базова установа – Міжнародний

науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України) [77 – 80].

Термін дії ДЦНТП «Образний комп'ютер» завершився в 2010 р. Підсумки її виконання дозволяють зробити висновок, що заплановані заходи програми, спрямовані на розроблення базових модулів інтелектуальних технологій для комп'ютерних систем нового покоління та створення високотехнологічних наукомістких приладів, в тому числі виробів цифрової медицини, в основному реалізовано відповідно до обсягів фінансування програми з Державного бюджету [80, с. 20].

Основними результатами, одержаними в рамках виконання ДЦНТП «Образний комп'ютер», сьогодні є [74]:

1) Мовленнєві інтелектуальні інформаційні технології (з можливостями вбудовуватись у сучасні комп'ютерні системи), а саме: мобільні комп'ютерно-телекомунікаційні середовища з голосовим управлінням для електронних систем масового застосування: інтелектуальний мультимодальний комунікатор; модифікації мобільних телефонів з голосовим управлінням; портативний диктофон з голосовим управлінням; пристрій «Тлумач»; пристрій «Голосовий телефонний секретар»; інтелектуальні інформаційні технології масового використання: інформаційна технологія озвучення україномовних текстів; інформаційна технологія «Голосова клавіатура».
2) Зорові інтелектуальні інформаційні технології (з можливостями вбудовуватись у сучасні комп'ютерні системи), а саме: інформаційна технологія розпізнавання людських облич; інформаційна технологія розпізнавання графічних зображень; інформаційна технологія комп'ютерного стереозору; інформаційна технологія текстурної сегментації зображень; інформаційна технологія пошуку прихованих об'єктів; інформаційна технологія високоточного управління положенням і орієнтацією космічного апарату; пристрій «Відеосек'юріті приміщення»; пристрій «Стереовізор».
3) Інтелектуальні інформаційні технології обробки сигналів складної природи, а саме: інформаційна технологія «Спектр»;

пристрій «Фазаграф»; пристрій «Ікар-2006»; пристрій «Тренар-01».

4) Інтелектуальні інформаційні технології, які ґрунтуються на використанні знань: інформаційна технологія «Нейромережа»; інтелектуальна технологія обробки текстової інформації: система «Реферат»; система «VitaminE»; система семантичної фільтрації текстів; система фільтрації Internet-повідомлень; пристрій «Діабет плюс»; інтелектуальна комп'ютерна технологія керування цілеспрямованими діями мобільного робота; пристрій «DALT»; прикладні інтелектуальні інформаційні технології для пошуку аномальних явищ в економіці, вирішення складних задач прогнозування та інтелектуального управління в різних сферах.

В ході виконання ДЦНТП «Образний комп'ютер» станом на початок 2011 р. було розроблено 18 оригінальних інтелектуальних інформаційних технологій та 16 дослідних зразків портативних високотехнологічних мікроелектронних виробів, низку з яких передано промисловим підприємствам для освоєння і серійного випуску. За досягнутими характеристиками та економічними показниками ці пристрої перевищують закордонні аналоги, а по ряду з них – аналоги відсутні.

Більш детально розроблені класи інтелектуальних інформаційних технологій можна охарактеризувати таким чином [74]:

- сприймання, розпізнавання та розуміння зображень об’єктів навколишнього середовища, призначених для формування та обробки тривимірної цифрової комп’ютерної моделі об’єктів навколишнього середовища. Технології розроблені на основі нових фундаментальних результатів в галузі структурного розпізнавання, самонавчанні, двовимірних граматиках і мовах, теорії Марківських полів та оригінальних науково-технологічних рішень, методів та алгоритмів. Відрізняються від існуючих високою продуктивністю, надійністю та високим рівнем автоматизації при створенні цифрових моделей об’єктів. Готові до промислового використання в комп’ютерних системах, в комплексах та високотехнологічних мікроелектронних приладах. Використовується

при обробленні складних графічних документів, відновленні рельєфу місцевості. Може знайти застосування при вирішенні задач пошуку особи за зображенням її обличчя, пошуку прихованих об'єктів, побудови реалістичних віртуальних моделей приміщень. Орієнтовані на використання в промисловій сфері, національній безпеці, правоохоронних органах, культурі;

- сприймання, розпізнавання та розуміння синтезу злитного мовлення, призначені для розпізнавання та синтезу усномовної інформації з високими технічними характеристиками та можливостями використання в сучасних комп'ютерних системах та комплексах. Може бути використана також в сучасних персональних комп'ютерах для розширення стандартного програмного забезпечення. Технології розроблені на основі оригінальних генеративних моделей розпізнавання, що мають властивості універсальності і багатомовності. Підготовлені до промислового використання в комп'ютерних системах та комплексах для виготовлення високотехнологічних мікроелектронних приладів. Промислове використання технологій дозволить розвинути нові архітектури обчислювальних систем з підвищеними техніко-економічними та експлуатаційними показниками. Орієнтовані на масове використання у виробничо-технологічній сфері, безпеці, освіті, соціальній сфері, культурі, журналістиці;
- розуміння, інтерпретації, генерації текстової інформації та її змістовної обробки, призначені для комп'ютеризованої аналітичної обробки текстової інформації. Технологія базується на сформованій функціонально-структурованій високорозвиненій лінгвістичній базі даних та на використанні оригінальних евристичних алгоритмів смислової обробки знань, представлених в текстовій формі. Підготовлена до промислового використання в комп'ютеризованих інформаційно-аналітичних системах різного рівня та призначення для вирішення задач смислового пошуку текстів в базах даних, створення рефератів текстів, семантичної фільтрації текстів та інтернет-повідомлень, автоматизованої побудови природно мовних інтерфейсов до баз даних та інших

інформаційних систем. Здійснена експериментальна перевірка в Раді національної безпеки і оборони, Міністерстві оборони підтвердила високу ефективність розробки та її перспективність для використання в інших сферах;

- інтелектуальне управління автономними мобільними комп'ютеризованими системами, що дозволяє таким системам автономно виконувати складні завдання в неповністю визначених умовах. Відрізняється від аналогів оригінальними структурами представлення знань про оточуюче середовище та програмними механізмами їх використання. Підготовлено до використання у вигляді програмно-апаратного комплексу «Інтелектуальна багатофункціональна рухома платформа». Рухома платформа – оригінальна науково-технічна система з належною інтеграцією інтелектуальних інформаційних технологій, новим принципами інтелектуального управління і використання знань. Може використовуватись в освіті, як інноваційне навчально-лабораторне обладнання сумісного використання через Інтернет, технічними університетами при навчанні дисциплін кібернетичного напрямку; у соціальній сфері (інтелектуалізовано мобільні крісла для інвалідів, автономні мобільні роботи для інформаційної та фізичної допомоги у лікарнях, готелях тощо); в побуті (рухомі системи дистанційної присутності; багатофункціональні мобільні роботи); у військовій галузі (мобільні роботи для патрулювання територій, виявлення небезпечних об'єктів);
- інформаційна технологія «Нейромережа». Призначена для комп'ютерної обробки неформалізованої інформації. За показниками вірогідності та швидкодії технологія знаходиться на рівні кращих світових аналогів. Вірогідність ідентифікації на фонотеках обсягом 20 тис. фонограм забезпечується на рівні 85 – 93%. Технологія реалізована у спеціалізованому багатофункціональному комплексі для проведення фонографічних досліджень. Розробка використовується промислово;
- класи інформаційних технологій цифрової медицини: для діагностики, масового медичного обстеження та лікування тяжких

захворювань (хвороби серця, порушення мозкового кровообігу, цукрового діабету). Можуть використовуватись в клініках, амбулаторних та домашніх умовах. Відрізняються простотою використання, надійністю. Підготовлені до промислового використання. Створені технології забезпечують підвищення результативності та якості масових профілактичних медичних обстежень і лікування важких захворювань (хвороби серця, інсульт, цукровий діабет), які лідирують по несвоєчасних виявленнях, причинах інвалідності та смертності працездатного населення, що приводить до значних економічних втрат.

Ряд технологій відпрацьовано при створенні високотехнологічних мікроелектронних виробів та пристроїв, які мають самостійне значення, а саме:

«*Портативний диктофон з голосовим управлінням*» – мікроелектронний прилад, призначений для запису та відтворення акустичних сигналів. Повністю керується голосом. Прямих аналогів не існує. Відрізняється високою надійністю розпізнавання в умовах значних акустичних перешкод. Виготовлено зразки та конструкторсько-технологічну документацію. За ліцензійною угодою передано у промислове виробництво.

«*Тлумач*» – реалізує технологію усного перекладу слів, словосполучень або фраз для різних пар мов. Повністю керується голосом. Обсяг словників від 300 до 10 000 слів. Від закордонних аналогів відрізняється високою акустичною завадостійкістю та низькою собівартістю. Можливість легкого перепрограмування та змін пар слів. Виготовлено дослідно-промислові зразки і конструкторсько-технологічну документацію. За ліцензійною угодою передано у промислове виробництво.

«*Голосовий телефонний секретар*» – настільний багатофункціональний пристрій з голосовим управлінням, що реалізує функції голосової записної книжки, автоматичний набір номера за голосовою командою, голосові підказки, інтерфейс з комп'ютерно-телекомунікаційними системами. Виготовлено установчу партію і розроблено конструкторсько-технологічну документацію. За ліцензійною угодою передано у промислове виробництво.

«*Відеосек'юріті приміщення*» – реалізує технологію обмеженого доступу до приміщення на основі оригінальної технології розпізнавання обличчя людини. Швидкість розпізнавання 1 – 2 сек., висока вірогідність розпізнавання. Відрізняється від закордонних аналогів простотою використання, надійністю та ефективністю. Орієнтовна вартість на декілька порядків нижча за існуючі закордонні аналоги. Виготовлено дослідні зразки і розроблено конструкторсько-технологічну документацію. За ліцензійною угодою передано до промислового серійного виробництва.

«*Стереовізор*» – призначений для одержання цифрової тривимірної моделі об'єктів навколишнього середовища. Здійснює стереофотозйомки об'єктів з подальшою обробкою цифрової моделі в комп'ютерних системах. Закордонних аналогів немає. Розроблено дослідний зразок і конструкторську документацію. Пристрій готовий до освоєння у виробництві.

«*Фазаграф*» – призначений для оперативної оцінки функціонального стану людини за рахунок вимірювання та аналізу ЕКГ. Реалізує оригінальну технологію обробки біосигналів у фазовому просторі, за рахунок чого здатний виявити приховані ознаки захворювань. Реалізовано в двох модифікаціях: для обстежень у лікувальних закладах та у домашньому застосуванні. Пристрій випускається серійно.

«*Ікар*» – призначений для оперативної оцінки функціонального стану серцево-судинної системи людини і виявлення початкових ознак змін у роботі серця під впливом фізичних та емоційних навантажень. Реалізує оригінальний метод обробки ЕКГ. На відміну від традиційних, запропонований метод дозволяє «бачити» в електрокардіограмі ознаки навіть незначних патологічних змін у серці. Підготовлений до передачі у виробництво.

«*Тренар*» – призначений для відновлення рухових функцій, порушених внаслідок захворювань нервово-м'язової системи (інсульт, неврит лицевого нерва, дитячий церебральний параліч, тощо), травм, а також для нарощування сили, витривалості м'язів спортсменів, тренування рухів і м'язів, підтримки тонусу шляхом програмної електрости-

муляції уражених м'язів. Виготовлено установчу партію і розроблено конструкторсько-технологічну документацію. Пристрій передано до серійного промислового виробництва.

«*Diabet*» – призначено для вияву прояву порушень в системі вуглеводневого обміну людини та для допомоги хворим на цукровий діабет підтримувати організм в скомпонованому стані. Виготовлено дослідні зразки та конструкторську документацію.

У період 2011 – 2013 рр. освоєння серійного виробництва приладів здійснювалося: «Фазаграф» – на Київському заводі ім. Петровського; «Тренар» – на ДНВП «Електроважмаш»; «Тлумач», «Голосовий телефонний секретар», «Портативний диктофон з голосовим управлінням», «Мобільний телефон з голосовим управлінням» – на ЗТТ «Електронмаш» (м. Львів).

2.2.4. Розвиток Grid-мереж

Інформатизація різних сфер суспільного життя значно впливає на прискорення розвитку світової економіки, чим зумовлює соціальну трансформацію суспільства. Перехід від постіндустріального до інформаційного суспільства вимагає вжиття невідкладних заходів до впровадження новітніх інформаційних технологій в усі сфери суспільного життя. Створення глобальних відкритих наукових і освітніх систем, впровадження Grid-технологій призводить до появи принципово нових методів організації та проведення наукових досліджень.

Упровадження новітніх інформаційних технологій, зокрема *Grid-технологій*, в науку, промисловість, фінансову, соціальну та гуманітарну сферу в Європейському Союзі за останнє десятиріччя істотно випереджає розвиток Інтернету. Провідні держави виділяють значні кошти на проведення досліджень Grid-технологій, створення національних Grid-інфраструктур, підтримання міжнародного співробітництва у зазначеній галузі. Grid-технології дають змогу виконувати великі за обсягом обчислення та створити систему, яку можна назвати обчислювальним Інтернетом.

Результати аналізу досвіду провідних держав підтверджують, що застосування Grid-технологій призводить до зменшення на 25 – 30 %

вартості проведення складних та великих за обсягом обчислень. Застосування Grid-технологій у науці, промисловості, фінансовій, соціальній та гуманітарній сфері практично в усіх країнах Європейського Союзу суттєво впливає на темпи розвитку суспільства, сприяє виникненню нових галузей науки, промисловості, напрямів розвитку культури та соціальної сфери.

Сучасні тенденції розвитку глобальних комунікаційних мереж показують, що у найближчі десятиріччя можуть зникнути з ужитку звичні для теперішніх спеціалістів ПК, сервери, локальні мережі, оскільки інформаційні послуги перетворяться на такі ж комунальні зручності, як електрика та водогін сьогодні; а окремі комп'ютери з багатоядерними процесорами розчиняться у глобальній інформаційній інфраструктурі Grid. З-першу Grid-технології призначалися для вирішення складних наукових та інженерних задач, які неможливо було вирішити в розумні терміни на окремих обчислювальних установках (наприклад, загальне метеорологічне прогнозування, прогноз будь-яких стихійних лих, моделювання і аналіз експериментів у ядерній фізиці, дослідження в галузі нанотехнологій, проектування аерокосмічних апаратів і автомобілів, розшифровка ДНК та ідентифікація протеїнів тощо). Однак сьогодні сфера застосування технологій Grid не обмежується тільки цими типами задач. По мірі свого розвитку Grid проникає у промисловість і бізнес, починає претендувати на роль універсальної інфраструктури для обробки даних, в якій функціонує велика кількість сервісів (Grid Services), які дозволяють вирішувати не тільки конкретні прикладні задачі, але й пропонують послуги з пошуку необхідних ресурсів, збору інформації про стан ресурсів, зберігання і доставки даних [143].

Існує декілька причин, які примушують вчених використовувати Grid-технології: *по-перше*, це необхідність обробити величезну кількість даних, що зберігаються у різних організаціях (в різних країнах світу – наприклад, обробка знімків Землі із супутника); *по-друге*, необхідність виконати велику кількість обчислювань (наприклад, при моделюванні впливу тисяч молекул (потенційних лікарських препаратів) на білки при пошуку ліків для визначених хвороб); *по-третє*, бажання членів наукової команди, що працюють у різних куточках світу, спільно

використовувати великі масиви даних, швидко й інтерактивно здійснювати їх комплексний аналіз, візуалізувати й обговорювати результати досліджень в онлайновому режимі.

Основні ресурсні елементи Grid-мереж – це суперкомп'ютери та їх центри, а найважливіша інфраструктурна складова – високошвидкісні мережі передачі даних.

Суперкомп'ютери, що не поєднані в територіально-розподільчу систему, мають три істотних недоліки: це дуже коштовна техніка, яка швидко морально старіє (за 2 – 3 роки); обчислювальні потужності не піддаються суттєвій модернізації, яка дозволяє їх використовувати для вирішення задач нового рівня складності; низький КПД використання суперкомп'ютерів внаслідок нерівномірності завантаження процесорів. Від цих недоліків можна звільнитися шляхом об'єднання суперкомп'ютерів у Grid-мережу, але спочатку треба досягнути домовленостей у сфері стандартизації служб, інтерфейсів, баз даних тощо. Одним з перших стандартів побудови Grid-мереж став проміжний програмний прошарок Globus, який став міжнародним стандартом де-факто (доступ до ресурсів відбувається на основі створення віртуальної організації, яка складається з окремих служб, підприємств та окремих спеціалістів, що спільно використовують відповідні ресурси).

Найбільш відомі у світі Grid-проекти – наступні [143]:

1) TeraGrid, що розпочався у 2001 р. в США і фінансується Національним науковим фондом, основною задачею якого стало створення розподіленої інфраструктури для високопродуктивних обчислень. З 2004 р. офіційно проголошено про початок роботи під патронатом президента США стратегічної Grid-програми (Strategic Grid Computing Initiative), основною метою якої є «створення єдиного національного простору високопродуктивних обчислень». На теперішній час у США вже функціонують 4 національні Grid-мережі: комп'ютерна мережа національного фонду наукових досліджень; інформаційна мережа підтримки NASA; глобальна інформаційна мережа міністерства оборони; мережа суперкомп'ютерної ініціативи міністерства енергетики. Крім того, в США існують Grid-мережі в охороні здоров'я, споживчому сек-

торі інформаційних послуг. Так, під керівництвом Пенсільванського університету створений Національний цифровий центр мамографії із загальним обсягом даних 5,6 петабайта, який надає можливість швидкого доступу до записів мільйонів пацієнтів. Ще одним прикладом є проект корпорації Google щодо розбудови глобальної Grid-мережі, яка перетворить комп'ютинг у споживчу послугу (планується, що в рамках цього проекту усі комп'ютерні пристрої будуть (ПК, телевізор, мобільний телефон тощо) будуть включені як звичайні термінали до серверного Grid Google з послугами постачання інформації на будь-який пристрій у будь-якому місті у світі).

2) У травні 2004 р. Європейським Союзом було створено аналог американському проекту – консорціум DEISA, що частково фінансувався в рамках 6-ої Рамкової угоди, який поєднав у Grid-мережу провідні національні суперкомп'ютерні центри ЄС. Наприкінці березня 2004 р. завершився трьохрічний проект DataGrid, в рамках якого була розбудована тестова інфраструктура обчислень та обміну даними для потреб європейського наукового співтовариства. На основі цих розробок було започатковано новий міжнародний проект створення високопродуктивної наукової Grid-мережі EGEE (Enabling Grids for E-sciencE), який виконується під керівництвом швейцарського ЦЕРНу і фінансується ЄС та урядами країн-учасниць. До проекту входили 70 наукових закладів з 27 країн світу. В межах цього проекту побудовано самий великий у світі Grid з сумарною обчислювальною потужністю 20 тис. могутніх процесорів (провідна роль ЦЕРН визначалась тим, що до кінця 2007 р. – на початку 2008 р. там відбулися перші пробні запуски найкрупнішого у світі прискорювача елементарних часток (LHC, великого адронного коллайдера), який стане джерелом величезного обсягу інформації (приблизно 10 Пбайт (1Пбайт – 1015 байт)). Задачею EGEE є реалізація потенціалу Grid для багатьох науково-технологічних галузей. Наприклад, планується створення окремого біоінформаційного «Grid-блоку».

3) Магістральна європейська мережа для освіти і науки GEANT розвивається у тісній взаємодії з проектом EGEE. В середині 2006 р. міжурядова організація DANTE об'явила про запуск науково-освітньої мережі нового покоління GEANT2, яка охоплює 3 млн користувачів

з 3,5 тис. академічних закладів, що розташовані в 34-х європейських державах. Нова мережа якісно змінила обробку інформації радіоастрономічних комплексів, реєструючі системи яких розташовані на значному віддаленні один від одного, а також обслуговує ЦЕРН з питань передчі даних після запуску LHC. У 2005 р. Єврокомісія підготувала спеціальну програму вартістю 13 млрд євро, в якій Grid-комп'ютингу відводиться роль стимулятора й найважливішого ресурсу для перетворення Євросоюзу «на найбільш конкурентоспроможну в світі економіку знань».

4) У Китаї в середині 2006 р. була завершена робота над китайським проектом China Education Grid Project (CEGP), який поєднав комп'ютерні мережі десятків найкрупніших університетів країни і надав студентам і користувачам прямий доступ до баз даних, онлайновим навчальним курсам, сервісним додаткам з різних напрямів і дисциплін. Сьогодні вже почалася реалізація спільного китайського і європейського проекту EUChinaGRID, що фінансується Єврокомісією, з об'єднання європейських і китайських Grid-інфраструктур (як противага претензіям США на світове лідерство у цій великомасштабній технологічній гонитві) з метою підвищення ефективності спільного використання різних наукових додатків, що працюють у Grid-середовищі. Крім того, Індія також готова підключитися до цього альянсу: вона проголосила про початок реалізації власного національного Grid-проекту GARUDA, який передбачає поєднання у Grid-мережу 17-ти найкрупніших науково-дослідних центрів країни.

5) У Північній півкулі закінчується розбудова світової комп'ютерної мережі GLORIAD, що поєднує обчислювальні ресурси різних науково-дослідних організацій США, Канади, Європи, Росії, Китаю та Південної Кореї (фізичних центрів).

Разом з тим недостатній обсяг обчислювальних ресурсів істотно стримує науково-технологічний розвиток України. На даний час установи Національної академії наук, МОН і МОЗ гостро відчувають нагальну потребу в обчислювальних ресурсах, доступ до яких забезпечується за допомогою Grid-технологій. Впровадження Grid-технологій дасть змогу ефективніше використовувати комп'ютерні ресурси та сприятиме

науково-технічній та соціальній інтеграції до світового та європейського простору.

В Україні в 2002 р. було створено перший Grid-кластер на базі закладів Національної академії наук (НАНУ) групою фізиків з ННЦ ХФТІ (Харківського фізико-технічного інституту), але дотепер (внаслідок слабкості Інтернет-каналів) він пов'язаний з російським Об'єднаним інститутом ядерних досліджень (м. Дубна). Восени 2004 р. спеціалісти Інституту теоретичної фізики НАН України (ІТФ) разом з фахівцями Обчислювального центру Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка розбудували експериментальну Grid-платформу з двох серверів. Протягом 2005 р. ІТФ побудував Grid-кластер з двох десятків двопроцесорних серверів. У квітні 2006 р. ІТФ одержав швидкісний доступ до Інтернету за допомогою оптиковолоконного каналу (2 Мбіт/с, зараз – 8 Мбіт/с). З боку ЦЕРНу було проведено повномасштабне тестування обох кластерів (ІТФ та КНУ), обоє вони були включені в офіційні обчислювальні ресурси AliEn-Grid та комітету WLCG. У 2005 р. відбулося засідання координаційної ради з інформатизації НАН України, на якому було презентовано проект «Програми впровадження Grid-технологій і створення кластерів в НАН України» [28].

Крім того, в цьому ж році НАН України стала повноправним членом ЦЕРНу. Наприкінці 2006 р. за цією програмою було вже виконано наступне [115]:

- розбудовано нові Grid-кластери в Інституті клітинної біології і генетичної інженерії (ІКБГІ), Інституті мікробіології та генетики (ІМБГ) та у Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) НАН України;
- посилено і модернізовано кластери в ІТФ, ННЦ ХФТІ та у Львівському Інституті фізики конденсованих систем (ІФКС);
- виконано і проводяться обчислення для 50-ти задач на замовлення ЦЕРНу і країн-учасниць AliEn-Grid з використанням кластеру ІТФ. Крім того, в ІТФ створена лабораторія Grid-розрахунків у фізиці. На базі цієї лабораторії був створений перший Grid-сегмент НАНУ, який об'єднав кластери ІТФ, ІКБГІ, ІМБГ, ГАО,

КНУ а також Інституту кібернетики, Інституту космічних досліджень та ІФКС.

У 2007 р. було виділено фінансування на реалізацію наступного етапу програми «Впровадження Grid-технологій і створення кластерів в НАН України», а саме: створення нових Grid-кластерів в академічних інститутах Києва, Харкова, Дніпропетровська.

Розвиток другої складової Grid-інфраструктури – високошвидкісних оптиковолоконних каналів – виконує УАРНЕТ, який не тільки створює та експлуатує магістральні оптиковолоконні канали (наприклад, Київ-Львів з виходом на Польщу, Київ-Харків з пропускною спроможністю 2,5 Гбіт/с), але й проводить оптиковолоконні лінії до конкретних інститутів. У 2007 р. до Grid-мережі НАН України будуть підключені ряд Харківських академічних інститутів: ХФТІ, Радіоастрономічний інститут, Інститут сцинтиляційних матеріалів.

Таким чином, наявність академічної Grid-інфраструктури в Україні дозволяє активізувати міжнародні зв'язки інститутів НАН України: роботу з ЦЕРНом, виконання угоди ГАО з AstroGrid-D (Німеччина), реалізації проекту віртуальної астрофізичної лабораторії «Інтеграл» (ІТФ – КНУ – Університет Женеви (Швейцарія)), а також ряду проектів з біології.

У січні 2007 р. Міністерством освіти і науки було оголошено про початок робіт за проектом створення в Україні національної UGRID – інфраструктури для забезпечення наукових досліджень в рамках державної цільової програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці на 2006 – 2010 рр.». Проект UGRID, підготовлений вченими НТУУ «Київський політехнічний інститут», ставив за мету: добудувати та об'єднати науково-освітню обчислювальну та комунікаційну інфраструктуру в національну Grid-інфраструктуру та інтегрувати її з європейською Grid-мережею; розповсюджувати у суспільстві знання про Grid-технології; забезпечити спільне використання окремими вченими та організаціями унікальних суперкомп'ютерів, експериментальних установок та приладів; взяти активну участь у формуванні нової концепції Європейської Grid-інфраструктури; розробити нові оригінальні

Grid-додатки у галузі телемедицини для співробітників Чорнобильської АЕС, дистанційного навчання у Центрально-східно-європейському університеті (CEEVU), обслуговування Українського відділення Міжнародного центру даних (УВ МЦД).

Вказаний проект Grid базувався на використанні найбільш потужного (на той час) в Україні суперкомп'ютеру кластерної архітектури (побудованого на 168 процесорах LAPACK загальною продуктивністю 1,4 Терафлопс і введеного в експлуатацію в НТУУ «КПІ» наприкінці 2006 р.), а також за участю Grid-кластерів Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ), Львівського, Донецького і Запорізького НТУ, Інституту системного аналізу НАНУ, Інституту моделювання в енергетиці НАНУ, державного підприємства «Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут» тощо [143].

Вже сьогодні НТУ «КПІ» надає безкоштовний віддалений доступ українським користувачам до обчислювальних ресурсів цього суперкомп'ютеру через науково-освітню мережу «URAN», що була створена у 1998 р. за ініціативою НТУУ «КПІ», технічних університетів Києва, Харкова, Дніпропетровська, Донецька, Одеси разом з НАНУ і поєднує сьогодні оптиковолоконним зв'язком 18 регіонів України. Наприкінці червня 2007 р. у Лондоні була підписана угода про підключення мережі URAN до панєвропейської науково-освітньої мережі GEANT2, що об'єднує більше 30 науково-освітніх мереж європейських країн [407]. Тобто вже з початку 2008 навчального року через мережу URAN мали можливість користуватися інформаційними ресурсами GEANT2 (електронними бібліотеками, базами даних і знань, інформаційними пошуковими системами, ресурсами дистанційного навчання) майже 100 університетів та науково-дослідних інститутів у 18-ти регіонах України, а також інші науково-освітні заклади, що за цей час приєднаються до мережі.

Мережа URAN – це спільна ідеологія, спільні канали, система електронних бібліотек, система тренінга системних адміністраторів, система «Освіта», система інформування з питань освіти та інше. На базі цієї мережі створені також регіональні центри дистанційного навчання. Суперкомп'ютер через цю мережу доступний для всіх академічних

закладів; на його базі в 2006 р. було організовано сховище даних для Українського відділення Міжнародного центру даних (Система центрів світових даних розташована зараз у 12 країнах, координується Міжнародною радою з науки (ICSU) і є всесвітньо визнаним джерелом різноманітних і унікальних даних у різних галузях сучасної наук. Наприклад, українське відділення МЦД покликане підтримувати розділи даних щодо фізики твердого тіла; сонячно-земної фізики, економічної географії, океанографії, енергетичної безпеки і технологій інформаційного суспільства у співробітництві з провідними вітчизняними науковими організаціями відповідного профілю). І що дуже важливо: досягнута домовленість про об'єднання Grid-кластерів URAN та Інституту теоретичної фізики і Кіберцентру НАН України.

Напрямками розвитку Grid-мереж в Україні стали: підтримка на урядовому рівні і реалізація національного проекту створення і розвитку Grid-мереж (на базі академічної Grid-інфраструктури та UGRID); підключення до національної мережі за допомогою високошвидкісних оптиковолоконних каналів усіх розрахункових кластерів в Україні (більше 30); включення національної Grid-мережі до загальної Grid-інфраструктури Європи і забезпечення постійного її функціонування як повноцінної операційної та функціональної складової цієї структури; подолання в найближчі роки відставання від європейських держав і входження до Європейського дослідницького простору (ERA) повноправним і кваліфікованим партнером.

Для розв'язання складних задач за допомогою створених суперкомп'ютерів у НАН України було створено Академічну мережу обміну даними (АМОД), що сприяло підвищенню ефективності та якості проведення наукових досліджень. Вона являє собою сукупність розподілених технічних і програмних засобів, відповідного організаційного та кадрового забезпечення, спрямованих на надання телекомунікаційних послуг доступу і передачі даних в НАН України та за її межами на швидкості до 10Гбіт/с. Ця мережа [169]:

- охоплює 7 регіональних мереж у наукових центрах України, до яких під'єднано близько 160 установ НАН України;

- має вихід до європейської наукової мережі GEANT та прямий доступ до Польської академічної мережі PIONER і Української науково-освітньої мережі УРАН;
- набула статусу автономної системи з реєстрацією в Європейському інтернет-реєстрі;
- є основою для впровадження в Україні IP-телефонії та розвитку національної Grid-інфраструктури.

До початку 2011 р. академічна грід-інфраструктура значно розширилася, об'єднавши більше 30 грід-кластерів не тільки академічних інститутів, а й університетів й інститутів Міністерства освіти і науки. Український академічний грід перетворився в *Український національний грід (УНГ)*. У травні 2011 р. Український національний грід став повноправним учасником колаборації NorduGrid, завдяки чому українські фахівці можуть впливати на розвиток європейських грід-технологій і долучатися до спільних міжнародних проектів у цій сфері [113].

Розподілені обчислення як метод одержання числових наукових результатів цікавили вчених з моменту появи потужних робочих станцій на базі систем типу Unix, однак донедавна саме обмежена швидкість передачі даних перешкоджала повсюдному впровадженню таких технологій.

Учені Європейського центру ядерних досліджень (ЦЕРН) першими побачили в Grid-технологіях альтернативу набагато дорожчим суперкомп'ютерам: обробка даних експериментів на Великому адронному колайдері потребує не стільки виконання ресурсомістких алгоритмів у якнайкоротший термін, скільки високих швидкостей для передачі великої кількості даних протягом багатьох років роботи прискорювача. Після кількох років розроблення і тестування різних підходів обчислювальні грід-технології стали повсякденною реальністю. Досить сказати, що вся система обробки й аналізу даних експериментів на Великому адронному колайдері в ЦЕРНі базується саме на них.

Для того, щоб практично в режимі реального часу зберігати й аналізувати безпрецедентний обсяг даних (більше 15 петабайтів/рік у чотирьох головних експериментах), створено спеціальну грід-інфраструк-

туру Worldwide LHC Computing Grid (WLCG), яка поєднує комп'ютерні центри всіх університетів, інститутів, лабораторій світу, що ведуть дослідження з фізики високих енергій.

Grid з погляду користувача – це величезний ресурс для обчислень практично будь-якої складності, для зберігання даних будь-якого обсягу. Такий об'єднаний обчислювальний ресурс не може собі дозволити жодна окрема організація. Хоча Grid, можливо, не оптимальний для всіх типів розрахунків (наприклад, не цілком задовольняє вимоги паралельних обчислень), за несприятливих фінансових умов в Україні його можна розглядати як тимчасову альтернативу надпотужним, але дорогим в обслуговуванні суперкомп'ютерам.

Як і в будь-якій обчислювальній Grid-інфраструктурі, тут необхідно було встановити так зване проміжне програмне забезпечення (ППЗ), яке інтегрує всі обчислювальні ресурси й організовує їхню узгоджену роботу. Англійською ППЗ звучить як middleware. Творці сегмента вибрали пакет Nordugrid ARC (Advanced Resource Connector), розроблений у колаборації північних європейських країн NorduGrid (http://www.nordugrid.org). Це було найпростіше ППЗ, яке підтримувало всі необхідні функції для роботи Grid-інфраструктури, працювало дуже стабільно і, нарешті, супроводжувалося (і супроводжується) найбільш повною і зрозумілою документацією.

Слід підкреслити, що ініціатори використання Grid-технологій в Україні з самого початку не обмежилися своїми вузькими професійними інтересами (фізика високих енергій, участь у Grid-інфраструктурі ЦЕРНу). У будівництво Grid-інфраструктури було залучено установи різних напрямів: Інститут молекулярної біології і генетики, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії (зараз цей кластер переміщено до Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки»), Інститут сцинтиляційних матеріалів, Головна астрономічна обсерваторія (усі – НАН України), Інститут космічних досліджень НАН України та НКА України тощо.

Саме такий мультидисциплінарний підхід було формульовано в академічній Програмі впровадження Grid-технологій і будівництва класте-

рів у НАН України, успішно виконуваній до 2009 р. В той же час, Державна цільова програма впровадження і застосування Grid-технологій в Україні на 2009 – 2013 рр. передбачає збільшити швидкість передачі даних між найпотужнішими кластерами УНГ до 10 Гбіт/с, що суттєво підвищить ефективність Grid-обчислень. Згідно зі стратегією побудови гріду в Україні, обраною у 2005 р., Український національний працює на ППЗ ARC. Водночас на трьох кластерах (в Інституті теоретичної фізики, Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, Харківському фізико-технічному інституті), що працюють у Grid-інфраструктурі ЦЕРНу, встановлено і сертифіковано ППЗ gLite. Саме завдяки використанню ARC виник взаємний інтерес до контактів між УНГ і колаборацією NorduGrid.

Розширення NorduGrid практично збіглося з новою європейською ініціативою щодо розробки уніфікованого ППЗ – проектом European Middleware Initiative (EMI). Він поєднує провідних європейських розробників ППЗ гріду: ARC, gLite, UNICORE, dCache. Дотепер перелічені пакети ППЗ були несумісні, оскільки використовували неоднакові технологічні підходи до впровадження систем типу Grid. Це створювало безліч труднощів і для вчених, і обчислювальних центрів, змушених підтримувати кілька систем одночасно, задовольняючи вимоги різних дослідницьких груп. Завданням проекту EMI було створити загальні підходи і впровадити стандартні засоби, поєднуючи різні ППЗ. Наприклад, заплановано розмістити елементи ППЗ гріду в стандартних репозиторіях операційних систем Linux, роблячи Grid доступним практично кожному. Це полегшить роботу не тільки науковців, але й операторів обчислювальних центрів і, як наслідок, підвищить ефективність використання ресурсів і якість досліджень. Більше того, нове уніфіковане ППЗ буде привабливішим для користувачів, які вважали Grid-технології надто складними для практичного застосування.

Розширення колаборації NorduGrid за рахунок УНГ було дуже вчасним, зокрема, корисною була участь фахівців УНГ з їхнім досвідом застосування Grid-технологій для найрізноманітніших додатків. До того ж, приєднавшись до колаборації, українські «грідівці» змогли впливати на розвиток європейських Grid-технологій, навіть за відсут-

ності членства у проекту EMI. У колаборації NorduGrid стали гарною традицією регулярні робочі наради з технічних питань розвитку інфраструктури, удосконалення і створення програмного забезпечення. Такі зустрічі потрібні для команди розробників, чиї офіси розкидані по всій Європі: у повсякденній роботі сучасні інформаційні технології скорочують відстані, але ніщо не замінить живої дискусії віч-на-віч. Важливо, що наради проводять у різних країнах, щоб залучити найбільшу кількість фахівців.

У 2009 р. було затверджено Державну цільову програму впровадження і застосування Grid-технологій в Україні на 2009 – 2013 рр., у рамках якої на основі АМОД сьогодні активно розбудовується Українська національна Grid-інфраструктура. Фінансування програми (хоча і не в повному обсязі) почалося з 2010 р. [5].

Метою цієї Програми є створення національної Grid-інфраструктури та умов для широкого впровадження Grid-технологій, зокрема підвищення пропускної спроможності оптоволоконних каналів зв'язку, розроблення спеціалізованого грідівського та адаптація для впровадження Grid-технологій існуючого програмного забезпечення, підготовка фахівців з питань впровадження і застосування Grid-технологій.

Існує три способи розв'язання проблеми, а саме:

1) перший спосіб, що передбачає поступове нарощування обчислювальних ресурсів у наукових установах, які вже мають досвід роботи з Grid-технологіями, з подальшим їх впровадженням в інші сфери і передачу набутого досвіду заінтересованим установам, призведе до уповільнення широкого впровадження Grid-технологій і збільшить відставання України у зазначеній галузі від провідних країн;
2) другий спосіб, що передбачає створення багаторівневої міжвідомчої Grid-мережі з урахуванням специфіки застосування грід-технологій у різних галузях і регіонах, призведе до створення Grid-сегментів з різною специфікою та стане перешкодою до їх об'єднання у національну Grid-інфраструктуру;
3) третій, оптимальний спосіб, що полягає у створенні багаторівневої міжвідомчої Grid-мережі з елементами централізова-

ного управління, дасть змогу врахувати галузеві і регіональні інтереси під час створення національної Grid-інфрастуктури та забезпечити її інтеграцію до європейської і світової грід-інфраструктури.

З метою створення національної Grid-інфраструктури та забезпечення її розвитку передбачається утворити: базовий Grid-центр Національної академії наук; ресурсні та регіональні Grid-центри, робота яких буде координуватися установами Національної академії наук і МОН; Grid-вузли в заінтересованих установах; міжвідомчу координаційну раду з визначення основних засад створення та забезпечення розвитку національної Grid-інфраструктури; координаційний комітет як виконавчий орган, що представлятиме національну Grid-інфраструктуру в Україні та за кордоном; центри моніторингу функціонування Grid-мережі; центр сертифікації і його філії, які реєструватимуть віртуальні організації, Grid-вузли та індивідуальних користувачів згідно з прийнятими міжнародними стандартами.

Для досягнення мети Програми необхідно:

- забезпечити розвиток потужних обчислювальних ресурсів шляхом створення нових обчислювальних вузлів і процесорів та телекомунікаційної інфраструктури і підвищити пропускну спроможність оптоволоконних каналів зв'язку;
- створити систему управління національною Grid-інфраструктурою та комплексну систему захисту інформації національної Grid-інфраструктури;
- розробити спеціалізоване грідівське та адаптувати для впровадження Grid-технологій існуюче програмне забезпечення;
- створити систему підготовки і перепідготовки фахівців з питань впровадження і застосування Grid-технологій.

Пріоритетними завданнями Програми є:

- створення та системна інтеграція елементів національної Grid-інфраструктури (базових ресурсних центрів, Grid-вузлів, оптоволоконних каналів зв'язку з високою пропускною спроможністю, спеціалізованого грідівського програмного забезпечення

та інформаційних ресурсів) до європейської і світової грід-інфраструктури з дотриманням вимог інформаційної безпеки;

- застосування Grid-технологій у вітчизняних мультипроцесорних обчислювальних системах;
- застосування Grid-технологій під час проведення наукових досліджень, інтеграція вітчизняних наукових установ до світового наукового простору, залучення українських науковців до участі в проведенні сучасних унікальних експериментів та комп'ютерному обробленні їх результатів, віртуальних наукових форумах;
- упровадження нових методів медичного обслуговування населення, створення розподілених баз діагностичних даних, проведення консультацій і консиліумів з використанням телекомунікаційних засобів, зокрема великомасштабного комп'ютерного аналізу медичних даних;
- забезпечення оперативного в режимі реального часу оброблення результатів геофізичних, метеорологічних та космічних спостережень;
- створення умов для впровадження Grid-технологій в науку, промисловість, фінансову, соціальну та гуманітарну сферу;
- створення системи підготовки і перепідготовки фахівців із питань впровадження і застосування Grid-технологій.

Виконання Програми дасть змогу:

- створити з урахуванням досвіду провідних країн світу національну Grid-інфраструктуру;
- активізувати міжнародне наукове та науково-технічне співробітництво шляхом залучення користувачів національної Grid-інфраструктури до міжнародних віртуальних співтовариств;
- задовольнити потребу науки, промисловості, фінансової, соціальної та гуманітарної сфери в обчислювальних ресурсах;
- сприяти науково-технічній та соціальній інтеграції України до Європейського Союзу;

- забезпечити доступ вітчизняних користувачів до міжнародних проектів і обчислювальних ресурсів;
- створити умови для визначення теоретичних і практичних аспектів застосування Grid-технологій, розробити спеціалізоване грідівське та адаптувати до впровадження Grid-технологій існуюче програмне забезпечення;
- утворити навчальні центри та розробити навчальні програми для підготовки фахівців з питань впровадження і застосування грід-технологій, організувати семінари і практичні заняття з питань проведення Grid-обчислень.

Найбільш значущі результати виконання вказаної програми за 2010 – 2013 рр. приведені в табл. Ж.1 Додатку Ж [80 – 83].

В результаті виконання Державної цільової науково-технічної програми впровадження і застосування грід-технологій за 2010–2013 рр. досягнуто певних позитивних результатів, а саме:

- побудовано Український національний Grid, головну частину якого складають потужні обчислювальні кластери НАН України;
- виконано багато актуальних наукових досліджень з різних напрямів, що традиційно притаманні академічним установам різних відділень НАН України;
- впроваджено Grid-обчислення в науково-прикладні дослідження, а також запропоновані для практичних застосувань, зокрема в медицині та інженерно-технологічних розробках;
- значно зросли міждисциплінарні дослідження, встановлено тісні наукові зв'язки між академічними установами різного профілю;
- посилилася міжнародна наукова кооперація вчених НАН України в таких галузях, як фізика і астрофізика високих енергій, молекулярна і клітинна біологія, науки про Землю та інші, а також у сфері глобального інтегрування національних обчислювальних ресурсів з метою створення єдиного європейського і світового дослідницько-інформаційного простору.

Таким чином, головним досягненням програми стало створення української національної Grid-інфраструктури виробничого типу та її

інтегрування до найбільшої е-інфраструктури у світі – Європейської грід-інфраструктури, яка об'єднує понад 22 тисячі дослідників з усього світу. Це дало можливість забезпечити необхідні сервіси українським вченим для проведення цифрових досліджень світового рівня як самостійно, так і в колаборації з вченими інших країн, незалежно від місця їх перебування.

Українській національний грід є сьогодні дослідницькою е-інфраструктурою національного рівня, яка об'єднує 39 ресурсних центрів наукових організацій України (з них 29 належить НАН України). Основою УНГ є 12 ресурсних центрів, що координуються національним операційним центром (NGI_UA) і які являють собою інтегровану в європейський простір Grid-інфраструктуру. В основному завершено створення комунікаційно-ресурсної мережі оптоволоконних каналів зв'язку між академічними установами та Grid-кластерами. Більшість кластерів з'єднана оптоволоконними каналами обміну даними з пропускною здатністю від 300 до 1000 Мбіт/сек., 7 найпотужніших кластерів мають канали зі швидкістю 10 Гбіт/сек. Використання побудованої грід-інфраструктури і можливостей розподілених обчислень в інститутах НАН України дозволило отримати ряд важливих наукових результатів у фізиці високих енергій і астрофізиці, науках про життя включно з практичною медициною, науках про Землю, нанофізиці і наноелектроніці, в матеріалознавстві тощо.

Результати виконання Державної програми з впровадження грід-технологій в Україні демонструють: необхідність подальшого розвитку Grid- і хмарних технологій в Україні; широкі можливості їхнього використання українськими науковцями для розв'язання складних проблем, що потребують великих та надвеликих обчислювальних ресурсів.

Президія НАН України вважає пріоритетними такі напрями розвитку й застосування Grid- та хмарних технологій і засобів високопродуктивних обчислень:

- формування сучасної електронної інфраструктури, що передбачає створення та застосування грід-кластерів, програмно-технічних засобів, телекомунікаційних мереж і систем Grid-, «хмарних» та інших перспективних технологій;

- підвищення потужності та якості Grid-інфраструктури за допомогою підсилення наявних обчислювальних Grid-кластерів, створення національного каталогу сервісів;
- створення гнучкого віртуального дослідницького середовища зі спрощеним доступом до ресурсів українського та світового інформаційно-обчислювального простору;
- створення умов і механізмів взаємодії між дослідниками та IT-колабораціями й проектами різних країн, формування та підтримка віртуального національного центру компетенції, його взаємодія з центром компетенції EGI;
- розширення сфери застосування Grid-, хмарних та інших сучасних обчислювальних технологій в наукових дослідженнях.

З метою реалізації цих напрямків і розширення застосування грід-технологій в наукових дослідженнях в 2013 р. була започаткована Цільова комплексна програма наукових досліджень НАН України «Grid-інфраструктура і Grid-технології для наукових і науково-прикладних застосувань» на 2014 – 2018 рр. [37].

Запровадження нової програми є необхідним, як з погляду розвитку фундаментальної і прикладної науки в Україні, так і з огляду на стратегічну мету державної політики щодо Євроінтеграції, особливо в умовах підписання Угоди про асоціацію України з ЄС. Так, Єврокомісія в Програмі «Горизонт 2020» поставила завдання об'єднати усі наявні дослідницькі інфраструктури і вчених Європи за допомогою е-інфраструктури в єдиний цифровий дослідницький простір, що вимагає продовжувати і посилювати інтеграцію українського і європейського інформаційно-дослідницьких просторів.

Подальший розвиток Grid-інфраструктури та Grid-спільноти потребує комплексного підходу та концентрування зусиль га вирішенні таких проблем:

1) Підвищення потужності та якості Grid-інфраструктури шляхом розвитку обчислювальних Grid-кластерів, створення національного каталогу сервісів, задоволення потреб користувачів;

2) Збільшення пропускної здатності каналів обміну даних, підвищення обчислювальної потужності ресурсних центрів та розподільних ресурсів зберігання даних Grid-інфраструктури; створення національного переліку ресурсів та впровадження моделі розподілу ресурсів, що надаються ресурсними центрами. Розвиток «хмарних» технологій та створення об'єднаної «хмари» УНГ дасть змогу проводити розподілені тестування нових технологій, які будуть розвиватися національною та європейською Grid-спільнотою;

3) Створення гнучкого віртуального дослідницького середовища зі спрощеним доступом до ресурсів УНГ. Забезпечення функціональної сумісності платформ та робочих процесів у такому середовищі з європейськими платформами для спільного використання розподілених банків даних. Проведення актуальних досліджень у колаборації з вченими інших країн, що використовують розроблені платформи, робочі процеси та застосування. Одним з напрямів розвитку має бути адаптація розроблених та прийнятих європейською спільнотою стандартів е-інфраструктури;

4) Забезпечення підготовки фахівців і створення умов і механізмів взаємодії між дослідниками та IT-колабораціями і проектами різних країн. Формування і підтримка віртуального національного центру компетенції, його взаємодія з центром компетенції EGI.

Метою програми є подальший розвиток Grid-технологій та розширення сфери їхнього застосування в наукових і науково-прикладних дослідженнях в НАН України, розроблення і впровадження нових апаратних і програмних методів і засобів високопродуктивних наукових обчислень, забезпечення участі вчених НАН України в міжнародних грід-проектах і організаціях.

Основними напрямами і пріоритетними завданнями Програми на 2014 – 2018 рр. є:

1) Розвиток матеріально-технічної бази Grid-технологій і високопродуктивних обчислень та їхнє застосування в наукових і науково-прикладних дослідженнях, зокрема:

- підтримка та розвиток базового координаційного центру як об'єднуючого та координуючого органу УНГ;
- розвиток ресурсних центрів (Grid-сайтів), нарощування ресурсу сховищ даних, підтримка та розвиток Ресурсного центру обміну даними;
- побудова об'єднаної інфраструктури для розподілених обчислень, яка складається з традиційної Grid-інфраструктури та хмарної інфраструктури, з можливістю забезпечення зручного інтерфейсу доступу користувача до різноманітних інформаційно-обчислювальних ресурсів та підвищення продуктивності їх використання;
- розробка каталогу універсальних сервісів УНГ і впровадження сервісно-орієнтованих обчислень для створення прикладного програмного забезпечення шляхом композиції і оркестрування окремих сервісів;
- забезпечення пропускної здатності оптоволоконних каналів зв'язку між ресурсними центрами не менше, ніж 1 Гб/с та підвищення пропускної здатності оптоволоконних каналів зв'язку між вітчизняними та закордонними Grid-вузлами відповідно до вимог європейської мережі GEANT-3;
- розвиток і супроводження комплексної системи захисту інформації УНГ;
- системне інтегрування УНГ у Європейську інфраструктуру, включаючи мережу суперкомп'ютерів PRACE, репозитарій EUDIT, об'єднану Європейську хмару для наукових та інноваційних досліджень.

2) Застосування Grid-технологій у фундаментальних дослідженнях та підтримка віртуальних організацій у таких тематичних напрямах:

- фізика і астрофізика високих енергій, астрономія;
- молекулярна та клітинна біологія і генетика, нейрофізіологія, науки про життя;

- фізичні основи матеріалознавства, нанофізика і наноматеріали;
- геофізика, метеорологія, кліматологія, науки про Землю.
- суспільно-економічні науки, інші напрями наукової діяльності;

3) Застосування Grid-технологій та підтримка відповідних ВО у прикладній сфері, зокрема у:

- у практичній медицині (у співпраці з НАМН України). Розробка та впровадження Європейських систем обробки зображень та моделювання для діагностичних систем нейродегенеративних захворювань, об'єднання розподілених медичних баз діагностичних даних у єдину систему для наукових та клінічних досліджень;
- інженерних розрахунках, зокрема розробка та впровадження міждисциплінарної платформи інженерного колективного проектування у грід/клауд-середовищі;
- екомоніторингу, дистанційному зондуванні, прогнозуванні природних явищ.

4) Підготовка фахівців з Grid-технологій та хмарних обчислень:

- підготовка фахівців з Grid-технологій та хмарних обчислень;
- запровадження курсів цифрової науки у вищих навчальних закладах країни, розробка теоретичного мінімуму цифрової науки та стандарту якості дисципліни;
- розвиток системи дистанційного навчання і підвищення кваліфікації з цифрової науки;
- створення віртуального центру компетенції, що інтегрований у віртуальний центр компетенції EGI, для передачі і обміну знань та навичок використання Grid- та хмарної інфраструктури для обробки великих об'ємів даних.

Очікуваним результатами Програми є:

- забезпечення підтримки роботи та постійне нарощування обчислювальної потужності і можливостей зберігання даних української Grid-інфраструктури; створення потужних обчилювально-ресурсних центрів;

- запровадження новітніх технологій для економного та ефективного використання ресурсів (оновлення проміжного програмного Grid-забезпечення – middlware, віртуалізація ресурсів та хмарні технології, вихід на міжнародні платформи надання ресурсів);
- забезпечення стабільної і якісної роботи Базового координаційного центру, що здійснює керування діяльністю національної Grid-інфраструктури, надає сервіси і технічну допомогу широкому загалу користувачів, поширює інформацію про новітні досягнення Grid-технологій та можливості їхнього застосування;
- забезпечення ефективної координації наукових фундаментальних і прикладних досліджень, які потребують високопродуктивних обчислень і обробки великих масивів даних;
- розширення співробітництва з міжнародними Grid- і хмарними платформами; створення умов для інтеграції у світовий дослідницький простір, розширення участі у світових, зокрема європейських, проектах;
- створення віртуального національного центру компетентності з цифрової науки та надання інформаціно-обчилювальних послуг національним та міжнародним дослідникам та їх колабораціям;
- забезпечення підготовки і перепідготовки фахівців та користувачів грід-технологій.

2.2.5. Створення суперкомп'ютерів сімейства СКІТ

За останні 15 років у світі накопичено і оброблено інформації в мільйони разів більше, ніж за весь попередній період розвитку інформаційних технологій. Як наслідок, потужність обчислювальних ресурсів у світі зростає надзвичайно швидко, а потреба у ще більшому зростанні потужності обчислювальних систем. В той же час, ця потреба не обмежується тільки необхідністю обробки інформації. У зв'язку із зростанням міждисциплінарності досліджень, а з реалізацією концепції конвергенції NBIC-технологій – ще й наближенням до злиття цих областей в єдину науково-технологічну область знань, бурхливо розвиваються наукові галузі, що потребують суперкомп'ютерних ресурсів для вирішення різ-

них задач моделювання, прогнозування, оптимізації тощо. Тобто потреба у надпотужних обчисленнях зростає швидше, ніж потреба в обробці накопичених даних [87, с. 346 – 347].

У зв'язку з цим вдосконалення існуючих і розробка нових принципових схем суперкомп'ютерів (наприклад, з кластерною структурою) – це один з найперспективніших напрямів розвитку ІКТ у будь-якій країні, що вважає себе технологічно розвиненою [94, с. 110 – 112].

Розвиток цієї галузі усі розвинені раїни світу зараховують до завдань національного пріоритету. Так, США петафлопсний діапазон (швидкість виконання операцій комп'ютером) – 10^{15} операцій/сек. – вже подолали і прямують до екзафлопсного – 10^{18} операцій/сек. У Росії є програма розвитку високопродуктивних обчислень «СКІФ-Грід» і кілька федеральних програм зі щорічним бюджетним фінансуванням понад 5 млрд рублів. Заплановано довести сукупну обчислювальну потужність російських суперкомп'ютерів до 20000 терафлопс ($20x10^{15}$) (терафлопс – швидкість виконання комп'ютером 10^{12} операцій/сек.). Наприкінці 2010 р. почали працювати кластери «Ломоносов» (МДУ ім. Ломоносова) із продуктивністю понад 500 терафлопс і К-100 (Інститут прикладної математики ім. М. Келдиша РАН) – 100 терафлопс. Для довідки: сумарна пікова продуктивність кластерів Українського національного ґріду не перевищує 27 терафлопс [169].

За таблицею рейтингів наявних у світі суперкомп'ютерів TOP-500, півсотні найпотужніших комп'ютерів мають Китай, США, Японія, Франція, Німеччина, Росія, Південна Корея, Бразилія, Саудівська Аравія, Швейцарія, Канада, Індія. Перше місце в цій таблиці посідає китайський Tianhe-1A, за ним іде американські Cray XT5 Jaguar та Blue Gene/L (встановлений у Ліверморській національній лабораторії імені Лоуренса (США), і виконує 479,2 трлн операцій із плаваючою комою за секунду) [131]. Комп'ютер «Ломоносов» (Росія) посідає 17-те місце в цій таблиці.

У 2008 р. у дослідницькому центрі міста Юліх (Німеччина) відбулася урочиста церемонія введення в експлуатацію потужного суперкомп'ютера JUGENE, який належить до сімейства Blue Gene/P

корпорації IBM. Новий суперкомп'ютер налічує понад 65 тисяч процесорів PowerPC 450, а його продуктивність становить 167 терафлопсів (трильйонів операцій із плаваючою комою за секунду) [131]. Обчислювальні потужності систем JUGENE, JUMP та JUBL доступні приблизно двомстам дослідницьким групам. Ресурси суперкомп'ютерів, окрім іншого, використовуються під час розрахунку проектів, пов'язаних із розробкою нових матеріалів, пошуком лікарських препаратів наступного покоління, а також при моделюванні змін клімату, поведінки елементарних частинок, складних хімічних реакцій тощо. Розподіляє обчислювальні потужності між проектами група незалежних експертів.

В установах НАН України ще у 2004 р. було створені дві високоефективні обчислювальні кластерні системи СКІТ-1 і СКІТ-2 на базі мікропроцесорів Intel Xeon та Intel Itanium 2 за своїми характеристиками не поступаються світовим аналогам. Саме інтелектуальна складова розроблених кластерів у сполученні з розподіленими базами даних надає їм можливість ефективної інтелектуальної обробки великих обсягів знань і даних, а також забезпечує їм істотні конкурентні переваги на відміну від того, що виробляють у світі [87, с. 347].

З 2007 р. у аналогічному рейтингу країн СНД (TOP-50) Україну представляють СКІТ-3 і кластер НТУУ «КПІ», які спочатку входили до першої п'ятірки у таблиці. Проте скоро Україна може перестати потрапляти до цього рейтингу, внаслідок чого наукові інститути України і виші майже втратять шанси вигравати тендери за міжнародними науково-технічними програмами та матимуть обмежені можливості розв'язання складних задач. Причиною є недостатнє фінансування з бюджету. Наприклад, для удосконалення комплексу СКІТ-3 було потрібно довести його потужність до 200 – 250 терафлопс із перспективою модернізації до 400 – 500 терафлопс (це були здатні зробити протягом одного року фахівці Інституту кібернетики НАН України). Сумарна вартість проекту складала 50 млн грн, тоді як орієнтовна тривалість експлуатації оновленого комп'ютера становила б понад п'ять років [169].

Більше того, щоденна експлуатація й удосконалення суперкомп'ютерів також коштує дорого. Як наслідок, велику цікавість у вчених викликають суперкомп'ютери середньої ланки, такі як розроблений Інститу-

том кібернетики і Київським заводом «Електронмаш» суперкомп'ютер ІНПАРКОМ, що поступається потужністю великим комп'ютерам типу СКІТ (його потужність 1,5 – 2 терафлопси), але значно дешевший і не потребує великих затрат електроенергії під час експлуатації. Водночас на ньому можна успішно розв'язувати доволі складні задачі на основі розпаралелювання обчислювального процесу. Тобто на таких суперкомп'ютерах можна готувати математичне забезпечення і складні КТ, а вже їх реалізацію, за необхідності, – передавати на потужніші комп'ютери. На думку спеціалістів, саме комп'ютерами ІНПАРКОМ варто було б устаткувати інститути, університети, держустанови. При цьому, при наявності державного замовлення, «Електронмаш» готовий до серійного випуску цього комп'ютера [169].

Незважаючи на відставання в розробці надпотужних суперкомп'ютерів, Україна є однією з провідних країн світу в розробці сучасного математичного забезпечення обчислювальних машин і систем, оскільки основу цих розробок становлять сучасні математичні методи оптимізації і системного аналізу, методи математичного моделювання та дослідження складних процесів і об'єктів, теорія програмування та методи захисту інформації при формуванні баз знань і баз даних (БЗ, БД) і передачі цих даних каналами зв'язку в різноманітні комп'ютери і системи. А саме в цих галузях науки Україна потужна, тут активно працюють відомі у світі наукові школи, що є як в інститутах НАН України (зокрема в інститутах Кібернетичного центру НАН України), так і у провідних вузах – передусім у Київському національному університеті ім. Т. Г. Шевченка, НТУУ «КПІ», Харківському національному університеті радіоелектроніки (ХНУРЕ) тощо. В той же час, якщо паралельно не буде ефективно розвиватися «тверда» частина ІКТ, то це істотно нівелюватиме досягнення українських математиків, системних програмістів, загалом фахівців ІКТ.

Завдяки використанню суперкомп'ютерів науково-дослідні установи НАН України отримали важливі фундаментальні і прикладні результати з біофізики, біохімії, фізичної хімії, теоретичної фізики, матеріалознавства, медицини, геології/геофізики, нанотехнологій тощо. В рамках виконання тематичних планів досліджень, програм держзамовлень,

участі у вітчизняних та міжнародних наукових проектах українські науковці постійно застосовують суперкомп'ютерний комплекс СКІТ Інституту кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України для розв'язання задач моделювання молекулярної динаміки, квантово-хімічних розрахунків, моделювання теплофізичних, гідродинамічних і геофізичних процесів. На суперкомп'ютерах проводяться розрахунки властивостей хімічних сполук, сплавів, біологічно активних речовин і нанооб'єктів, обробка супутникових зображень і результатів сейсмогеологічних досліджень, медичні популяційні дослідження і дослідження геному, моделювання фізичних і соціально-економічних процесів.

Суперкомп'ютерні обчислення сполучуються Grid-обчисленнями, хоча не заміняють одне іншого. Grid – це інфраструктура розподілених обчислень, коли задача поділяється на кілька окремих підзадач, о підзадачі розв'язуються незалежно, навіть не одночасно, їх результати записуються в файли, а вже потім об'єднуються. Суперкомп'ютер спрямований на паралельні обчислення, тобто підзадачі виконуються одночасно і взаємодіють через передачу повідомлень з даними. Взагалі Grid може використовувати і використовує суперкомп'ютери як вузли. Але для багатьох задач великої розмірності відсутні алгоритми поділу на незалежні підзадачі, а умови стійкості обмежують розміри елементарних одиниць, отже, і обсяги необхідної пам'яті. Такі задачі взагалі неможливо розв'язати без суперкомп'ютера.

Можливості сучасних суперкомп'ютерів дозволяють створити інформаційні технології, які з позиції системного (комплексного) аналізу та оптимізації розкривають сутність природно взаємопов'язаних досліджуваних явищ. Внаслідок розвитку суперкомп'ютерних технологій вартість і час чисельного моделювання стали нижчими, ніж в разі експериментального випробування реальних об'єктів. Сучасні ІТ та суперкомп'ютери, як інструменти розв'язання класів надскладних задач, стали одним в визначальних чинників зростання конкурентоспроможності економіки і безпосередньо впливають на спроможність країни забезпечувати потреби населення та суб'єктів господарювання в інформаційному суспільстві.

Створення суперкомп'ютерних ІТ потребує розробки математичних моделей, ефективних методів їх аналізу, алгоритмів та надійних програм. Складність комплексних взаємозв'язків предметної області та зростаючі вимоги до ефективності паралельної реалізації сприяють успіху інтелектуальних ІТ, здатних самостійно налаштовуватись на властивості задачі та обчислювального середовища. Фундаментальна наукова складова цієї тематики полягає в дослідженні і розробці ефективних математичних методів та алгоритмів розв'язання класів задач, що за вимогами до об'єму пам'яті та обчислювальної продуктивності перевищують можливості доступних ЕОМ, аж до задач трансобчислювальної складності.

Кластерний комплекс СКІТ, який є найбільшим обчислювальним ресурсом НАН України та основою ресурсного центру Українського національного гріду, з 2005 р. забезпечує на безоплатній основі високопродуктивні обчислення організацій та установ НАН України, закладів МОН і Національного космічного агентства. Три покоління суперкомп'ютерів СКІТ (СКІТ-1, СКІТ-2 і СКІТ-3) було створено і успішно застосовано в дослідженнях за Програмою «Інтелект» протягом 2007 – 2009 рр., а за 2010 – 2011 рр. впроваджено гібридний сегмент СКІТ-GPU для експериментальних досліджень нових підходів до розпаралелювання задач. На його основі в 2012 р. було розроблено та реалізовано у суперкомп'ютері СКІТ-4 новий комплексний архітектурний проект розбудови кластерних обчислювальних систем, що дозволило досягти вдвічі більшої за суперкомп'ютер попереднього покоління СКІТ-3 продуктивності – майже 12 Тфлопс. Крім того, це дозволило суттєво підвищити його енергоефективність, електроспоживання якого (15 вВт-годин) вчетверо менше за СКІТ-3. Таким чином, СКІТ-4 за енергоефективністю відповідає 99 позиції у світовому рейтингу найбільш екологічних суперкомп'ютерів (Green 500), при цьому передбачається подальше нарощування його потужностей.

Сьогодні суперкомп'ютер СКІТ-4 є найпотужним обчислювальним засобом України. Він підключений як складова частина до комплексу СКІТ, що є основою Ресурсного центру Українського національного гріду, та пройшов сертифікацію Європейської грід-ініціативи (EGI).

Отже, подальший прогрес застосування обчислень у фундаментальній та прикладній науковій діяльності НАН України потребує розвитку суперкомп'ютерних потужностей.

Як наслідок, розпорядженням Президії НАН України від 26.12.2012 р. №785 було затверджено концепцію програми наукових досліджень НАН України «Розробка інтелектуальних суперкомп'ютерних систем сімейства СКІТ, забезпечення їх ефективного функціонування та створення інформаційних технологій, сучасного математичного, програмно-технічного забезпечення для розв'язання складних та надскладних науково-практичних задач (Інтелект)» на 2013 – 2015 рр. [32].

Програма містить 2 розділи:

1. Подальше збільшення потужності, розширення сфер застосувань та забезпечення ефективного функціонування інтелектуальних суперкомп'ютерних систем і засобів інтелектуалізації для розв'язання надскладних фахових задач.
2. Розвиток наявних, створення нових та впровадження інформаційних технологій, сучасного математичного та програмно-технічного забезпечення для розв'язання складних і надскладних науково-практичних задач, передусім у державному управлінні, економіці, медицині, біології, науці, космічних дослідженнях, охороні навколишнього середовища, захисті інформації тощо.

Роботи, що заплановані розділом 1, були викликані тим, що сьогодні швидко наростає відставання технічних можливостей українських суперкомп'ютерів від можливостей аналогічної техніки провідних країн світу. Аналіз світових тенденцій свідчить, що суперкомп'ютерний напрям визнають за пріоритетний США, ЄС, Китай, Японія, Росія та інші. Зокрема, ЄС на нього виділяє десятки мільярдів євро, США – близько 8 млрд дол. на рік, Росія протягом 2009 – 2012 рр. ввела в експлуатацію декілька потужних суперкомп'ютерних центрів, а до 2014 р. на розвиток галузі високопродуктивних обчислень Росія витратила ще 7,3 млрд рублів. Якщо в 2008 р. українські суперкомп'ютери конкурували з російськими і входили у першу десятку Топ50 СНД, то на початок 2013 р. потужність російського суперкомп'ютеру «Ломоносов» була у 75 разів

більша за кращий суперкомп'ютер України, а відставання від найшвидшого в світі американського комп'ютера «Титан» – майже в 1500 разів. Таке відставання гальмує науково-технічний та інноваційний розвиток України, оскільки завдяки прискореному розвитку суперкомп'ютерів обчислювальні експерименти стали і дешевшими, і швидшими за натурні випробування майже в усіх галузях науки і техніки.

З погляду перспективи розвитку комплексу СКІТ на початок 2013 р. найменшу вартість терафлопсу, найкраще співвідношення продуктивності до витрат електроенергії на живлення та охолодження забезпечують гібридні вузли на основі графічних прискорювачів загального призначення. Архітектуру і технічний проект СКІТ-4 було розроблено в результаті ретельного експериментального дослідження різних конфігурацій сучасного апаратного забезпечення. В результаті СКІТ-4 демонструє не тільки високу реальну продуктивність й енергоефективність, але й адаптованість до широкого класу задач. Зокрема, алгоритми, які спеціально пристосовані для графічних прискорювачів, можуть досягати пікової продуктивності понад 25 терафлопс. При цьому звичайні програми, не адаптовані до графічних прискорювачів, отримують перевагу використання 192 ядер центральних процесорів Intel Xeon E5-2600 з частотою 2,6 ГГц (до 32 потоків на вузол) та великого об'єму оперативної пам'яті (64 ГГб на вузол). Швидкість доступу процесору до оперативної пам'яті вузла – 0,7–0,8 мкс, до оперативної пам'яті сусіднього вузла – 1,5–2,4 мкс, що дозволяє в режимі програмної емуляції працювати з усіма 768 ГБ пам'яті як з єдиним масивом спільної пам'яті суперкомп'ютера.

Дослідження історії використання комплексу СКІТ свідчить, що найбільшу частку ресурсів (понад 90%) споживають для розв'язання задач молекулярної динаміки, квантової хімії, гідро- й аеродинаміки та для розроблення спеціального програмного забезпечення. Для ефективного застосування СКІТ-4 у цих напрямах на суперкомп'ютері встановлено прикладне програмне забезпечення з підтримкою графічних прискорювачів: пакети GROMACS, NAMD і Abalone з молекулярної динаміки, NWChem і Quantum ESPRESSO з обчислювальної хімії, OpenFOAM з безкоштовним плагіном Vratis для задач гідродинаміки,

математичної бібліотеки закордонного і власного виробництва, програми для астрономії й геофізики, розроблені українськими науковцями – користувачами УНГ. Проте відкритими залишаються питання ефективних обчислень в гетерогенному середовищі, тобто розробка алгоритмів і програм, які могли б одночасно і спільно використовувати різні за технологією і характеристиками пристрої, такі як графічні прискорювачі і багатоядерні процесори різних типів і виробників. Технологічну основу розв'язування такої проблеми можуть скласти теорія потокових обчислень і стандартна мова потокових обчислень OpenCL.

Роботи, вказані у розділі 2, викликані тим, що за результатами проведеного аналізу статистики використання суперкомп'ютерів СКІТ понад 80 % задач можуть бути прискорені у десятки разів із застосуванням графічних прискорювачів. Це задачі квантової хімії, молекулярної динаміки, обробки космознімків, геофізичного моделювання, крипто аналізу тощо. Пошук інформації в Інтернеті та популярних журналах з суперкомп'ютерних обчислень підтвердив актуальність розробки та впровадження різноманітного прикладного програмного забезпечення для кластерів з графічними прискорювачами та наявність численних проектів з розробки наукових і прикладних програм.

Метою Програми згідно до відповідних розділів є:

- подальший суттєвий розвиток кластерного комплексу СКІТ, зменшення дефіциту обчислювальних ресурсів та відставання від сучасного рівня обчислювальної потужності в СНД і в світі;
- розвиток започаткованих та створення нових конкретних інтелектуальних ІТ, сучасного математичного та програмно-технічного забезпечення, спрямованих на вирішення актуальних завдань у сферах державного управління, економіки, медицини, біології, аналізу складних баз даних наукових досліджень, розробка методів паралельного розв'язання задач трансобчислювальної складності за допомогою суперкомп'ютерів, зокрема з використанням графічних прискорювачів.

За розділом 1 у рамках програми в період 2013 – 2018 рр. передбачено розробити аналоги основних методів інтелектуальних бібліотек

з обчислювальної математики та обробки даних для виконання на графічних прискорювачах. Йдеться про розробку якісно нових алгоритмів, інших засобів обміну даними та балансування навантаження, суттєвої доробки «інтелектуальної» частини бібліотеки, пов'язаної з вибором алгоритму та підбором параметрів виконання залежно від специфіки апаратури. Спеціальний напрямок цієї роботи – алгоритми і програми, спрямовані на роботу у гетерогенних середовищах, здатні найбільшою мірою використати все наявне апаратне забезпечення для розв'язування найбільших задач.

За розділом 2 передбачається: продовження робіт з розробки нових інтелектуальних ІТ для нових важливих класів задач – як для гібридних, так і для звичайних кластерів; використання суперкомп'ютерів СКІТ як «хмарної» основи національних інформаційно-аналітичних систем та центрів обробки даних (як це здійснюється в США, державах – членах ЄС, Росії, Китаї); інформатизація сфери державного управління українською економікою (відбулося реальне насичення міністерств і відомств комп'ютерною технікою й системами зв'язку, розширюється доступ до Інтернету, розвиваються національні інформаційні ресурси, насамперед кілька реєстрів державного значення та інформаційно-аналітичних систем); створення і впровадження ІТ-обґрунтування управлінських рішень на рівні Уряду, Верховної Ради, місцевих органів влади, організації електронного документообігу; створення нових інформаційно-аналітичних систем та систем аналізу розподілених баз даних для різних галузей господарської та суспільної діяльності в умовах і ситуаціях, що постійно змінюється.

Найбільш значущі результати виконання вказаної програми за 2013 р. наведені в табл. З.1 Додатку З [83].

В результаті виконання Програми буде:

- забезпечене загальне багаторазове зростання продуктивності суперкомп'ютерів СКІТ для розв'язку типових науково-технічних задач та задач державного управління;
- підтримано якісно новий рівень автоматизації розробки паралельних застосувань для графічних прискорювачів і процесорів

потокової архітектури, розроблено інструментарій, який буде випробувано у адаптації до гібридних кластерів існуючих інтелектуальних ІТ та у створенні нових;

- розвинуто та створено нові інтелектуальні ІТ аналізу та обґрунтування управлінських рішень для потреб економіки та соціальної сфери з використанням баз даних і знань. Передбачається розроблення ІТ з проблем космічних та біологічних досліджень, ефективного використання енергетичних ресурсів, медичної діагностики та розробки лікарських препаратів, телекомунікаційних та інформаційно-аналітичних систем тощо, де основу складають потужні методи розв'язання задач трансобчислювальної складності. Будуть продовжені роботи з розв'язання задач, пов'язаних з контролем стану навколишнього середовища. Вони охоплюють як проблематику моніторингу і аналізу даних, так і проблеми моделювання – атмосфери, водних басейнів і ґрунтового середовища. На підставі досвіду та результатів робіт 2007 – 2012 рр. будуть також розроблені та випробуванні типові рішення із захисту інформації у віртуальних центрах обробки даних тощо;

Успішне виконання Програми також надасть змогу ширшому колу науковців використовувати суперкомп'ютерні технології для виконання на належному науково-технічному рівні НДР, збільшити участь НАН України в реалізації конкурсних проектів на замовлення державних органів, покращить умови залучення та виконання міжнародних грантів.

Висновки до розділу 2

1. Україна вже практично вичерпала себе як країна – постачальник дешевої робочої сили з переважно низькотехнологічною, енерговитратною промисловістю. В той же час, вона *має шанс для прориву на ринку інформаційних технологій* завдяки накопиченому інтелектуальному потенціалу.

2. Україна за розвитком інформаційного суспільства у чотири рази відстає від провідних країн, суттєво відстає від Росії, Казахстану, Білорусі й інших країн СНД, але при цьому входить до п'ятірки країн, найбільш привабливих із погляду аутсорсингових послуг. Тому для України вкрай актуальною є *необхідність проведення скоординованої державної політики*, спрямованої на зняття перешкод, що виникли як з об'єктивних причин, так і внаслідок негативних факторів, і проблем інституційного характеру, а також забезпечення державної підтримки розвитку ІКТ в Україні.

3. За всю двадцятирічну історію прийняття в Україні законодавчих актів, що визначали пріоритетні напрями розвитку науки і техніки, *напрям «Інформаційно-комунікаційні технології» завжди посідав одне з перших місць у всіх відповідних документах*. Сьогодні Україна володіє молодою і швидко зростаючою індустрією інформаційних технологій; вітчизняні програмісти сильні саме в оптимізації виконання задачі, що приводить до більш високої якості програм, а розвиток інформаційних технологій вимагає все більш якісних алгоритмів. Тобто *в Україні існують всі необхідні передумови для більш повної реалізації потенціалу індустрії програмного забезпечення*: традиційно сильна фундаментальна математична база в системі вітчизняної освіти; позитивні результати діяльності українських компаній на міжнародному ринку програмного забезпечення та IT-сорсингу; фундаментальні наукові досягнення у сфері інформатики; системного аналізу; моделювання та програмування;

4. Щоб побудувати життєздатну державу, слід побудувати *систему управління, адекватну новому інформаційному суспільству*. Успішним прикладом надання інформаційних послуг державою за допомогою IT-технологій може бути проект створення *електронного уряду* в державі та її регіонах, реалізація якого дозволяє різко знизити корупцію, підвищити ефективність державного управління і його відповідальність перед громадянами, а також є одним з головних факторів залучення широких прошарків населення до мережних технологій. Для ефективної реалізації вказаного національного проекту необхідно:

- створити *спеціальний орган*, який визначатиме ідеологію електронної реформи, а також визначити *відомство*, яке буде відпо-

відальним за жорстку і послідовну реалізацію цієї реформи у всіх сферах;

- запровадити жорсткий контроль за підпорядкованістю відомчих програм інформатизації і відповідного бюджетного фінансування *цілям і задачам майбутньої програми інформатизації на 2015 – 2020 рр.*;
- припинити розробку інформаційних систем, котрі спираються на паперовий документообіг;
- розробити програмне забезпечення і єдині стандарти зберігання та передачі даних державними органами, щоб гарантувати *контроль за власною системою інформаційно-комунікаційного забезпечення*, в тому числі в інтересах національної інформаційної безпеки;
- розгорнути *безкомпромісну боротьбу* з *корупцією у державних органах влади,* яка і є реальною причиною пробуксовування не лише програм інформатизації України, а й решти реформ і добрих починань. Корінь корупції і розкрадання коштів, виділених державою на інформатизацію, у повному *ігноруванні чинного законодавства в цій сфері*. За подальшого ігнорування законів і логіки розвитку «електронної держави» – побудова в Україні інформаційного суспільства взагалі і електронного управління зокрема може затягнутись на невизначений час.

5. Цікавим проектом для електронного урядування в Україні може стати випуск *біометричних паспортів*, особливо в умовах реалізації Угоди про Асоціацію України з ЄС, але цей проект ще тільки розпочався наприкінці 2014 р. і ймовірно буде потребувати удосконалення під час практичної реалізації.

6. Розробка *програмного забезпечення* залишається тим сегментом ІТ-ринку, питома вага якого постійно зростає. Основний продукт сегмента – це прикладні розробки, програми управління базами даних, системний менеджмент, системи діловодства та інші (middleware), частка яких складає три чверті від обсягу реалізації продукту сегмента. В Україні існують всі необхідні передумови для більш повної реалізації по-

тенціалу індустрії програмного забезпечення: традиційно сильна фундаментальна математична база в системі вітчизняної освіти; позитивні результати діяльності українських компаній на міжнародному ринку програмного забезпечення та ІТ-сорсингу; фундаментальні наукові досягнення у сфері інформатики; системного аналізу; моделювання та програмування. Україна входить до п'ятірки світових лідерів за обсягами експорту програмних продуктів, поступаючись Індії, Китаю, Росії та випереджаючи Бразилію. Українська ІТ-сфера буде лідирувати в переліку найбільш перспективних галузей економіки протягом найближчого десятиліття.

7. Серед чинників, які стримують розвиток сектора ПЗ в Україні слід назвати: відсутність *системного підходу* до розвитку цього сектора; *порушення діючих базових законів і нормативно-правових актів у частині інформатизації*, що істотно знижувало темпи інформатизації; *незбалансований розвиток комп'ютерно-комунікаційного середовища* (монополізація каналів зв'язку, велика кількість провайдерів різної кваліфікації), що стимулювало розвиток обмежених корпоративних мереж, викликало розрив у рівнях інформатизації регіонів; суттєві недоліки в податковій та інвестиційній політиці, *збільшення податкового тиску на ІТ-бізнес* внаслідок змін до Податкового кодексу України та затвердження ставок ввізного експортного мита; *високий рівень обов´язкових відрахувань у соціальні фонди та податкові навантаження* при значній частині витрат на оплату праці; *проблеми піратства*, що стосуються правової, технічної та економічної сфери неліцензійного програмного забезпечення.

8. До напрямів подолання негативних факторів слід віднести: необхідність *правового регулювання ІТ-сфери*, яке має полягати у *законодавчому закріпленні пріоритетних напрямків* державної політики у даній сфері і *стандартизації діяльності ІТ-індустрії*; обґрунтуванні *методики визначення збитків і компенсації завданої шкоди, оцінки вартості програм*; визначенні *пріоритетних напрямів розвитку індустрії програмного забезпечення* на період до 2015 р.; розробки *базового, загальнонаціонального, стратегічного програмного документу*, що визначає основні цілі, напрями, шляхи та механізми формування і реалізації державної полі-

тики щодо побудови інформаційного суспільства в Україні. Для цього на державному рівні має бути сформована обґрунтована *Національна стратегія розвитку індустрії і програмного забезпечення*, в якій потрібно передбачити механізм підтримки та державного стимулювання не самої індустрії, а її розвитку при ефективній взаємодії держави, науки і бізнесу.

9. До основних *п'яти трендів, що змінили Інтернет до версії 2.0* і в майбутньому змінять його ще більше, слід віднести: народження грандіозних за своїми масштабами *пошукових порталів* (в той же час практично неконтрольоване зростання рекламного спаму); виникнення буму *контенту користувачів* і появи *системи аналізу поведінки в Інтернеті*; затвердження нових *технологій розповсюдження контенту – за допомогою файлообмінних мереж* (що спрощує піратство і викликає масштабну протидію з боку медіаконцернів); поширення тенденції до заміщення звичних і дорогих програм на зразок Microsoft Office *безкоштовними мережевими сервісами* (цей напрям очолює Інтернет-гігант Google); занурення мільйонів людей у віртуальний всесвіт і одночасно – *експансія віртуальних економік в реальні світи*.

10. В Україні все ще дуже *невисокий рівень проникнення доступу в Інтернет* – приблизно 35%. А відповідно до досліджень компанії Ericsson, зростання проникнення широкополосного доступу на 10 % веде до збільшення ВВП у середньому на 1 %, а подвоєння швидкості Інтернету піднімає ВВП країни на 0,3 %. Тому одна з важливих задач держави – *сприяти розширенню доступу українських громадян до Мережі*;

11. *Управління Інтернетом* набуває особливого значення в умовах «вибухового» розвитку Інтернет в Україні, кількість користувачів вже перевищила 50 % дорослого населення. Розвиток *доменної зони .UA* за всі роки її адміністрування можна оцінити як дуже непоганий. В той же час, цей ринок перебуває у точці переходу від лінійного розвитку до експоненціального. Збільшення ринку вдесятеро *потребує зміни підходу до системи реєстрацій*. Тобто, коли більшість реєстрантів будуть технічно недосвідченими користувачами, знадобиться, з *одного боку*, поліпшити їх обслуговування, а з *іншого* – підвищити надійність системи. Введення *кириличних українських доменів, наприклад .Укр*

або .ЮА, віддзеркалює об'єктивний процес, що характеризує нинішній стан розвитку Інтернету, безпосередньо пов'язаний із підвищенням зручності використання Мережі, розвитком нових доменних зон, у тому числі й із використанням нелатинської графіки.

12. Помітний вклад у розвиток ІКТ в Україні вносять установи НАН України, зокрема такі відділення, як: інформатики; фізики і астрономії; наук про Землю; фізико-технічних проблем матеріалознавства; фізико-технічних проблем енергетики; ядерної фізики та енергетики; хімії; молекулярної біології, біохімії, експериментальної і клінічної фізіології. За останні десять років *вченими НАН України виконано низку розробок, що створюють концептуальну і науково-методологічну базу інформатизації* і дозволяють Україні у найближчі 20 років посісти гідне місце серед високорозвинених країн світу.

13. У зв'язку з необхідністю обробки накопиченої інформації в умовах вибухового зростання її обсягів, а також потребою у надпотужних обчисленнях для міждисциплінарних досліджень (особливо в умовах реалізації концепції конвергенції NBIC-технологій і процесами злиття цих областей в єдину науково-технологічну область знань), вдосконалення існуючих і розробка нових принципових схем *суперкомп'ютерів* (наприклад, з кластерною структурою) – це один з найперспективніших напрямів розвитку ІКТ у будь-якій технологічно розвиненій країні. В Україні створені *високоефективні обчислювальні кластерні системи СКІТ-1, СКІТ-2 і СКІТ-3*, які за рахунок саме інтелектуальної складової розроблених кластерів у сполученні з розподіленими базами даних надають їм можливість ефективної інтелектуальної обробки великих обсягів знань і даних, а також забезпечує їм істотні конкурентні переваги на відміну від того, що виробляють у світі.

14. Аналіз світових тенденцій свідчить, що суперкомп'ютерний напрям визнають за пріоритетний США, ЄС, Китай, Японія, Росія та інші. Зокрема, ЄС на нього виділяє десятки мільярдів євро, США – близько 8 млрд дол. на рік, Росія протягом 2009 – 2012 рр. ввела в експлуатацію декілька потужних суперкомп'ютерних центрів, а до 2014 р. на розвиток галузі високопродуктивних обчислень Росія витратила ще

7,3 млрд рублів. Якщо у 2008 р. українські суперкомп'ютери конкурували з російськими і входили до першої десятки Топ50 СНД, то на початок 2013 р. потужність російського суперкомп'ютеру «Ломоносов» була у 75 разів більша за кращий суперкомп'ютер України, а відставання від найшвидшого в світі американського комп'ютера «Титан» – майже в 1500 разів.

15. В 2012 р. було розроблено та реалізовано у суперкомп'ютері СКІТ-4 новий комплексний архітектурний проект розбудови кластерних обчислювальних систем, що дозволило досягти вдвічі більшої за суперкомп'ютер попереднього покоління СКІТ-3 продуктивності – майже 12 Тфлопс. Крім того, це дозволило суттєво підвищити його енергоефективність, електроспоживання якого (15 кВт/год.) вчетверо менше за СКІТ-3.

16. В результаті виконання програми наукових досліджень НАН України «Розробка інтелектуальних суперкомп'ютерних систем сімейства СКІТ, забезпечення їх ефективного функціонування та створення інформаційних технологій, сучасного математичного, програмно-технічного забезпечення для розв'язання складних та надскладних науково-практичних задач (Інтелект)» на 2013 – 2015 рр. буде забезпечене загальне багаторазове зростання продуктивності суперкомп'ютерів СКІТ для розв'язку типових науково-технічних задач та задач державного управління; підтримано якісно новий рівень автоматизації розробки паралельних застосувань для графічних прискорювачів і процесорів потокової архітектури, розроблено інструментарій, який буде випробувано в адаптації до гібридних кластерів існуючих інтелектуальних ІТ та у створенні нових; розвинуто та створено нові інтелектуальні ІТ аналізу та обґрунтування управлінських рішень для потреб економіки та соціальної сфери з використанням баз даних і знань.

17. Суперкомп'ютери, що не об'єднані в територіально-розподільчу систему, мають три істотних недоліки: це дуже коштовна техніка, яка швидко морально старіє (за 2 – 3 роки); обчислювальні потужності не піддаються суттєвій модернізації, яка дозволяє їх використовувати для вирішення задач нового рівня складності; низький КПД вико-

ристання суперкомп'ютерів внаслідок нерівномірності завантаження процесорів. Від цих недоліків можна звільнитися шляхом об'єднання суперкомп'ютерів у *Grid-мережу*, основні ресурсні елементи Grid-мереж – це суперкомп'ютери та їх центри, а найважливіша інфраструктурна складова – високошвидкісні мережі передачі даних.

18. Сьогодні *сфера застосування технологій Grid* не обмежується тільки вирішенням складних наукових та інженерних задач, які неможливо було вирішити в розумні терміни на окремих обчислювальних установках (наприклад, загальне метеорологічне прогнозування, прогноз будь-яких стихійних лих, моделювання і аналіз експериментів у ядерній фізиці, дослідження в галузі нанотехнологій, проектування аерокосмічних апаратів і автомобілів, розшифровка ДНК та ідентифікація протеїнів тощо). По мірі свого розвитку Grid проникає у промисловість і бізнес, починає претендувати на роль універсальної інфраструктури для обробки даних, в якій функціонує велика кількість сервісів (Grid Services), які дозволяють вирішувати не тільки конкретні прикладні задачі, але й пропонують послуги з пошуку необхідних ресурсів, збору інформації про стан ресурсів, зберігання і доставки даних.

19. В Україні створено ціла *низка Grid-кластерів в академічних інститутах* Києва, Харкова, Дніпропетровська, а також розроблена і працює академічна Grid-інфраструктура, яка дозволяє активізувати міжнародні зв'язки інститутів НАН України, зокрема, інтегрувати її з європейською Grid-мережею. Крім того, *науково-освітня мережа «URAN»*, створена за ініціативою НТУУ «КПІ», технічних університетів Києва, Харкова, Дніпропетровська, Донецька, Одеси разом з НАН України, поєднує сьогодні оптиковолоконним зв'язком практично всі регіони України і підключена до панєвропейської науково-освітньої мережі GEANT2, що об'єднує більше 30 науково-освітніх мереж європейських країн;

20. Відповідно до *державної цільової програми впровадження і застосування Grid-технологій в Україні на 2009 – 2013 рр.*, а також за рахунок створення і реалізації *нових національних проектів* (наприклад, затвердженого у 2010 р. національного проекту «Відкритий світ» – створення інформаційно-комунікаційної (4G) освітньої мережі національного рівня) було продовжено процес створення і розвитку Grid-мереж (на

базі академічної Grid-інфраструктури та UGRID); підключення до національної мережі за допомогою високошвидкісних оптиковолоконних каналів усіх розрахункових кластерів в Україні (більше 30); включення національної Grid-мережі до загальної Grid-інфраструктури Європи і забезпечення постійного її функціонування як повноцінної операційної та функціональної складової цієї структури; подолання в найближчі роки відставання від європейських держав і входження до Європейського дослідницького простору (ERA) повноправним і кваліфікованим партнером.

21. Запровадження *цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Grid-інфраструктура і Grid-технології для наукових і науково-прикладних застосувань» на 2014 – 2018 рр.* стало необхідним як з погляду розвитку фундаментальної і прикладної науки в Україні, так і з огляду на стратегічну мету державної політики щодо Євроінтеграції, особливо в умовах підписання Угоди про асоціацію України з ЄС. Так, Єврокомісія в програмі «Горизонт 2020» поставила завдання об'єднати усі наявні дослідницькі інфраструктури і вчених Європи за допомогою е-інфраструктури в єдиний цифровий дослідницький простір, що вимагає продовжувати і посилювати інтеграцію українського і європейського інформаційно-дослідницьких просторів.

22. Подальший розвиток Grid-інфраструктури та Grid-спільноти потребує комплексного підходу та концентрування зусиль на вирішенні таких проблем:

- підвищення потужності та якості Grid-інфраструктури шляхом розвитку обчислювальних Grid-кластерів, створення національного каталогу сервісів, задоволення потреб користувачів;
- збільшення пропускної здатності каналів обміну даних, підвищення обчислювальної потужності ресурсних центрів та розподільних ресурсів зберігання даних Grid-інфраструктури; створення національного переліку ресурсів та впровадження моделі розподілу ресурсів, що надаються ресурсними центрами. Розвиток «хмарних» технологій та створення об'єднаної «хмари» УНГ дасть змогу проводити розподілені тестування нових тех-

нологій, які будуть розвиватися національною та європейською Grid-спільнотою;

- створення гнучкого віртуального дослідницького середовища зі спрощеним доступом до ресурсів УНГ, забезпечення функціональної сумісності платформ та робочих процесів у такому середовищі з європейськими платформами для спільного використання розподілених банків даних. Одним з напрямів розвитку має бути адаптація розроблених та прийнятих європейською спільнотою стандартів е-інфраструктури;
- забезпечення підготовки фахівців і створення умов і механізмів взаємодії між дослідниками та ІТ-колабораціями і проектами різних країн. Формування і підтримка віртуального національного центру компетенції, його взаємодія з центром компетенції EGI.

РОЗДІЛ 3

РОЗВИТОК ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ КРАЇН СВІТУ ТА УКРАЇНИ

3.1. Сучасні тренди в розвитку телекомунікаційної галузі країн світу

В сучасному світі передача інформації є основою формування інформаційного суспільства та здійснення процесів його життєдіяльності. До сучасних засобів передачі інформації відносяться Інтернет, електронна пошта, факсимільний зв'язок, сучасні телекомунікаційні технології (мобільний, стільниковий, супутниковий зв'язок тощо). Для України та її регіонів вкрай актуальним стає врахування швидкого прогресу в останні роки у розвитку телекомунікаційних та інформаційних технологій, впровадження яких є одним з найважливіших механізмів розбудови сучасного високотехнологічного суспільства.

Вивчаючи світовий досвід, експерти приходять до висновку, що останнім часом переважає тенденція підвищення відкритості сегментів світового ринку телекомунікаційних послуг. Такій лібералізації ринків послуг зв'язку сприяють угоди, укладені в рамках Світової організації торгівлі (СОТ). В той же час, зберігається низка *перешкод* [142]:

- обсяги обов'язків, які прийняли на себе держави – члени СОТ, різняться, і у ряді випадків національні режими, що регламентують діяльність локальних ринків, перешкоджають позитивній тенденції лібералізації;
- свобода дій, що надана національним владам генеральною угодою з торгівлі послугами (ГАТС), також є стримуючим фактором на шляху до відкритих ринків послуг зв'язку;
- лібералізацію галузі стримують регіональні угоди між окремими країнами, що особливо характерно для ЄС, де діють загальні правила, що обов'язкові для всіх країн-членів.

У відносно короткі терміни відбулися докорінні технологічні, організаційно-правові та економічні зміни, що впливають на структуру і динаміку світового ринку телекомунікаційних послуг. Відбувся перехід галузі на якісно новий рівень, обумовлений впровадженням цифрових технологій, розширенням спектру можливостей і послуг зв'язку. Розвиток сегментів ринку телекомунікаційних послуг – це яскравий приклад міжвидової конкуренції, коли підтверджується універсальний характер цього процесу і ставить базових операторів в досить складне становище. Конкуренція з боку нових учасників ринку підсилюється, особливо, коли за альтернативними операторами стоять значні фінансові ресурси, що дозволяють реалізувати конкурентну перевагу шляхом впровадження передових технологій.

У багатьох країнах спостерігається стала тенденція витискання стаціонарного зв'язку мобільним, що актуально й для України. Як наслідок, бурхливе зростання послуг мобільного зв'язку за останнє десятиріччя примусило по-новому поглянути на перспективи подальшого розвитку стаціонарного зв'язку. Яскравим прикладом технічного прогресу, що обумовив певні галузеві зміни, є мережі широкосмугового доступу, розцінки на послуги яких значно нижчі від стаціонарного зв'язку, дозволяють операторам використовувати наявну інфраструктуру і компенсувати падіння активності у секторі стаціонарної телефонії. Крім того, інтенсивно розвивається IP-телефонія, що сьогодні стала істотною часткою ринку послуг міжнародного зв'язку. Її впровадження посилило негативні наслідки для базових операторів, розцінки на послуги яких у ряді випадків виявилися неконкурентоспроможними.

З розвитком мереж зв'язку третього і четвертого покоління (у найближчі п'ять років) виходити в Інтернет стало не менш зручно, ніж через ноутбук, а інтернет-сайти миттєво завантажуються на мобільні пристрої. Практично усі державні органи створили свої сайти в Інтернеті, причому на їхніх порталах можна прочитати не тільки новини і звернення до народу, а й одержати необхідну довідку або консультацію, завірену цифровим підписом. Користуватись комп'ютерними технологіями стало значно простіше, як наслідок, в Інтернет масово почали виходити люди, що не мають спеціальних знань.

До 2030 р., за прогнозами спеціалістів, спілкування громадян з державою остаточно перейде в Інтернет, що дозволить скоротити армію чиновників і підвищити продуктивність їхньої праці, а також перенесення усіх транзакцій в Інтернет допоможе викоренити корупцію [48]. Розширена співпраця України з ЄС неможлива без проведення повної інтеграції українських інформаційних мереж у європейські системи, які використовуються сьогодні у транспорті, зв'язку й освіті.

У найближчому майбутньому знайти у великих містах людину, у якої не буде до того часу доступу в Інтернет, стане складно, оскільки виходити в Інтернет зможуть не тільки через телефон або комп'ютер, але й за допомогою того приладу, який замінить телевізор. Скоріш за все, це буде домашній центр розваг, який надасть можливість працювати в Інтернеті, дивитись телепрограми або слухати музику і при цьому спілкуватись із знайомими через відеотелефонію. Ймовірно, такий пристрій буде підключено до єдиного каналу зв'язку (через кабельну або телефонну мережу), або обійдеться взагалі без дротів, передаючи усю необхідну інформацію радіоканалом.

На думку віце-президента компанії Intel Дона Макдональда, «у будинку замість великої кількості пристроїв буде стояти один комп'ютер з широкими мультимедійними можливостями. Подібними комп'ютерами будуть споряджені і автомобілі. Доки пасажири дивляться фільми, грають в ігри або читають електронну пошту, водій зможе скористуватись навігаційною системою, дзвонити по телефону або слухати музику» [48].

До 2030 р. ноутбуки і планшетники остаточно інтегруються в мобільні телефони, створивши деякий єдиний пристрій. Прикладом для такого гібриду є поява і зростання популярності смартфонів. Цілком ймовірно, що цей пристрій стане схожим на авторучку або запальничку: при більшій мініатюризації користувачі будуть їх губити. Громіздку комп'ютерну клавіатуру замінить розпізнавання голосу або уявних команд, а мишку – аналізатор руху очей і зіниць. Зникне монітор: зображення буде проектуватись на будь-яку рівну поверхню, або формуватись на напівпрозорих окулярах. А з розвитком нанотехнологій подібні пристрої взагалі можуть бути імплантовані у тіло людини [94].

До 2030 р. багатократно зросте конкуренція на ринку зв'язку. Вже через кілька років телефонні компанії, інтернет-провайдери і оператори кабельного телебачення, які сьогодні працюють майже не помічаючи один одного, почнуть буквально дратися за користувача, який по одному дроту буде одержувати весь набір телекомунікаційних послуг. При цьому поділ на «кабельників» і «мобільщиків» скоро не буде мати жодного сенсу.

Злиття трьох видів телекомунікації – голосу, відео і даних – потребує від операторів перебудови мереж. За словами співробітника компанії Alcatel, вже сьогодні є технології, що дозволяють це зробити, наприклад, «мережі наступного покоління» (NGN), які вже працюють у деяких найбільш розвинених країнах [48].

Крім телекомунікаційних послуг, оператори зможуть надавати ще і фінансові. Навіть зараз купівлі в онлайнових магазинах можна сплатити через платіжні інтернет-системи, а послуги, що одержуються за допомогою мобільного телефону, – зі свого мобільного рахунку. У майбутньому взаємопроникнення фінансових, інформаційних і телекомунікаційних послуг буде тільки зростати.

Нові технології все глибше приникають в особисте життя, однак таке втручання не завжди позитивне. Вже сьогодні мобільний зв'язок суттєво обмежує особисту свободу: мобільний телефон може потурбувати свого власника у будь-який час і у будь-якому місці. Звичайно, телефон можна виключити, але тоді є ризик пропустити дійсно важливий дзвінок.

Нині багато-які інтернет-портали пропонують користувачам нові послуги, однак ціна багатьох з них – втрата приватності. Наприклад, система Gmail надає користувачам безкоштовну електронну пошту, але при цьому аналізує тексти листів. Мета аналізу – потім показувати їм контекстну рекламу. Тобто, написавши другу про бажання купити автомобіль, користувач негайно одержить масу рекламних повідомлень від продавців, яку надішле автомат [48]. При цьому провайдер, як правило, зобов'язується дотримуватися «таємниці трафіка» як частини приватності клієнта. Можливо, в недалекому майбутньому це протиріччя

виллється в якісь системні зміни у сфері закону, взаємовідносин автора й видавця, способів продажу контенту і ціноутворення [137].

З популяризацією Інтернету сьогодні стало можливим всього за кілька годин скласти пристойне досьє на багатьох людей. Поява спеціальних пошукових програм ще більше спростить цей процес: уся інформація про людину буде надходити практично моментально. В той же час, робота у міжнародній комп'ютерній мережі без анонімності цілком можлива, що й підтверджує багаторічний досвід успішного існування Фідонету, як приклад того, що втрата користувацької анонімності сама собою не становить для Інтернету та його користувачів якоїсь загрози [40]. Таким чином, розвиток інформаційних технологій і систем глобальної комунікації призведе до прискорення процесів глобалізації, а людям потрібно буде навчитись жити у новому інформаційному просторі.

Розвиток світового ринку зв'язку супроводжується широкомасштабним географічним перерозподілом доходів від продажу телекомунікаційних послуг. Якщо в 2005 р. [371] за показником загальносвітових доходів лідирував укрупнений регіон, що включає Європу, Близькій Схід та Африку (його частка складала 34,2%), за ним йшли Північна Америка (32,2%) та азійсько-тихоокеанський регіон (27%), то вже в 2011 р. частки цих регіонів були приблизно однаковими. Всередині цих крупних регіонів також існує значна відмінність динаміки зростання окремих національних ринків. Наприклад, ринок Японії характеризується високим рівнем технологічного розвитку і насичення сучасними видами зв'язку, при цьому його вартісне вираження фактично не змінюється. В той же час, ринки Індії та Китаю, що мають великий потенціал ємності, активно зростають. В цих країнах в умовах нерозвинутості інфраструктури стаціонарного зв'язку випереджальними темпами впроваджуються альтернативні види бездротового і комбінованого (обмеженої мобільності) зв'язку.

Крім того, за прогнозами іноземних експертів, у найближчі п'ять років найбільш перспективними трендами телекомунікаційного ринку будуть [133]:

- *створення великих центрів обробки даних (ЦОД) або датацентрів*, що будуть вирішувати все більше задач – від зберігання різ-

номанітних корпоративних даних до комплексної обробки даних відповідно до запитів самих різних користувачів, причому одночасно з розподіленням ресурсів для обчислень у відповідності до пріоритету завдань;

- *зниження цін на послуги наземних каналів зв'язку*, що призведе до розгортання ЦОДів не поряд з користувачами, а за тисячі кілометрів від них, наприклад, де дешевше електроенергія (сьогодні все більше корпоративних ЦОД переміщується до Індії, а також гарні перспективи мають Китай та Східна Європа, зокрема, Угорщина, Румунія, Словаччина, Україна);
- *візуалізація та динамічне управління інфраструктурою*, тобто поєднання в єдиний центр «заліза», ресурси якого розподіляються не тільки між окремими процесами однієї і тієї самої операційної системи (ОС), а ще й між різними ОС.

Крім того, починаючи з 2012 р., експерти констатують, що виробники обладнання готують ринок до масового приходу зв'язку четвертого покоління – LTE. При цьому фахівці дійшли висновку, що підхід «інновації будь-якою ціною» іде в минуле, що в цілому дуже сприятливо впливає на ринок. Вендори штовхають ринок вперед, але сьогодні у них є розуміння, що ці потреби повинні бути комерційно підтверджені і підтримані платоспроможністю споживачів, зацікавлених у послугах.

Вказані тренди, у свою чергу, вимагають якісно нових телекомунікаційних технологій та відповідних послуг.

3.2. Напрями розвитку супутникового зв'язку і мовлення

Галузь супутникового зв'язку і мовлення є найважливішим елементом світового ринку телекомунікацій. Динаміка, структура та тенденції розвитку цієї сфери діяльності залежать від економічного стану світової економіки в цілому, економічного стану окремих регіонів і ряду інших чинників. Не далі, ніж 10 років тому, існували побоювання, що назем-

ні волоконно-оптичні та бездротові технології витіснять супутниковий зв'язок. Однак супутникова галузь встояла завдяки розробці, впровадженню та розвитку нових технологій, які дозволили надавати нові безпрецедентні послуги (супутникове цифрове телевізійне та звукове мовлення, телебачення високого дозволу, супутниковий широкосмуговий доступ тощо) і істотно збільшити попит на супутникові ємності. Сьогодні всі оператори супутникового зв'язку впроваджують замість стандартної телефонії перспективні відео- та мультимедійні види сервісів.

Галузь супутникового зв'язку і мовлення, як і вся телекомунікаційна сфера, пройшла етапи буму, зростання і стабілізації компаній, структур і бізнесів. Сучасний етап її існування характеризується злиттям найбільших гравців і появою нових регіональних супутникових операторів з грандіозними планами щодо створення гібридних мереж і сервісів. Злиття та поглинання стали природною реакцією ринку на надлишок вільних супутникових ресурсів і велике число гравців ринку.

В рівній мірі до факторів, що визначають динаміку розвитку супутникової галузі зв'язку та мовлення, можна віднести рівень технологічної конкуренції в регіонах, темпи появи і впровадження нових технологій і послуг для комерційного застосування, зміни структури попиту з боку кінцевих користувачів, специфіку регулювання ринку та інше.

Галузь супутникового зв'язку і мовлення включає кілька типів діяльності, що виконують різні ролі та функції, у процесі надання послуг кінцевим користувачам. Традиційно до основних типів діяльності відносять:

- розробку і виробництво космічних апаратів (КА) зв'язку та мовлення, що виконуються космічними корпораціями;
- пускові послуги, що надаються компаніями, які організують запуски ракет-носіїв (РН) на полігонах запуску;
- надання телекомунікаційних послуг кінцевим користувачам, які надаються провайдерами, супутниковими операторами, дилерами та ін.;
- виробництво та продаж наземного приймально-передавального обладнання, що здійснюється виробниками обладнання.

Розглянемо більш докладно сучасний стан телекомунікаційних послуг.

Сьогодні *глобальними трендами галузі телекомунікацій* в цілому, які впливають на ринок супутникового зв'язку є [101, с. 8]:

- збільшення, незважаючи на економічну кризу, попиту на послуги космічного зв'язку в усьому світі;
- зростання абонентської бази в країнах Східної Європи, Азії та Південної Америки;
- збільшення попиту на ТБ-сервіси та тематичні послуги;
- різке зростання трафіку в мережах передачі даних, викликане розвитком Internet-технологій;
- інтеграція наземних мереж GSM і супутникових мереж зв'язку в «прозору» для користувача гібридну глобальну систему зв'язку.

Наприклад, за оцінкою компанії Cisco Systems темпи зростання трафіку передачі даних в період 2010 – 2015 рр. перевищать 70 % на рік. При цьому в країнах, що розвиваються, і регіонах, галузь телекомунікацій найбільш залежить від наявності супутникових магістральних каналів, тому зростання трафіку буде ще вищим і оцінюється в 80 – 100 %. Це підтверджують дані компанії TeleGeography, що проводить аналіз ринку межоператорської взаємодії, оренди ємності магістральних каналів. За даними TeleGeography, темпи зростання магістрального трафіку в країнах, що розвиваються, на 20 – 30 % перевищують темпи зростання в розвинених країнах [101, с. 8].

Супутниковий зв'язок і мовлення в період світової економічної кризи залишається комерційно вигідним видом космічної діяльності. За минулі 13 років XXI століття галузь космічного зв'язку і мовлення розвивалася динамічно і поступально. Про це переконливо свідчать оцінки обсягу і структури ринку, отримані різними дослідницькими компаніями (Euroconsult, Frost & Sullivan, Northern Sky Research і Satellite Industry Association).

Відповідно до досліджень компанії SIA, дані яких наведені в табл. 3.1, доходи від послуг супутникового зв'язку і доходи всієї галузі за 2001 – 2013 рр. зросли більш ніж в 3 рази [201].

Таблиця 3.1

Структура доходів галузі супутникового зв'язку і мовлення, млрд дол.

Види доходів	Роки												
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Доходи від послуг супутникового зв'язку	32,3	35, 6	39,9	46,9	52,8	62,0	72,6	84,0	93,0	101,3	107,7	113,5	118,6
Доходи від виробництва наземного обладнання	19,6	21,0	21,5	22,8	25,2	28,8	34,34	46,0	49,9	51,6	52,9	54,8	55,5
Доходи від виробництва супутників	9,5	11,0	9,8	10,2	7,8	12,0	11,6	10,5	13,5	10,8	11,9	14,6	15,7
Доходи від пускових послуг	3,0	3,7	3,2	2,8	3,0	2,7	3,2	3,9	4,5	4,4	4,8	5,8	5,4
Сукупні доходи галузі супутникового зв'язку	64,4	71,3	74,3	82,7	88,8	105,5	121,7	144,4	160,9	168,1	177,3	189,5	195,2

Складено за [201].

У багатьох регіонах світу – там, де або економічно не доцільне будівництво наземних мереж зв'язку, або їх розвиток не встигає за зростанням попиту на послуги, використання супутникових технологій залишається єдиною можливістю задовольнити попит кінцевих користувачів. Яскравим прикладом, що підтверджує це явище, є процес відключення аналогового телемовлення в Європейському Союзі і Росії в період переходу на наземне цифрове мовлення.

Послуги супутникових операторів, що здають в оренду частотний ресурс, знаходяться в кінці ланцюжка створення вартості для кінцевого абонента. Для додатків, орієнтованих на масовий попит (наприклад, платне супутникове ТБ мовлення), частка доходів супутникового оператора складає всього 5–10 % від доходів, зібраних від кінцевого користувача. У структурі ціни послуг, що надаються сервіс-провайдерами передачі даних, частка супутникового оператора вище і може становити від 20 % до 40 % (залежно від регіону, частотного діапазону, рівня конкуренції, цінової політики конкретного гравця). За результатами співставлення даних з різних джерел, включаючи корпоративну звітність найбільших гравців, можна зробити висновок про те, що частка супутникових операторів у загальному обсязі доходів від кінцевих користувачів становить 10 – 15 %. У перспективі ця частка може знижуватися.

Багато провайдерів послуг планують до запуску власні супутники, або працюють за так званою «кооперативною» бізнес-моделлю, що передбачає інвестиції в розробку супутникового обладнання (транспондерну ємність), коли гравець фактично стає власником ресурсу на чужому супутнику, а також фінансує запуск супутника.

Для подолання ситуації з падінням доходів і частки у вартості кінцевої послуги супутникові оператори все частіше пропонують пакет інтегрованих кінцевих рішень («Hi-End»). У структурі «Hi-End» послуг до продажу ємності оператор пропонує деякі додаткові послуги з різним рівнем маржинальності й обсягу доходу. Ці послуги окремо можуть бути невигідні для супутникового оператора (потрібно розвивати додаткові компетенції та утримувати новий персонал), але в пакеті забезпечують кращу реалізацію основного ресурсу – ємності.

Класичним прикладом реалізації такої стратегії є найбільші в світі за доходами супутникові оператори SES S.A. (SES Astra & SES World Skies) і Eutelsat Communications (далі по тексту SES і Eutelsat), які диверсифікували свій бізнес і стали працювати не тільки в сегменті оптових продажів, але і в сегменті роздрібної торгівлі, продаючи послуги мовлення населенню. В першу чергу, це відбулося в наданні послуг в Ka діапазоні з тієї причини, що, незважаючи на високий рівень маржинальності (50 – 80 %), ринок оптового продажу супутникової ємності є досить обмеженим і об'єктивно не може мати високі темпи зростання протягом тривалого часу.

Тому ряд гравців, як «старих», так і тих, що тільки виходять на ринок, намагаються розвивати нові бізнес-моделі, засновані на більшій залученості оператора до надання послуг кінцевим користувачам. Хоча дані сервіси мають більш низький рівень маржинальності (15 – 30 % порівняно з 70 – 80 % при продажу ємності), потенційний сумарний обсяг доходів від зазначених сервісів може бути істотно більше, що може бути основою для зростання бізнесу супутникових операторів.

Галузь супутникового зв'язку і мовлення протягом 2001 – 2013 рр. розвивалася досить динамічно, незважаючи на кризу IT-технологій на початку нульового десятиліття. Часовий період з 2001 по 2005 р. характеризувався падінням обсягу і зміною структури попиту на традиційні послуги зв'язку з боку кінцевих користувачів, банкрутством низки гравців, які невірно оцінили попит, переділом ринку. Однак успішно розвивалися нові послуги супутникових операторів і провайдерів послуг у радіомовній службі зв'язку. У 2001 – 2005 рр. ринок супутникового зв'язку і мовлення зростав із високим середньорічним темпом приросту (GAGR) 12,7 % в основному за рахунок великого попиту на послуги BSS. У період 2006 – 2013 рр. у галузі спостерігалося прискорене зростання ринку, викликане попитом з боку кінцевих користувачів на нові види послуг, що підтверджується збільшенням середньорічного темпу приросту до 20 %.

Основними драйверами зростання ринку виступили цифрове телевізійне мовлення і одним з його напрямів – телебачення високої чіт-

кості (high definition television, HDTV), що викликало попит на оренду ємності для безпосереднього телевізійного мовлення, відеоперегонів і передачі сигналу на наземні станції. За оцінками компанії NSR, більше 80 % нового попиту на транспондери ініційовано саме розвитком ТВ послуг і цифрового мовлення. Деяке зростання попиту відзначалося на послуги звукового мовлення і голосового зв'язку в сільських та віддалених територіях, з обмеженою доступністю наземних провідних і мобільних мереж, що підвищило попит на наземні станції з малою апертурою (very small aperture terminal, VSAT). Розширення територіального охоплення мобільних операторів та операторів бездротового доступу в Африці, Латинській Америці та Азії збільшило попит на підключення базових станцій та організацію супутникових магістральних IP-каналів.

Світова криза, що почалася в 2008 р., не вплинула на позитивну динаміку ринку послуг супутникового зв'язку. Протягом останніх дванадцяти років обсяг ринку послуг у сфері супутникового зв'язку і мовлення постійно зростав у всіх своїх сегментах (фіксованої, рухомої і радіомовної супутникової служби) і досяг в 2012 р. величини в 113,5 млрд дол.

Найбільшим сегментом ринку супутникових послуг для кінцевих користувачів є послуги супутникового безпосереднього телевізійного мовлення (СНО, Direct to Home – DTH). Частка СНО на світовому ринку супутникових послуг постійно зростає, якщо в 2001 р. вона становила 21,82 млрд дол (66,7 %), то в 2013 р. – 92,6 млрд дол (78,0 %). Таким чином, частка ринку послуг, що припадає на СНО, виросла на 11,3 %. У період з 2001 по 2013 р. кількість DTH-платформ у світі зросла більш ніж у два рази з 60 до 150, а кількість телепрограм за цей же період зросла з 5000 до 34300. У 2009 р. почали надавати послуги 9 нових DTH платформ, а в 2010 р. 16 нових DTH платформ. Понад 90 DTH платформ у 2012 р. пропонували споживачам більше 6000 каналів високої чіткості (HDTV). У 2013 р. провайдери послуг пропонували абонентам вже більше 20 каналів у форматі тривимірного (об'ємного) телебачення (3DTV) і кілька каналів стандарту Ultra HD.

Другим за ємності споживчим сектором ринку є послуги фіксованийної служби зв'язку, які за досліджуваний період зросли з 9,0 млрд дол

(27,5 %) до 16,4 млрд дол (13,8 %). Таким чином, частка доходів, що припадає на FSS, зменшилася на 13,7 % від загальних доходів ринку. Частка рухомого супутникового зв'язку також впала з 4,0 % у 2001 р. до 2,2 % у 2013 р. [101].

Доходи фіксованої служби зв'язку включають за класифікацією SIA та інших консалтингових фірм два типи послуг: 1) чисту продаж ємності (Transponder Agreements) і 2) керовані послуги зв'язку (Managed Services).

Ринок надання послуг фіксованого зв'язку в частині надання в оренду ємності супутників в останні дванадцять років зростає досить динамічно. У 2013 р. продаж ємності (Transponder Agreements) принесла операторам FSS 11,8 млрд дол або 72 % доходів від послуг служби фіксованого зв'язку. Середньорічний темп приросту доходів від цього виду послуг в останні п'ять років склав близько 4,5 %.

У 2013 р. оператори FSS від керованих послуг зв'язку (Managed Services) отримали доходи в розмірі 4,6 млрд дол або 28 % доходів від послуг служби фіксованого зв'язку. При цьому доходи операторів FSS від керованих послуг зв'язку за останні шість років зросли на 80 %. Це означає, що з 2007 по 2013 рр. середньорічний темп приросту цього виду послуг склав 13 %.

Зауважимо, що у провідних гравців частка додаткових послуг ще вище і доходить до 25 %, що є результатом розвитку за більш диверсифікованою і збалансованою бізнес-моделлю.

Необхідно зазначити, що на наданні керованих послуг зв'язку оператори в останні п'ять років мали маржинальність, більш ніж в три рази вище, ніж при продажу ємності. Тому оператори FSS активно розвивають керовані послуги зв'язку, оскільки вони абсолютно необхідні для підвищення привабливості базових послуг з оренди ємності для сервіс-провайдерів і скорочення часу входу клієнта на масовий ринок через даного супутникового оператора.

Протилежна ситуація спостерігається в операторів, які отримують основний дохід за рахунок надання послуг кінцевим споживачам. У цьому випадку оператор в першу чергу розглядає потенційного клієнта на

супутникову ємність з точки зору підвищення цінності своїх кінцевих послуг (приклад – SES).

Постійна тенденція зростання попиту на послуги супутникового зв'язку і мовлення, обумовлена такими факторами:

- глобалізація економічної активності призводить до розширення географічної зони діяльності великих компаній та їх мережевої інфраструктури. Крім того, глобалізація приводить до зростання попиту на послуги з боку урядів з метою здійснення ними дипломатичної діяльності, а також з боку військових структур, міжнародних місій та організацій;
- наявність комунікаційного простору і наявність можливості широкосмугового доступу є суттєвими елементами інфраструктури, без якої неможливе економічне зростання в будь-якій країні;
- зростання обсягу контенту і розробка нових форматів і стандартів його передачі призводить до підвищення вимог до ширини займаної смуги частот, з урахуванням того, що виробники контенту зацікавлені в максимальному охопленні потенційної аудиторії на основі різних технологій передачі відео і ТБ. Прикладами таких технологій є HDTV, 3DTV, IPTV (поширення через Internet та інші IP-мережі телевізійних каналів), відеомовлення на мобільні термінали, інші пристрої;
- розширення асортименту мобільних додатків, включаючи бездротові послуги передачі даних, морський зв'язок, зв'язок у літаках, а також різні голосові послуги і послуги доступу в Internet на ринках з низьким рівнем проникнення фіксованої телефонії.

Таким чином, галузь супутникового зв'язку в першому десятилітті XXI століття відрізнялася виключно хорошою динамікою, незважаючи на повну комерційну невдачу широко розкручених проектів рухомої супутникової служби типу Iridium, Globalstar і Orbcom. Невдачі рухомої супутникової служби з лишком були перекриті в першу чергу успіхами радіомовної супутникової служби. Найбільший світовий комерційний

успіх припав на наймолодшу послугу радіомовної супутникової служби в особі національних платформ безпосереднього радіомовлення (телевізійного та звукового).

Як вже зазначалося, згідно з Регламентом радіозв'язку ITU, супутникові телекомунікаційні сервіси, що надаються кінцевим користувачам, діляться на три основних служби: фіксовану супутникову службу, рухливу супутникову службу і радіомовну супутникову службу. Останнім часом в розряд телекомунікаційних сервісів включена також космічна діяльність в галузі дистанційного зондування землі (Remote Sensing).

У *табл. 3.2* наведені дані про доходи від послуг супутникових телекомунікаційних сервісів по службам супутникового зв'язку за 2001 – 2013 рр. [201].

З даних табл. 3.2 випливає, що доходи галузі супутникового зв'язку і мовлення з 2001 по 2013 р. зростають з 20 % GAGR, незважаючи на світову кризу. Основні доходи (82,7 %) галузі в 2013 р. припадали на радіомовну супутникову службу. Відносні доходи цієї служби за досліджуваний період зросли на 15,5 %.

На фіксовану супутникову службу в 2013 р. припадало 13,8 % річного доходу галузі. Це означає, що відносні доходи цієї служби за досліджуваний період скоротилися на 13,7 %.

Рухома супутникова служба за цей час знизила відносні доходи з 3,98 % до 2,19 %. І нарешті, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) у відносних одиницях практично зберегло за останні дванадцять років свої позиції, залишаючись на рівні 1 % від доходів галузі.

3.3. Потенційні можливості розвитку телекомунікаційної галузі України

Україна за даними департаменту ООН з економічного та соціального розвитку (UNDESA) має наближені до середньоєвропейських індикатори майбутніх інтелектуальних активів суспільства (кількість молоді, що навчається, та строк навчання у школі), але у неї одні з най-

Таблиця 3.2

Доходи галузі супутникового зв'язку і мовлення за основними службами і сервісами в період 2001–2013 рр., млрд дол

Служби супутникового звязку	Роки												
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BSS(consumer)	*22,0*	*25,5*	*28,8*	*35,8*	*41,3*	*48,9*	*57,9*	*68,1*	*75,3*	*83,0*	*88,6*	*93,3*	*98,1*
Satellite TV (DHT/ DBS)	21,8	25,3	28,4	35,3	40,2	46,9	55,4	64,9	71,8	79,1	84,4	88,4	92,6
Satellite Radio (DARS)	0,0	0,0	0,1	0,3	0,8	1,6	2,1	2,5	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8
Satellite Broadband	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7
FSS	*9,0*	*8,8*	*9,5*	*9,3*	*9,3*	*10,7*	*12,2*	*13,0*	*14,4*	*15,0*	*15,6*	*16,4*	*16,4*
Transporder agreements*	-	-	7,4	7,0	7,3	8,5	9,6	10,2	11,0	11,1	11,3	11,8	11,8
Managed services**	-	-	1,7	1,9	2,0	2,2	2,6	2,8	3,4	3,9	4,3	4,6	4,6
MSS (Voice & Data)	*1,3*	*1,3*	*1,6*	*1,8*	*1,7*	*2,0*	*2,1*	*2,2*	*2,2*	*2,3*	*2,4*	*2,4*	*2,6*
Remote Sensing	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,5*	*0,4*	*0,4*	*0,7*	*1,0*	*1,0*	*1,1*	*1,3*	*1,5*
TOTAL	32,7	36,0	40,3	47,3	52,8	62,0	72,6	84,0	93,0	101,3	107,7	113,5	118,6

* показник включає транспондери, які надаються операторами FSS для платформ DTH;

** показник включає також управління сервісами в VSAT-мережах.

Складено за [201].

гірших у Європі поточні індикатори інтелектуальних активів (частина суспільства, що охоплена засобами телекомунікацій і пресою). Крім того, Україна суттєво відстає від п'яти найбільш інформаційно розвинутих європейських країн (зокрема, Норвегії, Швеції, Фінляндії, Республіки Корея, Данії тощо) за показниками стану розвитку інформаційного суспільства [84].

З метою вирішення проблем інформаційного та телекомунікаційного розвитку України були прийняті закони про Національну програму інформатизації, розроблено нову редакцію Концепції розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 р. Крім того, за підтримкою Світового банку Міністерством економіки розроблена трикомпонентна програма «Україна – розвиток через Інтернет», у межах проекту UNDP Державним комітетом зв'язку підготовлений аналітичний звіт «Електронна готовність України», приватним сектором було розроблено і винесено на суспільне обговорення проект програми розвитку ІКТ-сфери «Електронна Україна».

Уряд України затвердив Державну програму на 2006 – 2010 рр. «Інформаційні і комунікаційні технології в освіті і науці», яка передбачала виділення коштів у розмірі 1,86 млрд грн [141]. Крім того, Верховна Рада України прийняла Закон «Про основні засади інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 рр.», який стверджує, що «одним з головних пріоритетів України є намагання побудувати інформаційне суспільство, що орієнтовано на інтереси людей, відкрите для всіх і спрямоване на розвиток» [399]. Уряд також затвердив нову редакцію Концепції розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 р., яка декларує прискорений характер розвитку вітчизняної телекомунікаційної галузі, зокрема у сфері Інтернет-доступу, забезпечення населення інтерактивними телекомунікаційними послугами, а також розвиток телекомунікаційних мереж з урахуванням їх майбутньої інтеграції в національну багатооператорську мережу наступного покоління (NGN) [65].

Згідно з даними, приведеними в «Програмі розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 р.», ніякого телефонного зв'язку не було у 1800 населених пунктах; стаціонарні телефони відсутні у 5000 населених

пунктах; черга на встановлення телефонів складала 1,6 млн осіб, з яких 171 тис. відноситься до пільгової категорії населення [96]. Постановою КМУ № 1098 від 05.09.07 р. щодо заходів з подальшого розвитку мережі телефонного зв'язку було передбачено виділення 480 млн грн (240 млн грн у 2008 р. і 240 млн грн у 2009 р.) на забезпечення всього населення телефонним зв'язком. Тотальну телефонізацію країни планувалось здійснювати за допомогою технології CDMA, яка рядом фахівців визнана більш перспективною і такою, що дозволяє надавати телефонний зв'язок у найбільш важкодоступних регіонах країни [172].

Розвиток українського ринку телекомунікацій умовно можна поділити на три періоди: до виникнення мобільного зв'язку, становлення сегменту стільникового зв'язку і витискання послугами, що надають стільникові оператори, традиційних телефонних сервісів. Після надбання Україною статусу суверенної держави уряд країни виділив у галузі зв'язку три пріоритетних напрями для розвитку: міжнародний і міжміський зв'язок, мобільний зв'язок, а також доступ в Інтернет і передача даних [95; 119].

З метою розвитку міжнародного зв'язку в 1991 р. було створене спільне підприємство «U'tel», в якому контрольний пакет акцій належав «Укртелекому», а рештою акцій у рівних частках володіли американська AT&T, німецька Deutsche Telekom і нідерландська KPN. Завдяки надрентабельності міжнародних переговорів субсидувався нерентабельний місцевий зв'язок, а після запуску в 1992 р. у Києві першої міжнародної телефонної станції і одержання Україною власного коду +380 компанія «U'tel» стала лідером вітчизняних комунікацій. У 2002 р., коли між «Укртелеком» і «U'tel» почали конкурувати, було прийнято рішення щодо викупу акцій, що належали іноземним інвесторам, а в 2005 р. фактично відбулося злиття цих компаній [39].

З метою розвитку технологій доступу до Інтернет і передачі даних у 1991р. було створене також спільне підприємство «Інфоком», в якому 51% акцій належав «Укртелекому», а решта – німецькій Controlware. Ця компанія багато років будувала мережу передачі даних «УкрПак», використовуючи інфраструктуру «Укртелекому» і розширюючи географію надання своїх послуг. Але в останні роки, коли «Укртелеком»

сам почав активно будувати мережі передачі даних і доступу до Інтернет, ці дві компанії почали жорстко конкурувати.

Розвиток ринку мобільного зв'язку в Україні почався зі створення в 1992 р. спільного українсько-датсько-німецько-нідерландського підприємства «Український мобільний зв'язок» (Ukrainian Mobile Communications, бренд UMC), в якому 51% акцій належав «Укртелекому», а решта акцій була розподілена у рівних частках між німецькою Deutsche Telekom, датською TeleDanmark і нідерландською KPN. Перший дзвінок у стандарті NMT (Nordic Mobile Telephone) в радіочастотному діапазоні 450 МГц було зроблено 1 червня 1993 р. На першому етапі стільниковий зв'язок забезпечувався великими валізоподібними терміналами, астрономічними рахунками і охопленням мізерної кількості населення (на кінець 1993 р. – 2,8 тисяч абонентів або 0,01% наших співвітчизників). В наступні декілька років UMC поширює покриття на все більшу кількість регіонів, і в 1996 р. кількість абонентів досягло 30 тисяч, які вже могли користуватися перевагами національного покриття.

Практично одночасно з UMC створюються підприємства: у 1993 р. – «Банкомзв'язок» (в подальшому – «Голден Телеком»), яке наприкінці 1996 р. розгортає мережу мобільного зв'язку у Києві в стандарті GSM-1800; у 1994 р. виникає «Київстар», у 1995 р. – «Українські радіосистеми» або УРС (Київ, торгова марка оператора – WellCOM) та «Цифровий стільниковий зв'язок» (Донецьк, DCC), яке розгортає в 1996 р. мережу фіксованого радіодоступу, а фактично надаючи послуги мобільного зв'язку у стандарті D-AMPS (Digital-Advanced Mobile Phone System) у діапазоні 800 МГц; у 1996 р. – «Телесистеми України», засновником якого виступає американська Quallcomm, що запатентувала стандарт стільникового зв'язку CDMA (Code Division Multiple Access) [147].

З 1997 року в Україні починається ера прогресивного стандарту GSM, коли абоненти вже не були прив'язані до однієї трубки, як у випадку з NMT, завдяки наявності в GSM-терміналах SIM-карти (Subscriber Identity Module), і що дозволило операторам дотувати придбання «телефонів за 1 гривню». Першими одержали ліцензії та розгорнули свою

GSM-мережу компанії UMC (17.09.97 р.) та «Київстар» (09.12.97 р.). В середині 1998 р. ліцензію на GSM-1800 одержує українсько-італійське СП «Астеліт», а наприкінці 1998 р. на мобільний ринок країни виходить останній GSM-оператор – УРС. Наступного 1999 р. в Україні почали пропонувати припейд, тобто активно просувати передплачені послуги зв'язку: SIM-SIM (UMC), UNI (Golden Telecom GSM) і Ace&Base («Київстар»). Одночасно, на стику 1997–1998 рр. компанія «Телесистеми України» ввозить в країну обладнання для розгортання власної CDMA-мережі. Фактично почався етап масового споживання послуг мобільного зв'язку, який раніше був невід'ємним атрибутом забезпечених людей. Як наслідок, тільки за 1999 р. кількість користувачів подвоїлася і склала вже 300 тисяч осіб.

З початку 2001 р. з метою розширення пропускної можливості UMC та «Київстар» впроваджують стандарт GSM-1800 замість GSM-900. Як наслідок, у кінці року абонентна база вже складала 2,2 млн користувачів. Характерною особливістю 2001 р. став вихід на стільниковий ринок України трьох CDMA-операторів: «Велтон-Телеком» (Харків), «Інтернаціональні комунікації» («Інтертелеком», Одеса), Telecommunication Company (ITC, Київ).

В той же час, у 2002 – 2003 рр. донецька DCC з метою виходу на ринок GSM придбала компанію «Астеліт», одержавши доступ до ліцензії на GSM-1800. На початку 2005 р. DCC через «Астеліт» почала надавати послуги стільникового зв'язку в стандарті GSM під брендом life:). Наприкінці 2009 р. група компаній «Альфа» (РФ) і оператор зв'язку TeliaSonera (Швеція) домовилися про злиття своїх акціонерних часток у російському операторі мобільного зв'язку «Мегафон» і турецькому Turkcell (який володіє контрольним пакетом в українському операторі «Астеліт»). Завдяки об'єднанню створюється оператор зв'язку, що обслуговує 90 млн абонентів і представляє послуги у Туреччині, Росії, Україні і Білорусі [46].

У серпні 2003 р. на ринку України з'являється перший віртуальний оператор «ДЖИНС», що працює на технічній базі UMC і орієнтований на молодь. Восени 2003 р. в Україні було введено принцип «безплатних вхідних». Як наслідок, вже в 2004 р. сукупна кількість корис-

тувачів стільникового зв'язку перевищила кількість абонентів стаціонарної телефонії. Принцип «платить сторона, яка викликає» став потужним стимулом споживання послуг, активність абонентів і ринок почали зростати шаленими темпами. Протягом трьох років, із 2004-го по 2006-й, проникнення послуг зросло втричі, виручка – удвічі [66].

У 2005 р. на ринок України вийшов російський «Вимпелком» під брендом Beeline. У 2006 р. конкурентна боротьба, пов'язана з виходом life:) і Beeline, загострилася і визвала цінові війни на ринку стільникового зв'язку. Як результат, на початок 2007 р. кількість користувачів стільникового зв'язку перевищила кількість населення України. У 2007 р. під брендом PEOPLEnet послуги стільникового зв'язку та передачі даних в стандарті CDMA (800 МГц) починає надавати компанія «Телесистеми України» [71].

У 2002 – 2003 рр. пройшов процес зміни засновників UMC: усі 100% акцій викупило російське ВАТ «Мобільні ТелеСистеми» (МТС). Цей процес завершився ребрендінгом у 2007 р. і приходом в Україну бренду МТС, що поєднує абонентів в Росії, Білорусії, Таджикистані, Узбекистані і в Україні. МТС провела відключення неактивних користувачів, вийшла з гонитви за абонентами і сконцентрувалась на їх утриманні за рахунок надання високоякісних (хоча й недешевих) і різноманітних послуг. Російська фінансово-промислова група «Система», яка володіє «МТС», входить до «великої трійки» російських телекомунікаційних ФПГ: «Связьинвест», «Алтимо» и «Система» і є сьогодні потужним фінансовим гравцем, який також має потужне лобі у вищих ешелонах влади.

Безумовно, особливої уваги заслуговує такий гравець на українському ринку телекомунікацій, як ВАТ «Укртелеком». Так, наприклад, у 2007 р. позиції цього державного монополіста у різних сегментах зв'язку представлені в *табл. 3.3* [126].

З початку 2000-х українським урядом постійно розглядалося питання приватизації «Укртелекому», що відображало загальноєвропейську тенденцію розвитку телекомунікацій. Прихід приватного власника, на думку більшості експертів, підвищив би ефективність управління і допоміг би вивести компанію на якісно новий рівень. Так, уже в 1999 р. було

ухвалено Закон «Про особливості приватизації ВАТ «Укртелеком», що передбачав продаж 42% акцій оператора. Головними претендентами на «Укртелеком» називали ряд великих західноєвропейських операторів, але фактично боротьба йшла між двома основними російськими гравцями телекомунікаційного ринку – «Алтімо» і «Системою».

Таблиця 3.3

Позиції ВАТ «Укртелеком» у різних сегментах зв'язку у 2007 р.

Показник	Сегменти зв'язку		
	Фіксований зв'язок	Широкосмуговий доступ в Інтернет	Мобільний зв'язок *
Частка ринку, %	80	18	-
Наявні переваги	10 млн абонентів	Другий найбільший інтернет-провайдер	Наявність 3G -ліцензій (WCDMA TDMA)
Перспективи росту і напрями розвитку	Міжміські і міжнародні канали	Щорічне зростання – більш ніж удвоє	Перспектива 5% частки ринку у 2010 р

* планувалось, що частка ВАТ «Укртелеком» зросте до 1,5% у 2008 р., до 3% у 2009 р.

Складено за [126].

За результатами 2003 р. компанія «Укртелеком» одержала чистий прибуток 616 млн грн, а в 2004 р. – вже понад 900 млн, які йшли у доходи бюджету. Для модернізації і підвищення вартості навесні 2005 р. «Укртелекому» дозволили залучити кредит у розмірі 500 млн дол. у Deutsche Bank і Credit Suisse First Boston, а наприкінці 2005 р. – видали ліцензію на зв'язок третього покоління в обхід конкурсу і почали підготовку до будівництва мережі мобільного зв'язку.

До найбільш «сильних» конкурентних позицій «Укртелекому» експерти відносили такі фактори, як [135]:

- найбільша транспортна мережа передачі даних, потужності якої готові були орендувати інші оператори мобільного і фіксованого зв'язку;

- кабельна каналізація електрозв'язку (ККЕ), що забезпечувала стабільні орендні платежі від користувачів-операторів;
- величезна кількість абонентів, яким можна було запропонувати нові послуги за додаткову вартість.

Крім того, рішення, прийняте в 2007 р., щодо розвитку власної мережі мобільного зв'язку третього покоління, відповідного будівництва шестисот станцій і надання мобільних послуг під брендом Utel, ґрунтувалося на ряді суттєвих конкурентних переваг державної компанії [126]:

- швидкість передачі даних ще у 2007 р. була у 1,5 рази вища за всіх інших приватних операторів (біля 3,6 Мбіт/с) з перспективою щорічного подвоєння;
- пропонувались можливість відеотелефонії і різноманітних похідних сервісів, зокрема, відеопошта;
- для споживачів передбачалось потокове відео і мобільне телебачення;
- конвергенція фіксованого і мобільного зв'язку, при цьому передбачалось, що дзвінки з фіксованої мережі на мобільну повинні були обходитись удвічі дешевше, ніж дзвінки абонентам інших операторів.

Але вказані конкурентні переваги так і не були реалізовані. За результатами 2008 р. «Укртелеком» одержав збитки в сумі 1,5 млрд грн, а в 2009 р. – 456,3 млн грн при чистому доході за рік 6,87 млрд грн (зростання на 3,4%). Крім того, за одержаним кредитом від Deutsche Bank і Credit Suisse First Boston у 2009 р. необхідно було сплатити 55,556 млн дол. США, які державне підприємство не змогло виконати у визначені строки [50].

Тобто, попри динамічні фінансові показники в першій половині десятиліття, ефективно використати більшість наявних ресурсів керівництво «Укртелекому» так і не змогло. Основні проблеми, що перешкоджали ефективному розвитку ВАТ «Укртелеком», наведені у *табл. 3.4* [135].

Таблиця 3.4

Проблеми, що перешкоджали ефективному розвитку ВАТ «Укртелеком» у 2005 – 2009 рр.

Проблема	Зміст і наслідки
1	2
Непомірно роздутий штат співробітників	До початку скорочень у 2008 р. в «Укртелекомі» працювало 120 тис. осіб, які обслуговували близько 10 млн ліній фіксованого зв'язку, тоді як у європейських провідних операторів персоналу значно менше. Приміром, у Telekom Austria у бізнесі фіксованого зв'язку задіяно 8,5 тис. співробітників при 2,3 млн обслуговуваних телефонних ліній. Усього в Telekom Austria Group, що надає послуги фіксованого мобільного зв'язку і доступу в Інтернет у багатьох країнах Східної Європи, працює менш як 17 тис. співробітників.
Неготовність надавати привабливі умови оренди своїх ресурсів	Як наслідок, великі приватні компанії намагалися, коли це можливо, побудувати власну інфраструктуру. У результаті магістральні мережі є зараз практично в усіх великих операторів країни, а надлишок потужностей не дає можливості заробляти на здаванні транспортної мережі в оренду. Так, за результатами 2009 р., Головне контрольно-ревізійне управління оцінило недоотриманий «Укртелекомом» дохід від цього напрямку на рівні 900 млн грн
Особисті власницькі інтереси голови «Укртелекому»	Дві провідні компанії з проектування і прокладання транспортних мереж – «Пріоком» і «Атраком», підконтрольні Георгію Дзекону та його бізнес-партнерам, заважали співробітництву «Укртелекому» з приватними компаніями у сфері оренди потужностей транзитної мережі. Маючи доступ до транспортної інфраструктури «Укртелекому», ці компанії могли без зайвих витрат будувати магістральні мережі, а мотивація голови правління держоператора пропонувати послуги оренди мережі на адекватних умовах наближалася до нуля
Відсутність ефективної роботи з існуючими клієнтами	Як наслідок, мобільний зв'язок в Україні став дедалі більше наступати на позиції фіксованого. Особливо це почало виявлятися після 2006 р., коли новачки телекомунікаційного ринку – «Астеліт» (TM life:) і Beeline – обвалили ціни на дзвінки в мобільних мережах, а «Укртелеком» затято відмовлявся знижувати застарілий тариф 1,2 грн за хвилину розмови при дзвінках на мережі стільникових операторів. У результаті абоненти держоператора дедалі менше спілкувалися з мобільними абонентами і поступово йшли від нього. Зараз близько 90% дзвінків абонентів стільникового зв'язку замикається усередині мереж мобільних операторів

Продовження табл. 3.4

1	2
Значне недофінансування послуги високошвидкісного Інтернету, яка прийшла на зміну комутованому доступу (dial-up)	У результаті – вихід «Укртелекому» на ринок інтернет-доступу відбувся надто пізно. Ще у 2008 р. зберігалася черга на підключення стаціонарних телефонів і Інтернету під торговою маркою «Ого!» І хоча зараз держоператор обслуговує близько 800 тис. інтернет-користувачів, показники могли б бути набагато вищими завдяки 10-мільйонній базі абонентів. Наприклад, із 1,8 млн абонентів «Волі» Інтернетом користується 370 тис. осіб, тобто кожен п'ятий. В «Укртелекому» – кожен 12-й. Однак інтернет-абоненти генерують вищі доходи, ніж користувачі телефонії, оскільки тарифи на цю порівняно нову послугу поки не регулюються державою
Незважена дивідендна політика керівництва і уряду	Як наслідок, скорочення капітальних інвестицій у фіксовану мережу. Так, за результатами 2004 р. акціонерам було виплачено 730 млн грн (за чистого прибутку близько 900 млн грн), 2005-го – 208 млн (519 млн), 2006-го – 166 млн (468 млн грн). Левову частку цих грошей одержала держава, що полегшувало урядам наповнювати бюджети
Власні і позикові ресурси «Укртелекому» були спрямовані на розвиток мобільного зв'язку третього покоління (3G) під торговою маркою Utel	Протягом 2007 – 2008 рр. на будівництво нової мережі було витрачено понад 1,5 млрд грн, у тому числі 56 млн грн — на рекламну кампанію. Хоча зв'язок третього покоління тоді вважався перспективним, половина сенсу втілення в життя цього проекту зникла після зриву переговорів із Vodafone, які велися в середині 2007-го. Продажі 3G-послуг почалися з січня 2008 р., але за результатами першого кварталу 2009 р. доходи від продажу послуг мобільного зв'язку становили усього 22 млн грн при тому, що на той момент абонентами Utel були 210 тис. осіб
Неефективне залучення абонентів стаціонарного зв'язку	З 2004-го по 2007 р. питома вага найдорожчого міжміського і міжнародного трафіка скоротилася з 82 до 32%. У 2007 р. у черзі на підключення стояло 1,3 млн осіб при 200 тис. незадіяних з'єднувальних ліній (еквівалент 2 млн абонентів)
Безвідповідальне фінансове планування	Наприклад, на 2007 р. був закладений рекламний бюджет у розмірі 160 млн грн, який у десятки разів перевищував встановлені державою ліміти. А бонуси менеджменту на 25 млн. грн. перевищили норми галузевої угоди між Міністерством транспорту та зв'язку і профспілкою працівників зв'язку
Вплив фінансової кризи	У четвертому кварталі 2008 року в результаті девальвації гривні оператор змушений був переоцінити свої зобов'язання перед зарубіжними кредиторами, що призвело за підсумками 2008 р. до чистого збитку в розмірі

Закінчення табл. 3.4

1	2
	1,52 млрд грн. Крім того, починаючи з 2009 р. в держкомпанії розпочалися масштабні платежі за раніше отриманими позиками: впродовж року вона мала виплатити еквівалент майже 1 млрд грн іноземним банкам. При цьому вільних коштів в «Укртелекому» практично не було. Так, наприклад, за умовами розміщення облігацій у лютому 2009 р. «Укртелеком» залучив 200 млн грн під 30% річних у перший рік обігу паперів (під такий відсоток позичають лише в крайніх випадках)

Складено за [358].

Як результат сукупної дії вказаних негативних факторів, «Укртелеком» збиралися продавати при трьох українських президентах і півдюжині прем'єрів. І, нарешті, у 2010 р. було виставлено на конкурсний продаж більше 90% акцій «Укртелекому» за ціною 1,31 млрд дол. США (проти початкової ціни у 2005 р. у 4 – 4,5 млрд дол. США, тобто менше у 2,5 рази). При цьому, до конкурсу не були допущені компанії, які [114]:

- частково залежать від держави, що вивело з гри багатьох лідерів європейського ринку телекомунікацій;
- мають доходи від продажу послуг в Україні, які перевищують 25%, що відразу відкинуло крупних гравців українського ринку телекомунікацій.

В результаті у конкурсі взяло участь одне єдине підприємство – маловідома австрійська компанія ЕСУ (EPIC Services Ukraine), яка, до того ж, є донькою австрійської EPIC, що уже була свого часу оцінювачем «Укртелекому». Із анонсованої цією компанією інвестиційної програми у 450 млн грн планується за п'ять років розвивати високошвидкісний Інтернет і одночасно зберігати частку «Укртелекому» на ринку фіксованого зв'язку. На погляд експертів, ця програма – тільки прикриття для подальшого перепродажу «Укртелекому». Цей факт підтверджують і заяви керівництва ЕСУ: «Ми не вкладатимемо грошей назавжди. Ми не бачимо себе як компанію – оператора зв'язку. Ми, вочевидь, думаємо про майбутній продаж, але це не буде пріоритетом на

багато років уперед» [114]. Реальний покупець цього активу став відомий тільки після наступного перепродажу «Укртелекому», їм стала загальновідома СКМ.

До 2008 р. існувало дві основні причини, через які ринок телекомунікацій традиційно перебував на периферії уваги українського уряду [179]:

1) ключові позиції в галузі займали держава (в особі ВАТ «Укртелеком») і великий міжнародний капітал – російський та європейський. Чисто українськими були лише відносно невеликі та маловпливові компанії;
2) експоненціальне зростання ринку в 2003 – 2007 рр. нівелювало гострі протиріччя між його учасниками: менеджмент і власники компаній переймалися боротьбою за ринкову частку.

Але економічна криза 2008 – 2009 рр. призвела до скорочення сегмента мобільного зв'язку, найбільшого за розмірами в українській телекомунікаційній галузі, приблизно на 10% за підсумками 2009 р. Це, у свою чергу, призвело до різкого загострення конкуренції на ринку.

В той же час, проблема вкрай нерівномірного розподілу частотного ресурсу не перший рік породжує нездорову ситуацію з конкуренцією на українському ринку телекомунікацій. Проте з боку профільних органів держави не було жодних кроків для вирівнювання ситуації, поки загроза монополізації ресурсу не постала на весь зріст.

Так, злиття «Київстар» і «Вимпелком» у єдину компанію VimpelCom Ltd мало б стати найбільш значущою подією на ринку телекомунікацій усього пострадянського простору в 2009 – 2010 рр. Його наслідком була б радикальна зміна ринкового ландшафту в українському телекомі. Але, у свою чергу, це означало, що конкурентна боротьба на українському ринку зводилась би до одвічного протистояння найбільших телекомунікаційних холдингів СНД – «Вимпелком» і МТС.

Каменем спотикання цього давно очікуваного і логічного рішення акціонерів обох компаній стала доля «Українських РадіоСистем» (ТМ Beeline). У результаті поглинання у 2007 р. «Голден Телекому» бізнес компанії включав два рівнозначні сегменти – фіксованих мереж

і мереж мобільного зв'язку. Історично в розпорядженні «Українських РадіоСистем» перебуває велика кількість радіочастот, порівнянна з такою, як у «Київстар» та «Українського Мобільного Зв'язку» (ТМ «МТС»). За підрахунками експертів, «Київстар» і «Українські РадіоСистеми» (ТМ Beeline) спільно використовують 58% частот у діапазоні 900 МГц і більш як 50 % – у діапазоні 1800 МГц. Більше того, нова компанія автоматично одержувала майже 44 % абонентів GSM-зв'язку. Якщо ж додати частку «Альфа-груп» (яка володіла 43,5 % акцій української «Київстар» і 44 % російського «Вимпелком») у компанії «Астеліт» (ТМ life:)), то слід констатувати: на українському телекомунікаційному ринку з'явився найсильніший монополіст за всю його історію [171].

Об'єднана компанія успадковувала б частоти і «Київстар», і УРС, тобто в її руках могла б опинитись більш як половина всього частотного ресурсу країни. Для порівняння, у МТС повинно було б залишитись близько 30 % частот, у «Астеліту» – лише 17%.

Отримавши у своєї розпорядження левову частку частот, *по-перше*, і приєднавши повноцінного оператора фіксованого зв'язку, *по-друге*, «Київстар» одержував ринкову перевагу, яку неможливо переоцінити. Тому і МТС, і «Астеліт» категорично заперечували проти монополізації частотного ресурсу країни в руках одного гравця [179]. Як наслідок, практично наступного дня після того, як була укладена угода про злиття, Антимонопольний комітет України призупинив свій дозвіл на злиття цих операторів мобільного зв'язку, а вже наприкінці 2010 р. повернувся до розгляду цього питання і підготував законопроект, який перешкоджав би концентрації частотного ресурсу одним гравцем [171].

Сьогодні стало чітко зрозумілим: перспектива монополізації ринку не влаштовує державу, а перспектива зростання цін на послуги внаслідок відсутності конкуренції між операторами – споживачів. Тобто базове правило ринкової економіки – що вища конкуренція, то нижча рентабельність – у мобільному зв'язку в Україні поки не спрацьовує.

Інтерконект є ще одним із найдієвіших механізмів регулювання ринку. По суті, це оптові платежі операторів за дзвінки їх абонентів на но-

мери, що обслуговуються конкурентами. Розрахункова одиниця – одна хвилина [135].

У світі існують різні підходи до регулювання ринку інтерконекту. У деяких країнах ці ставки високі, у деяких – міжоператорські платежі відсутні зовсім. Практикується також встановлення різних ставок для різних операторів. Наприклад, у часи зародження мобільного зв'язку оптові ціни дзвінків на фіксовані мережі були істотно нижчими, ніж на мобільні. Це призводило до того, що фіксовані оператори фактично дотували розвиток стільникових. Така асиметрія існує й щодо великих і маленьких операторів: ставки на мережі великих установлюють на нижчому рівні, ніж на мережі маленьких, що провокує розвиток та укрупнення останніх за рахунок можливості встановлювати нижчі тарифи.

В Україні до кінця 2008 р. ставки інтерконекту були досить високими (наближалися до роздрібної вартості хвилини розмови) і встановлювалися асиметрично на користь стільникових операторів. Так, за одну хвилину дзвінка на мережу «Укртелекому» вони платили 25 коп., у той час як для держоператора вартість однієї хвилини дзвінка на стільникові мережі становила 50 коп. Приблизно в таких самих умовах працювали й інші оператори фіксованого зв'язку. Це призводило до того, що вони, і насамперед «Укртелеком», платили мобільним більше, ніж одержували від них. А високий розмір ставок ускладнював вихід на ринок нових гравців. Зокрема, Beeline, PEOPLEnet і Utel своїми провалами значною мірою зобов'язані високим ставкам інтерконекту. Очевидно, що, залишаючи їх на тому самому рівні, держава пригнічувала конкуренцію на ринку зв'язку і сприяла одержанню надприбутків мобільними операторами [135].

Сьогодні прихильники перегляду існуючої системи в Україні стверджують, що наявна практика взаєморозрахунків за інтерконект призводить до пригнічення реальної конкуренції. Більш того, ці розрахунки було впроваджено в Україні з метою захисту двох монополістів («Київстару» та «Українського Мобільного Зв'язку» (ТМ «МТС»)) від появи нових гравців. Саме для малих операторів критичним є баланс

розрахунків за інтерконект, а для великих – ні, оскільки їхні абоненти генерують достатній обсяг внутрішньомережного трафіка.

Наприклад, у 2009 р. середньозважена роздрібна вартість хвилини в мережах «МТС» і «Київстар» була в рази меншою за оптову ціну, яку вони виставляли малим учасникам ринку [161]. Нові гравці не в змозі були запропонувати конкурентоспроможні тарифи для спілкування з основною масою абонентів, зосереджених у мережах «МТС» і «Київстар». Більш того, мав місце дисбаланс трафіка між мережами великих і малих операторів. Великі одержують набагато більше викликів на свої мережі і грошей за них. Таким чином, вони одержують додаткову конкурентну перевагу зі свого розміру, крім економії на масштабі і переваг, пов'язаних із більш раннім виходом на ринок.

Не випадково в рекомендаціях Євросоюзу замість терміна «інтерконект» використовується вираз «оптові тарифи за приземлення трафіка в мережах мобільного (фіксованого) зв'язку» [161]. Матеріали Єврокомісії містять жорсткі оцінки ситуації з інтерконектом. Так, при встановленні тарифів за приземлення трафіка будь-яке відхилення від єдиного рівня ефективної вартості має ґрунтуватися на об'єктивних відмінностях у витратах, які перебувають поза сферою контролю оператора. Причому в мережах мобільного зв'язку нерівномірний розподіл діапазону може вважатися зовнішнім чинником, що призводить до різниці у витратах на одиницю для різних мобільних операторів. У своїх рекомендаціях для національних регулюючих органів Єврокомісія виокремлює ринок інтерконекту як такий, що найбільше потерпає від браку конкуренції. Для усунення антиконкурентних бар'єрів пропонується використовувати:

- тарифи, що ґрунтуються на собівартості;
- регулювання ставок операторів, які володіють істотною ринковою силою;
- встановлення асиметричних ставок доступу на мережі малих і великих операторів.

В Україні дані за 2007 – 2010 рр. наочно підтверджують тезу про те, що інтерконект є інструментом перерозподілу доходів від фіксованого зв'язку на користь мобільного і від малих операторів на користь вели-

ких. Глибока економічна криза призвела до різкого скорочення телекомунікаційного ринку в Україні. Якщо раніше антиконкурентні бар'єри на ринку заважали новим учасникам розвиватися так швидко, як це дозволяв платоспроможний попит, то зараз вони заважають їм виживати. Як і будь-яка інфраструктурна галузь, зв'язок впливає на усіх без винятку агентів економічного життя. Щоб споживачі послуги та економіка загалом могли одержувати послуги максимальної якості за мінімальною ціною, постачальники цих послуг повинні конкурувати витратами. За рахунок більшої операційної ефективності забезпечувати ту саму рентабельність при менших тарифах. І конкурувати саме за рахунок цього, а не свого розміру. Для цього ринку і потрібні економічно обґрунтовані ставки інтерконекту.

Таким чином, необхідно визнати, що сьогодні український телекомунікаційний ринок характеризується [161]:

- наявністю гравців, які поєднують одночасно величезну частку ринку і таку саму феноменально велику рентабельність;
- відсутністю помітних змін за минулі роки в розподілі доходів між учасниками ринку, у тому числі непропорційно велика маржа найбільших гравців;
- негативним впливом на економіку малих операторів зв'язку існуючого диспаритету роздрібних і оптових цін на трафік.

Як наслідок, це спонукає регуляторні органи до дедалі жорсткішого регулювання цього ринку. Так, до кінця 2012 р. ставки інтерконекту мають знизитися до економічно обґрунтованих 1,5 – 3 євроцентів за хвилину проти 8–9 євроцентів, які були у 2009 р. Що, до речі, зводить нанівець посилання на «європейський досвід» прибічників збереження статус-кво [161]. Уряд у цьому питанні повинен вирішити, яка модель ринку його більше влаштовує: заохочення конкуренції чи повернення до «дикого ринку на двох».

Під час круглого столу «Держава і телеком: криза управління і пошуки виходу», що відбувся 03.03.2010 р. під егідою мережевого ресурсу Telecomer, його учасники сформулювали основні проблеми державного управління телекомунікаціями [179]:

- у сфері державного управління галуззю зв'язку склалася нелогічна і неефективна конструкція у складі Держкомзв'язку, Національної комісії з питань регулювання зв'язку (НКРЗ) і Антимонопольного комітету України (АМКУ). Має місце проблема фактичного розподілу функцій Адміністрації зв'язку між двома відомствами – Держкомзв'язку і НКРЗ. Наслідком цього є зволікання і неузгодженість відомчих дій у процесі обговорення та прийняття рішень;
- принциповою проблемою є втрата НКРЗ статусу інституційно незалежного регулюючого органу, рівновіддаленого від усіх без винятку учасників ринку. Комісія низведена до рівня ще одного, крім Держкомзв'язку, органу виконавчої влади й не має можливості відігравати роль незалежного арбітра;
- існування Адміністрації зв'язку як одного з департаментів Міністерства транспорту та зв'язку не відповідає масштабу і складності поставлених перед нею завдань.

Усе це призводить до того, що не працюють механізми балансування інтересів учасників ринку.

Ключовою проблемою є фактична нездатність існуючої системи здійснювати попереджувальне регулювання (так зване ex-ante) протиріч між учасниками ринку. Замість цього вони знову й знову апелюють до АМКУ з проханням врегулювати конфлікти, які перейшли у відкриту форму. Тим часом Антимонопольний комітет не має ресурсів, щоб займатися регулюванням ринку телекомунікацій. Для цього, власне, і була свого часу та за активної участі АМКУ створена Нацкомісія з питань регулювання зв'язку як галузевий регулятор. На жаль, і сьогодні, через п'ять років після появи на світ, НКРЗ не виконує своєї титульної функції.

З *одного боку*, дотепер відсутнє все необхідне нормативно-правове забезпечення регуляторної діяльності, передбачене законом про телекомунікації. З *іншого* – після підпорядкування в 2008 році Кабміну НКРЗ і зовсім втратила свій статус. Очевидно, мати два окремі галузеві органи виконавчої влади – надмірна розкіш. Необхідно або повертати комісії статус справді незалежного регулятора й відповідні повноваження, або

ж об'єднувати з Держкомзв'язку для створення єдиної дієздатної Адміністрації зв'язку.

На думку фахівців Інституту економіки і прогнозування НАН України, у період до 2025 р., з метою підвищення конкурентоспроможності економіки України, доцільно спрямувати розвиток інформаційно-комунікаційних технологій у напрямах, наведених у *табл. 3.5* [175, с. 533 – 535].

Таблиця 3.5

Напрямки розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури на період до 2025 р.

Напрямки розвитку ІКТ	Завдання підвищення доступності послуг у сфері ІКТ
1	2
Удосконалення та реалізація законодавчої та нормативної бази, що підтримує розвиток ІКТ	Повна телефонізація населених пунктів
	Розширення складу універсальної послуги
Стимулювання поширення ІКТ у соціально-економічній сфері і державному управлінні	Відновлення і розвиток державного угрупування супутникових систем зв'язку і мовлення цивільного призначення
Забезпеченні доступності послуг ІКТ на території країни, зняття інфраструктурних обмежень довгострокового зростання в галузі зв'язку	Розвиток цифрового телебачення
	Створення інтегрованої інфраструктури, що забезпечує взаємодію органів державної влади й органів місцевого самоврядування
Забезпечення безпеки інформаційно-комунікаційної інфраструктури, включаючи мережі передачі даних	Подальший розвиток систем зв'язку на базі цифрових електронних систем
	Розгортання мереж третього і четвертого покоління
Створення єдиної системи інформаційно-комунікаційного забезпечення запитів державного управління, оборони країни, національної безпеки і правопорядку	Формування єдиного інформаційного простору, у тому числі для розв'язання завдань національної безпеки
	Створення системи суспільних центрів доступу населення до державних інформаційних ресурсів, включаючи створення державної системи правової інформації

Закінчення табл. 3.5

1	2
Стимулювання конкуренції на ринку ІКТ-послуг	Надання громадянам соціальних послуг на всій території України з використанням ІКТ
Розширення спектра наданих послуг на основі впровадження сучасних технологій в умовах конвергенції телекомунікаційної й інформаційної складових	Створення і безперервне функціонування технопарків у сфері високих технологій, розвиток механізмів венчурного фінансування

Складено за [175, с. 533–535].

Інноваційний розвиток в Україні галузі телекомунікацій дозволить одержати до 2025 р. зростання обсягів послуг зв'язку в порівнянні з 2007 р. більш ніж у 5 разів (у 2015 р. в порівнянні з 2010 р. – у 2,6 рази, у 2025 р. у порівнянні з 2015 р. – у 2,4 рази). Загальний обсяг ринку інформаційних технологій до 2025 р. зросте в порівнянні з 2007 р. більш ніж у три рази [175, с. 535]. При цьому будуть досягнуті наступні цільові орієнтири: збереження темпів зростання ринку ІКТ, які перевищують середньорічні показники зростання економіки у 2,5 – 3 рази; перетворення ІКТ на одну з провідних галузей економіки з часткою у ВВП більше 5%.

В галузі *телебачення* сьогодні – технічна революція. На допомогу традиційному ефірному (аналоговому) вже давно прийшло супутникове та кабельне. Але 2006 – 2007 рр. стали роками масового впровадження у розвинутих країнах трьох основних технічних новинок: цифрового ефірного телебачення, мобільного телебачення та перших програм телебачення високого розрізнення.

Новий цифровий стандарт телебачення був розроблений у 1996 – 1998 рр., на що розвинутими країнами було витрачено мільярди доларів. Сьогодні у всіх країнах ЄС діють директиви щодо переходу на цифрове телебачення (ЦТБ), яке забезпечує величезну економію коштів, звільнює частотний ресурс (який сам по собі є капіталом). Споживач одержує такі переваги [161]:

- має можливість дивитись у п'ять-вісім разів більше ТБ-програм;
- одержує набагато більш високу якість у порівнянні з аналоговим телебаченням (немає шумів, окантовування картинки, високо-

якісне стереофонічне звукове супроводження, в тому числі Dolby Surround, синхронне звукове супроводження на різних мовах з можливістю вибору, наявність електронного гіду тощо);

- користується додатковими можливостями (телетекст, мультимедіа, інтерактивні послуги, наприклад, телемагазин, комп'ютерні ігри, спортивний тоталізатор, Інтернет, прогноз погоди тощо);
- автономність (можна дивитись якісне ТБ за допомогою кімнатної антени, дивитись телевізор можна де завгодно – в транспорті, з екрану мобільного телефону або кишенькового персонального комп'ютеру);
- послуги портативного телебачення надають змогу знаходитися в контакті з глядачем протягом всього дня, що поширює цільову аудиторію для реклами, дозволяє вийти на нові медіаринки (інтерактивні послуги, новий контент, телебачення для мобільних пристроїв).

В Європі існуючі станції аналогового телебачення так заповнили частотний ресурс, що вільного місця для впровадження нових технологій (не кажучи вже про впровадження телебачення високої чіткості, ресурсні потреби якого вчетверо вищі) не було. Тому впроваджувати цифрове телебачення доводилося за рахунок відключення вже існуючого аналогового. Однак робити це було потрібно в такий спосіб, щоб не порушити права кожної людини на одержання інформації. Для цього необхідно було на міжнародному рівні узгодити новий план розподілу частотного ресурсу, передбачити регіональну поетапність відключення аналогового мовлення. З цією метою і була скликана Регіональна конференція сектора радіозв'язку Міжнародного союзу електрозв'язку, яка складалася з двох раундів: перший відбувся у 2004 р., другий – у 2006-му, на якому і було прийнято новий Регіональний план розвитку цифрової радіомовної служби під назвою «Женева-2006». Цим планом було визначено остаточний термін відключення аналогового телебачення у всій Європі – 2015 р. [151].

Для цього необхідно створити в європейських країнах нову модернізовану передавальну мережу, а потім організувати продаж «сет-

топ-боксів» (тюнерів), щоб можна було приймати ЦТБ за допомогою звичайних телевізорів. У більшості розвинутих країн, що вже створили передавальні мережі на 5 – 6 частот (20 – 30 телерадіопрограм), впровадження цифрового ефірного ТБ проводилося дуже швидко, а плани розгортання мереж у багатьох країнах до теперішнього часу контролюються головами урядів [161].

Крім того, в Європі сьогодні переважає думка, що відведена смуга частот надлишкова для цифрового телебачення. Якщо один ефірний телеканал в аналоговому форматі займав один частотний діапазон (частотний канал), то завдяки новим технологіям стиснення інформації в один частотний канал можна вмістити десяток телевізійних каналів, якщо стискати за технологією MPEG-4. Якщо ж застосовувати ще більш досконаліші технології DVB-T2, то в ту ж саму смугу можна «втиснути» до 20 телеканалів. Завдяки цьому замість 70 аналогових європейські телекомпанії зможуть транслювати більше тисячі телеканалів у цифровому форматі і при цьому частину свого спектру віддати операторам мобільного зв'язку для прискорення впровадження формату четвертого покоління LTE, тобто одержати так званий «цифровий дивіденд» [47].

Концепція цифрового дивіденду була розроблена у 2007 р., коли Всесвітня конференція з радіозв'язку (WRC) схвалила для країн Європи і СНД передачу операторам мобільного зв'язку частот 790 – 862 МГц (на цих частотах у європейських країнах знаходяться з 61-го по 69-й телеканали). Таким чином, відмовившись від дев'яти каналів із 70-ти, можна забезпечити довгостроковий розвиток мереж мобільного зв'язку. GSM-асоціація, що поєднує операторів зв'язку усього світу, пропонує розширити «дивідендні» частоти, оскільки LTE може використовувати також смугу частот від 698 до 790 МГц. У такому випадку телебачення віддасть чверть частот, що використовується в Європі на теперішній час. Але, як було вказано вище, телевізійники від цього не постраждають внаслідок застосування новітніх технологій стиснення інформації.

В Європі більшість країн вже прийняли рішення про «сплату» дивіденду. Так, Швеція восени 2010 р. провела тендер і визначила переможця, який буде впроваджувати мобільний зв'язок стандарту LTE

у діапазоні частот 790 – 862 МГц. Такий самий тендер було проведено в 2011 р. у Німеччині. У більшості країн Євросоюзу передбачається закриття аналогового телемовлення вже у 2012 р., після чого країни налаштовані реалізувати «цифровий дивіденд» [47].

При переході на цифрове телемовлення основні витрати несуть телемовні організації. Однак для глядачів цей перехід також не безкоштовний: їм прийдеться або купувати новий телевізор (який «розуміє» цифрові стандарти), або спеціальний пристрій – декодер. Європейцям придбання декодеру обійдеться недорого (його ціна складає приблизно 30 – 50 євро). Наприклад, сьогодні у Великобританії нараховується біля 10 млн користувачів цифрового ефірного ТБ, хоча жоден з аналогових каналів не вимкнено. У Німеччині та Франції більше 50 % населення вже переведено на цифрове ефірне ТБ, яке транслює до 28 телепрограм. Так, тільки в 2005 – 2006 рр. у Франції було продано більше трьох мільйонів тюнерів для приймання цифрового ефірного ТБ.

На відміну від решти світу, який вже в основному завершує програму розгортання більш вдосконалених цифрових видів телебачення, в Україні цей напрям поки ще в зародковому стані, хоча окрема строчка в бюджеті на ці цілі виписувалася і в 2006 р., і в 2007 р.

Перехід на цифрове мовлення – це вирішення складного комплексного завдання, яке у поверховому викладенні передбачає [151]:

- створення нової (або докорінне реформування старої) ретрансляційної інфраструктури;
- забезпечення населення апаратурою з прийому цифрового сигналу (з метою економії, на початковому етапі аналогові телевізори можуть укомплектовуватися спеціальними перетворювачами – так званими сет-топ-боксами);
- перерозподіл національного частотного ресурсу з урахуванням нових технологічних потреб;
- перехід самих телекомпаній на цифрове виробництво;
- відпрацьовування і закріплення нових, «цифрових», правил гри на законодавчому і регуляторному рівні;
- проведення роз'яснювальної роботи серед населення.

У розвинених країнах світу основними рушійними силами розвитку ЦТБ є бізнес-інтереси виробників електронної апаратури і телекомунікаційної індустрії. В Україні низький платоспроможний попит населення і відсутність (поки що) зацікавленості з боку найбільших гравців телевізійного ринку девальвують роль цих чинників. Єдиного державного органу, який відповідав би за впровадження в країні ЦТБ, у нас теж немає. Основними «конкурентами» у цьому сенсі виступають Мінтрансзв'язку і Нацрада з питань телебачення і радіомовлення.

В Україні проблема цифрового телерадіомовлення повинна вирішуватися за чотирма напрямками [159]:

- ефірне цифрове ТБ (як найбільш масштабне за охопленням населення, але яке вимагає придбання спеціального тюнеру для приймання ефірного цифрового сигналу на звичайний аналоговий телевізор. Вартість тюнеру порівнюється з вартістю недорогого мобільного телефону, який практично є у всіх);
- супутникове цифрове ТБ (в тому числі за допомогою багатопроменевої приймальної супутникової системи, розробленої фахівцями НТУ «КПІ», з орієнтацією на десятки супутників);
- наземне цифрове мікрохвильове ТБ (на базі модифікації супутникового ТБ системи типу «МІТРІС»);
- кабельне цифрове ТБ.

Найбільш актуальною в Україні в найближчі десятиріччя буде проблема розгортання саме ефірного цифрового ТБ, оскільки сьогодні біля 78% телеглядачів (13,5 млн осіб) дивляться аналогове ефірне ТБ, яке вкрай чутливе до завад, а в деяких районах країни, особливо у сільській місцевості, неможливо прийняти більше трьох – п'яти програм. Щодо кабельного ТБ, то, наприклад, у Києві воно обслуговує більше 60 % телеглядачів, в той час, як на решті території країни воно не зможе охопити більше 30% населення внаслідок низької урбанізації країни (а є населені пункти, куди кабельне ТБ ніколи не прийде).

Незважаючи на те, що Україна одержала право на використання 8 – 11 цифрових частот, а це означає – трансляція від 40 до 80 телерадіо-

програм на 100% території країни, цим правом неможливо буде скористатися у повному обсязі після 2014 – 2015 рр., оскільки прийдеться прилаштовуватися до вже розгорнутих до того часу європейських передавальних мереж [161]. Необхідно починати поетапне створення цифрової передавальної мережі вже сьогодні, поступово її розширюючи. В той же час, розвиток ефірного цифрового ТБ суттєво гальмує непрофесіоналізм і безвідповідальність. Так, Україна ще в 1997 р. підписала європейську міжнародну координаційну Угоду для цифрового телемовлення стандарту DVB-T у смугах частот 790 – 862 МГц. Однак вже у 1998 р. керівництво Держкомзв'язку видає ліцензію компанії «Телесистеми України» щодо надання на цих же смугах послуг мобільного зв'язку в стандарті CDMA (тоді це був ще IS-95, або CDMA-one), а також від трьох до п'яти частотних каналів по всіх регіонах України.

Цю порівняно невелику частку частот «цифрового дивіденду» займають оператори CDMA, ліцензія яких закінчується в 2015 р. Передбачалось, що у подальшому на цих частотах буде вестися телемовлення, як і в інших державах Європи. Однак сьогодні доцільність цього рішення виглядає сумнівною. Україна стала одним з ініціаторів створення європейської робочої групи, яка має наміри переглянути використання цього частотного діапазону і знайти частоти, в тому числі і для розвитку CDMA-зв'язку [47].

Існує ще багато прикладів, коли матеріально зацікавлені чиновники з різних відомств лобіювали надання частотних каналів комерційним структурам, в які вони потім переходили працювати або працюють їхні родичі [114].

Одна з найважливіших причин цього – те, що за розвиток цифрового ТБ в Україні відповідають три державні структури – Національна рада з питань телебачення та радіомовлення (Нацрада), Національна комісія з регулювання зв'язку (НКРС) та Мінтрансзв'язку – і немає єдиного центру, який би жорстко координував роботу. Враховуючи світовий досвід, доцільно було б поєднати Нацраду та НКРС в єдиний регуляторний орган (або центр при Кабінеті Міністрів України), який

буде комплексно вирішувати впровадження сучасних технологій. Як наслідок, не буде роз'єднання відомств, і впровадження нових технологій буде швидким і ефективним.

Крім того, необхідно розробити державну програму впровадження цифрового ефірного ТБ в Україні, яка жорстко визначить окремі дії з термінами виконання та відповідальністю за них. При цьому дуже важливо, щоб держава не брала на себе великі фінансові зобов'язання (зокрема, в найбільш витратній частині впровадження – побудові всієї мережі висилачів), тільки для цілей державного і в майбутньому суспільного телебачення. Комерційні структури, якщо вони побачать чітку перспективу, цілком спроможні вигравати чесні тендери і конкурси у боротьбі з іноземними компаніями на цьому ринку в Україні. В той же час, міжнародні погодження, як і контроль виконання, – це прерогатива держави. А все фінансування проектів повинен робити бізнес, як основа реалізації самих сміливих проектів.

Як перший крок, розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.11.2006 р. «Про схвалення Концепції Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення» було визначено основного виконавця з розробки проекту цієї програми на початку 2007 р. Але болісний процес її узгодження та затвердження триває і досі. За одним із варіантів орієнтовна вартість програми складала 4,3 млрд грн, при цьому з Державного бюджету планувалося виділити всього 0,2 % від необхідної суми (зокрема, на побудову нових об'єктів інфраструктури – спеціальних вишок).

Однак проекти державних програм, що надаються Нацрадою або Мінтрансзв'язку на розгляд до НКРС, відірвані від життя, безперспективні і мають популістський характер. Державні чиновники, які ніколи не створювали телевізійні мережі, пропонують одне частотне покриття всієї території України для трансляції виключно державних програм і просять у держави 570 млн грн [163].

Виробники телекомунікаційного обладнання та фахівці з НКРС пропонують власні проекти, здатні якнайшвидше розгорнути цифрове ефірне ТБ в Україні. *Перший* з них – це проект покриття 85 – 90%

території України за допомогою 1600 – 2000 висилачів з використанням чотирьох частот (а це 17 – 20 телепрограм і 7 – 10 радіопрограм), який оцінюється у 160 – 200 млн дол. (в той же час, якщо покрити навіть 30 – 40 % території (60 – 70% населення), то і тоді будуть одержані величезні переваги, а проект буде коштувати 50 – 60 млн дол. – потужні висилачі встановлювати дешевше, ніж велику кількість малопотужних) [161].

Другий проект передбачає впровадження цифрового телебачення у великих містах, де багато діючих аналогових каналів, добре розвинуто кабельне телебачення і вище купівельна спроможність населення. За цим проектом на 10 млн грн, що передбачені в бюджеті Мінтрансзв'язку на розвиток цифрового ТБ, необхідно побудувати потужні чотирьохастотні висилачі у Донецьку та Львові по 4 млн грн кожний, за 1 млн грн у Києві зробити центральну станцію – потужній роздавальний пункт для всіх програм, а ще 1 млн грн витрати на дотацію населенню за приймачі. Достатньо дотувати 5000 приймачів в одній зоні при включенні висилачів, а далі процес піде лавиноподібно. Другий раз державі або місцевим радам прийдеться дотувати, коли будуть виключати всі аналогові висилачі в зоні (через 4 роки). Доцільно задіяти до програми цифрового ефірного ТБ великі міста, в тому числі: Харків, Дніпропетровськ, Одесу, Вінницю тощо, поступово розширюючи охоплення цифровим ТБ всього населення України [163].

Для того, щоб швидко та ефективно реалізувати програму впровадження цифрового ефірного ТБ і не загубити контроль над процесом, який планується завершити до 2015 р., уряд повинен очолити цей процес і вирішити питання видачі ліцензії на розповсюдження програм цифрового ТБ на трьох-чотирьохчастотних каналах державному Концерну радіомовлення, радіозв'язку і телебачення (КРРТ). Нацрада повинна затвердити перелік телепрограм, які мають транслюватися по всій країні в кожному з каналів. Необхідно враховувати небезпеку, пов'язану з рішенням, за яким ліцензії на створення цифрових мереж будуть роздані багатьом операторам мультиплексів, в тому числі в окремих містах. Згідно до європейської практики, оператори мультиплексів повинні бути лише загальнонаціональними. Необхідно розділити функції опе-

ратора мультиплекса і оператора мережі. На Заході оператор мережі – технологічна компанія, що має в своєму розпорядженні щогли з антенами, цифрові телевисилачі, інфраструктуру розповсюдження сигналів, яка виконує замовлення операторів мультиплексів. Сьогодні в Україні це поки що тільки концерн РРТ і оператори мобільного зв'язку.

Мобільне цифрове телебачення значно більш складне, ніж ефірне цифрове. В розвитку сучасного телебачення вже склався певний порядок: спочатку в країні за допомогою держави широко впроваджується цифрове ефірне ТБ і тільки потім розгортають систему мобільного ТБ. В США і Європі після прискіпливого і відносно довгого (трьохрічного) тестування технічних можливостей, яке скінчилося в 2006 р., був зроблений однозначний висновок: впровадження мобільного ТБ має прекрасні перспективи, а 2007 р. став роком початку широкого впровадження мобільного ТБ. Сьогодні маркетингові дослідження також показали, що мобільне ТБ очікує великий попит у всіх країнах. Причому на такі проекти не витрачаються бюджетні кошти – вони реалізуються виключно за рахунок комерційних вкладень. Цим займаються перш за все оператори мобільного зв'язку та оператори широкомовного ТБ, які мають великі кошти і доходи.

Тести в Європі показали, що мобільні передачі люди частіше за все приймають від півгодини до години на день. При цьому готові платити за це 10 – 12 євро на місяць. За різні інтерактивні послуги – програми на замовлення, ігри, вікторини – доплата іде окремо. В нових телефонах навіть вмонтовуються два динаміки, щоб забезпечити стереозвук. За прогнозами, в 2008 р. у світі було 25 млн власників мобільних телевізорів, а в 2011 р. їх кількість досягла 230 млн. Так, у Фінляндії вже створено комерційне мовлення на телефони при 99 % покриття. У Нью-Йорку створено мережу ТБ-передачі на мобільні телефони з 20-ти висилачів. У Парижі ще в 2007 р. стояли 5 потужних висилачів. В Італії міжнародна компанія H3G, яка має багато операторів мобільного зв'язку, взяла ліцензії і організувала мережу (всього за 5 місяців) до початку чемпіонату світу з футболу. Як наслідок, 100 тис. тіфозі придбали телефони з телевізорами. Сьогодні в Італії вже 600 тис. абонентів такого зв'язку, що приносять операторам 20 млн євро на місяць [162].

В Україні також були перевірені можливості розвитку мобільного ТБ. Непогані результати показали випробування в українській цифровій телемережі (УЦТМ) однієї з самих дешевих цифрових технологій, яка дозволяє одночасно використовувати висилач і для мобільного, і для цифрового ТБ. Але будь-яке спрощення призводить до певних витрат: скорочується радіус прийому на мобільні телефони, з'являється багато зон зникнення (оскільки потужність, яка надходить до приймальної антени, повинна бути для мобільного прийому в 100 разів більше) тощо. Щоб забезпечити нормальний сервіс, потрібно ставити багато малопотужних ретрансляторів.

Крім того, частоти «цифрового дивіденду» в Україні частково знаходяться у військових та інших спецкористувачів. У випадку їх очищення може повторитися ситуація з частотами для UMTS. Крім того, на думку фахівців, Україні краще триматись найбільш розповсюджених у регіоні стандартів і розвиватися за аналогією з європейським ринком, де основною частотою зв'язку четвертого покоління LTE є діапазон 2,5 – 2,7 ГГц. Це буде зручно для українців, а вітчизняний ринок не втратить дохід від абонентів у роумінгу, що приїжджають до України з Європи із сусідніх країн, що розвивають 4G в інших діапазонах [47].

На жаль, в Україні ще мало хто займається подібними дослідженнями, а оператори мобільного зв'язку поки не виказують зацікавленості. Але Україна не зможе залишитись осторонь магістрального шляху розвитку телебачення.

Наземне цифрове мікрохвильове ТБ на базі модифікації супутникового ТБ системи МІТРІС (мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система, розробка якої велася в Інституті електроніки і зв'язку України) дозволяє надати абонентам одразу три основні послуги: широкосмуговий доступ в Інтернет, цифрове телебачення, стаціонарний телефонний зв'язок і ще багато інших послуг. В Луганську використовуються вітчизняні технології, що не поступаються за своїм технічним рівнем останнім світовим розробкам, – система МІТРІС, що дозволяє передавати інформацію на частотах, призначених для супутникового телемовлення [54].

Будівництво наземних мереж передачі телесигналу – коштовне і складне (будівництво телевеж тощо). На Заході замість телевеж використовують інші технології, наприклад MMDS (Multichannel Multipoint Distribution System – багатоканальна багатоточкова розподільча система), що побудована за стільниковим принципом і дозволяє транслювати велику кількість телеканалів (як і кабельне ТБ). Але в Україні діапазон радіочастот, на яких працюють системи MMDS, виявилися зайнятими радіорелейним зв'язком.

Особливістю супутникового зв'язку є використання спрямованих антен, що зазвичай орієнтуються на південь – супутники телемовлення знаходяться над екватором на геостаціонарній орбіті (швидкість руху супутника співпадає зі швидкістю обертання Землі навколо своєї вісі, тому він висить над однією й тією ж територією. Завдяки використанню спрямованих антен поява наземної станції телемовлення, яка працює на супутниковій частоті, не буде заважати тим абонентам, які приймають сигнал із супутника. На поверхні Землі використовують невеликі антени (стандартний діаметр супутникової «тарілки» – біля двох метрів), оскільки джерело сигналу наближено до приймача. Стандартні висилачі, які встановлюються на супутниках, внаслідок мінімальних габаритів та ваги, а також необхідності дистанційного управління і безвідмовної роботи протягом декількох років, виявилися дуже коштовними. Тому необхідно спеціальне обладнання, яке дозволяє сполучення ефірної передачі сигналу і кабелю.

Ще в 1998 р. телекомпанія «ЛКТ-плюс» одержала першу в Україні ліцензію на наземне мовлення в діапазоні супутникового телебачення (11 – 12 ГГц), а у грудні цього ж року Постановою Кабміну «Про додаткові заходи щодо припинення спаду виробництва в поточному році і забезпечення зростання його обсягів у 1999 р.» було передбачено впровадження систем МІТРІС в державному масштабі. Крім того, була спрощена процедура одержання ліцензій в цій системі, і в країні починають створюватися регіональні телекомпанії, завдяки чому до 2001 р. було продано 10 комплектів радіообладнання. У 2001 р. державний центр «Укрчастотнагляд» не дозволив операторам, що використовують МІТРІС, продовжувати телемовлення у Києві та декількох інших

містах (керівництво галузі намагалося розчистити місце для оператора стандарту MMDS). Українська компанія «Трофі Електронікс» розробила власний декодер під маркою «Трофі», який продає абонентам по 39 дол. за термінал. Приймачі дозволяють дивитися програми не тільки цифрової ефірної телемережі, але й супутникового телебачення.

Сьогодні в Україні послуги цифрового ефірного ТБ надають шість телекомпаній, більшість з яких використовує обладнання «Трофі», за виключенням столичної компанії «Екран» (торгова марка Maximum TV), яка використовує станції «Кріптон». В умовах очікування бурхливого розвитку цифрового ТБ в Україні та намірів КРРТ до кінця 2015 р. повністю забезпечити цифровим телемовленням всю країну фахівці прогнозують, що абонентами цифрового ТБ стануть приблизно 11 млн домогосподарств – і усім їм знадобиться декодер (а це величезний ринок). Крім того, «Трофі Електронікс» вже запустила у виробництво нове абонентське обладнання, розраховане на кабельні мережі, з використанням фірмової технології кодування, а також розробляє й обладнання для організації високошвидкісного доступу в Інтернет.

Отже, перевагами системи MITPIC є таке [54]:

- при її використанні не потрібна прокладка багатокоштовних ліній зв'язку;
- вона дозволяє надавати якісні послуги доступу до Інтернет у важкодоступних сільських і гірських районах України;
- оператори, які впроваджують цю систему, зможуть конкурувати не тільки з ефірними телекомпаніями (в тому числі на базі розробленого у США стандарту WiMax), але й з компаніями мобільного зв'язку (технічні параметри систем на базі MITPIC дозволяють надавати послуги телефонного зв'язку).

Існує багато прогнозів щодо телебачення майбутнього. Українська телевізійна індустрія почуває себе перш за все бізнесом, а не політичним активом. Головними проблемами розвитку ринку вітчизняного телевиробництва є: законодавча невизначеність і відсутність державних програм підтримки українських виробників фільмів (з 2007 р. відмінено пільгове оподаткування аудіо-візуального виробництва на підставі

закриття податкової діри, але у будь-якій країні для зростання ринку повинно існувати стимулювання національного виробництва); вимога держорганів забезпечувати звучання продукту українською мовою не субтитрами, а дубляжем (в той же час, щоб серіал окупився, його слід знімати російською мовою та експортувати як інтелектуальний продукт в інші країни СНД – це умова конкурентоспроможності національного телепродукту); слабкість українських брендів, яка не дозволяє зекономити на контенті (прикладом того, як бренд підвищує індекс повернення інвестицій каналу, може бути СТБ, який єдиний з телеканалів останні три роки має позитивну динаміку рейтингів) [41].

До характерних тенденцій розвитку телегалузі слід віднести наступне: на базі телеканалів будуть створюватися мультимедіаплатформи, об'єднані контентом, в якому телебачення буде лише основою (вже сьогодні 5 канал і канал «24» транслюють свої новини по мобільному телефону, а «1+1» і СТБ показують передачі по Інтеру); створення медійних холдингів (таких як недавно створені холдинг «Інтера» на базі «Інтер», «Мегаспорт», К1, К2, Enter-Music, Enter-Film або холдинг «1+1» на базі «Студія «1+1», ТЕТ, «Сіті», «Кіно»), що дозволить з великою вигодою використовувати пакетні закупівлі контенту, а також компенсувати еволюційний вихід телеглядачів з великих каналів шляхом «заведення» їх на тематичні канали-сателіти; перехід каналів, враховуючи вартість контенту, що постійно збільшується, з «горизонтального» програмування (коли серіали виходять кожен день, п'ять днів поспіль) на «вертикальне» програмування, коли якісний продукт виходить по одній серії на неділю. Крім того, перехід телеіндустрії на нові цифрові технології буде означати появу нішевих каналів, покращення охоплення, а значить – ще більшу боротьбу за контент.

26.11.2008 р. за поданням Міністерства транспорту та зв'язку України було затверджено Державну програму впровадження цифрового телерадіомовлення на 2009 – 2015 рр. Постановою Кабінету Міністрів України від 26.11.2008 р. № 1085, яка достроково втратила чинність тільки 18.11.2014 р. [23; 24; 36].

Ця Програма була спрямована на забезпечення гармонізованого переходу від аналогового до цифрового способу наземного ефірного

розповсюдження теле- та радіопрограм з метою дотримання міжнародних зобов'язань України, що випливають з її членства в Міжнародному союзі електрозв'язку, розвитку національного інформаційного простору з урахуванням світових тенденцій розвитку засобів телекомунікацій.

Відповідно до регіонального плану цифрової наземної радіомовної служби у смугах частот 174 – 230 МГц і 470 – 862 МГц («Женева-2006»), затвердженого угодою країн – членів Міжнародною союзу електрозв'язку, Україна повинна була перейти з аналогового на цифрове телерадіомовлення до 2015 р. Після закінчення цього строку більшість діючих аналогових телерадіопередавачів повинні були припинити свою роботу для забезпечення беззавадового функціонування обладнання цифрового телерадіомовлення. Це обумовлювало необхідність створення в Україні до 2015 р. повноцінної інфраструктури цифрового телерадіомовлення та вирішення питання забезпечення доступу населення до загальнонаціональних програм мовлення у цифровому форматі.

Метою цієї Програми є створення загальнонаціональної системи цифрового телерадіомовлення, забезпечення захисту національних інтересів під час переходу на цифрове телерадіомовлення, створення умов для поступового переходу до нових технологій без втрати обсягів мовлення та глядацької аудиторії.

Для впровадження цифрового телерадіомовлення передбачалося:

- забезпечити координацію діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій із впровадження цифрового телерадіомовлення;
- переглянути принципи регулювання діяльності телерадіоорганізацій та операторів телекомунікацій в умовах застосування технологій цифрового телерадіомовлення у зв'язку з розширенням наповнення частотних каналів;
- впровадити у смугах частот 174 – 230 МГц (третій телевізійний діапазон) і 470 – 862 МГц (четвертий і п'ятий телевізійний діапазон) радіотехнології цифрового телерадіомовлення стандарту DVB-T;
- створити відповідно до регіонального плану цифрової наземної радіомовної служби («Женева-2006») 81 синхронну зону теле-

радіомовлення з використанням стандарту MPEG-4, що дасть змогу передавати в одному частотному каналі до 10 телевізійних каналів;

- створити телекомунікаційну мережу розповсюдження сигналу з раціональним використанням як наземних, так і супутникових телекомунікаційних засобів з переважним застосуванням вітчизняних систем супутникового зв'язку;
- здійснити перехід телерадіоорганізацій на цифровий формат мовлення з одночасним вирішенням питання забезпечення населення засобами приймання сигналів цифрового телерадіомовлення;
- забезпечити електромагнітну сумісність радіоелектронних засобів цифрового телерадіомовлення та радіоелектронних засобів спеціальних користувачів радіочастотного ресурсу України згідно з нормами частотно-територіального планування;
- забезпечити проведення конверсії необхідного радіочастотного ресурсу шляхом реалізації Міноборони разом з Адміністрацією Держспецзв'язку та НКРЗІ комплексу заходів щодо змін радіотехнологій та категорій користувачів радіочастотного ресурсу України за результатами частотно-територіального планування;
- забезпечити подвійне покриття території країни сигналами цифрового телерадіомовлення, залучивши в установленому порядку операторів телекомунікацій до побудови (модернізації) елементів інфраструктури цифрового телерадіомовлення;
- забезпечити поетапне припинення аналогового телерадіомовлення у зонах синхронного мовлення та затвердити з цією метою відповідний план і умови;
- внести необхідні зміни до законодавства у сфері телекомунікацій, телерадіомовлення та користування радіочастотним ресурсом щодо врахування особливостей організації та функціонування телерадіомовлення з використанням цифрових технологій та ліцензування відповідної діяльності оператора телекомунікацій;

- вирішити питання надання земельних ділянок під будівництво антенних веж для розміщення передавачів цифрового телерадіомовлення;
- створити відповідну нормативно-правову базу для впровадження та подальшого розвитку систем і засобів цифрового телерадіомовлення, затвердити національні стандарти цифрового телерадіомовлення та визначити вимоги до його технічних засобів;
- організувати підготовку та перепідготовку спеціалістів з розроблення, впровадження та технічної експлуатації обладнання і комплексів цифрового телерадіомовлення;
- налагодити на базі діючих підприємств виробництво засобів цифрового телерадіомовлення, цифрових телевізійних приймачів та цифрових перетворювачів сигналу для аналогових телевізійних приймачів, їх складових та комплектувальних виробів;
- забезпечити надання матеріально-технічної підтримки науковим установам галузі для здійснення науково-технічного супроводження участі України у міжнародних заходах з питань впровадження цифрового телерадіомовлення.

Перехід системи телерадіомовлення з аналогового на цифрове дасть змогу:

- забезпечити подальший розвиток вітчизняного телерадіомовлення та розширити можливості для створення і забезпечення доступу населення до нових телерадіопрограм;
- досягти показників країн Західної Європи щодо кількості каналів та програм телерадіомовлення;
- забезпечити доступ широких верств населення до програм цифрового телерадіомовлення з використанням сучасних цифрових технологій;
- створити умови для подальшого розвитку конкурентного середовища на ринку телекомунікаційних послуг, зокрема послуг телерадіомовлення;
- підвищити рівень інвестиційної привабливості галузі телерадіомовлення;

- знизити рівень вихідної потужності передавачів сигналів телерадіомовлення та їх енергоспоживання, що сприятиме зменшенню негативного впливу на навколишнє природне середовище та забезпечить значну економію електроенергії.

Суспільне телебачення і радіомовлення України – публічний інститут, призначений задовольняти інформаційні потреби українського суспільства, залучати його представників до обговорення та вирішення найважливіших соціально-політичних питань, сприяти формуванню громадянського суспільства в Україні та забезпечувати належну реалізацію конституційного права кожного на інформацію.

У 1997 р. Верховною Радою України приймався Закон «Про систему Суспільного телебачення і радіомовлення України», проте він так і не запрацював. Резолюцією Парламентської Асамблеї Ради Європи «Про виконання обов'язків та зобов'язань Україною» від 5 жовтня 2005 р. № 1466. Парламентська Асамблея закликала органи влади України перетворити державні телерадіокомпанії на канали суспільного мовлення згідно з відповідними стандартами Ради Європи. На підставі затвердженої 30 вересня 2010 р. Концепції створення і діяльності Національної громадської телерадіокомпанії України Громадською гуманітарною радою при Президентові України було підготовлено проект Закону України «Про Національну громадську телерадіокомпанію України». На час прийняття Закону України «Про Суспільне телебачення і радіомовлення України» (17 квітня 2014 р.), з європейських країн суспільні мовники були відсутні лише в Україні та у Республіці Білорусь.

17.04.2014 р. з метою створення правових основ діяльності Суспільного телебачення і радіомовлення України, а також визначення засад діяльності Національної суспільної телерадіокомпанії України Верховна Рада України прийняла Закон України «Про Суспільне телебачення і радіомовлення України» від 17.04.2014 № 1227-VII [35].

Для забезпечення поступового та послідовного становлення Суспільного телебачення і радіомовлення України Кабінет Міністрів України на базі Національної телекомпанії України, Національної радіокомпанії України, Державної телерадіокомпанії «Всесвітня служба «Українське телебачення і радіомовлення», Державної телерадіоком-

панії «Культура», обласних державних телерадіокомпаній, Державної телерадіокомпанії «Крим», Київської державної телерадіокомпанії, Севастопольської державної телерадіокомпанії, Української студії телевізійних фільмів «Укртелефільм», що реорганізовуються, утворює юридичну особу публічного права «Національна суспільна телерадіокомпанія України» (далі – НСТУ).

Згідно із Законом основними завданнями НСТУ є:

1) об'єктивне, повне, своєчасне і неупереджене інформування про суспільно значущі події в Україні та за кордоном;
2) сприяння консолідації українського суспільства;
3) розвиток і зміцнення статусу української мови та культури, сприяння розвитку мов і культур національних меншин;
4) сприяння якнайповнішому задоволенню інформаційних, культурних та освітніх потреб населення України, у тому числі шляхом створення та поширення економічних, історично-документальних, культурно-мистецьких, навчально-пізнавальних, розважальних, спортивних програм, програм для дітей та молоді, людей з обмеженими фізичними можливостями, національних меншин, інших соціальних груп;
5) оперативне інформування населення про надзвичайні ситуації, що становлять загрозу життю чи здоров'ю людей;
6) надання громадянам України затребуваних інформаційних продуктів, відсутніх на комерційному ринку;
7) сприяння зміцненню міжнародного авторитету України.

4 червня 2014 р. розпочав свою роботу Благодійний Фонд підтримки створення та розвитку суспільного мовлення в Україні. Пріоритетний напрям роботи Фонду – реалізація пакету заходів з підтримки підприємств, установ та організацій, що відіграють ключову роль у створенні та розвитку суспільного мовлення в Україні. А також заохочення та допомога ініціативним та зацікавленим журналістам, громадським діячам та волонтерам у їхній діяльності, яку спрямовано на створення суспільного мовлення в Україні.

Висновки до розділу 3

1. За останнє десятиліття відбулися докорінні технологічні, організаційно-правові та економічні зміни, що впливають на структуру і динаміку світового ринку телекомунікаційних послуг. Здійснився перехід галузі на якісно новий рівень, обумовлений впровадженням цифрових технологій, розширенням спектру можливостей і послуг зв'язку, що характеризується такими тенденціями, як: витискання стаціонарного зв'язку *мобільним*, що примусило переглянути перспективи подальшого розвитку стаціонарного зв'язку; галузеві зміни, пов'язані з вибуховим поширенням *мереж широкосмугового доступу*, розцінки на послуги яких значно нижчі від стаціонарного зв'язку і дозволяють операторам використовувати наявну інфраструктуру стаціонарної телефонії; поширення *мереж третього покоління* і становленням *мереж зв'язку четвертого покоління у форматі LTE*, на які вже масово переходять розвинені країни; інтенсивний розвиток *IP-телефонії*, а також повсюдне впровадження у європейських країнах *цифрового телебачення*.

2. До 2030 р. багатократно зросте *конкуренція на ринку зв'язку*. Вже через кілька років телефонні компанії, інтернет-провайдери і оператори кабельного телебачення, які сьогодні працюють, майже не помічаючи один одного, почнуть буквально дратися за користувача, який по одному дроту буде одержувати весь набір телекомунікаційних послуг. При цьому поділ на «кабельників» і «мобільщиків» скоро не буде мати ніякого сенсу. *Злиття трьох видів телекомунікації – голосу, відео і даних* – потребує від операторів *перебудови мереж*. Наприклад, «мережі наступного покоління» (NGN) вже працюють у деяких найбільш розвинених країнах.

3. В Україні основними *проблемами державного управління телекомунікаціями* є: існуюча *нелогічна і неефективна конструкція адміністрування зв'язку* у складі Держкомзв'язку, Національної комісії з питань регулювання зв'язку і Антимонопольного комітету України і, як наслідок, зволікання і неузгодженість відомчих дій у процесі обговорення та прийняття рішень; *втрата НКРЗ статусу інституціонально незалежного*

регулюючого органу, рівновіддаленого від усіх без винятку учасників ринку; існування Адміністрації зв'язку як одного з департаментів Міністерства транспорту та зв'язку, що не відповідає масштабу і складності поставлених перед нею завдань. Усе це призводить до того, що не працюють механізми балансування інтересів учасників ринку. *Ключовою проблемою* є фактична нездатність існуючої системи *здійснювати попереджувальне регулювання (так зване ex-ante) протиріч* між учасниками ринку.

4. В Україні сьогодні наявне стрімке зростання використання *широкосмугового доступу (ШСД)*, в тому числі й на побутовому рівні, що викликає зацікавленість крупних закордонних інвесторів. Розвиток в Україні *зв'язку третього покоління і надання 3G-послуг* стримують проблеми неврегульованості питання на державному рівні; відсутності терміналів (тобто трубок і модемів, що підтримують стандарт 3G), а також їхня висока вартість; неготовності до 3G ринку контент-послуг. Для вирішення вказаних проблем необхідно надати державну підтримку розвитку мобільного зв'язку *третього покоління 3G*, враховуючи його переваги, а саме: можливість *передачі даних* на мобільний термінал *з великою швидкістю*; використання *технології CDMA*, яка дозволяє вкласти в один частотний канал безліч з'єднань (як голосових, так і сеансів передачі даних); *передача даних* від базових станцій на мобільні термінали (голосових або інших) здійснюється *за IP-протоколом*, як в Інтернеті.

5. З метою задоволення в Україні попиту на *дешевий і якісний голосовий рухомий зв'язок*, необхідно *вирішити регуляторні та особисті проблеми впровадження технології CDMA*, яка забезпечує високу якість передачі даних, низький рівень перешкод, гарний зв'язок у нерівностях рельєфу, низькі тарифи. Крім того, розвиток мереж CDMA стимулює створення оптоволоконних мереж між містами та в містах, впровадження нової філософії бізнесу, спрямованої на докорінну зміну структури попиту, що сприяє розвитку конкурентоспроможного сектора виробництва.

6. Технології передачі даних четвертого покоління 4G (з використанням широкосмугового доступу) надають швидкості у кілька десятків разів вище за більшість сьогоднішніх мобільних швидкостей. Незважа-

ючи на те, що в Україні вже діє перша 4G-мережа у стандарті Wi-Max під брендом Freshtel, головним кандидатом на роль технології, що будь-де буде присутньою в основі мобільних мереж четвертого покоління, спеціалісти вважають *технологію LTE*. Ця технологія спроможна забезпечити стрибкоподібне (до 90 разів) зростання швидкості передачі даних у мобільних мережах, що дає змогу: користуватись «на ходу» якісно новими мобільними сервісами, які зроблять життя комфортнішим і відкриють нові можливості для роботи; брати участь у нарадах, не відвідуючи офіс – за допомогою відеоконференції на планшеті; розробляти і створювати пристрої, які дозволять підключити до Інтернету все, що можна: автомобілі, будівлі, лікарні, телекамери тощо.

7. Для розвитку в Україні передових технологій *цифрового телебачення* необхідно виконати *державну програму розвитку цифрового ефірного телебачення*, зокрема: зобов'язати усі державні органи сприяти виконанню програми; Національній раді з питань телебачення та радіомовлення необхідно виділити по 3 – 4 частотних канали концерну РРТ у всіх зонах для розбудови телекомунікаційної мережі цифрового ефірного телебачення.

8. Впровадження *мобільного ТБ* дозволить Україні залишитись у рамках магістрального шляху розвитку телебачення. Використання переваг *наземного цифрового мікрохвильового ТБ* на базі системи МІТРІС *дозволить надавати якісні послуги* доступу в Інтернет у важкодоступних сільських і гірських районах України; оператори, які впроваджують цю систему, зможуть конкурувати не тільки з ефірними телекомпаніями (в тому числі на базі розробленого в США стандарту WiMax), але й з компаніями мобільного зв'язку (параметри систем на базі МІТРІС дозволяють надавати послуги телефонного зв'язку).

9. З метою вирішення існуючих проблем української телеіндустрії необхідно: створення на базі телеканалів *мультимедіаплатформ, об'єднаних контентом*, в яких телебачення буде лише основою; створення медійних холдингів, що дозволить з великою вигодою використовувати пакетні закупівлі контенту, а також компенсувати еволюційний вихід телеглядачів з великих каналів шляхом «заведення» їх на тематичні канали-сателіти.

РОЗДІЛ 4

ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ КІБЕРПРОСТОРУ В КРАЇНАХ СВІТУ ТА УКРАЇНІ

4.1. Досвід розвинених країн світу щодо забезпечення захисту від кіберзагроз

Спроба розвинених держав світу поставити під контроль інтернет-простір продовжується з мінливим успіхом останні десять років. У сучасному високотехнологічному світі часовий розрив між науковим відкриттям і його кримінальним застосуванням стає дедалі коротшим. Кіберпростір наражається на такі загрози, як зламування, крадіжки, здирництво, шантаж, психологічне насильство тощо. Але найбільшу загрозу для світової спільноти становить використання можливостей Інтернету міжнародними терористичними угруповуваннями. Специфіка комп'ютерних злочинів робить їх важкорозкриваними. Вони вчиняються в одну мить, є високолатентними, добути докази складно, і робити це потрібно по гарячих слідах – те, що може бути доказом, недовго зберігається в реєстраційних системах. Інформаційні технології дають можливість терористам об'єднуватися в угруповання, діяти непоміченими і здійснювати *атаки на елементи національних інфраструктур*.

В числі пріоритетів, названих Президентом США Бараком Обамою при вступі на посаду, був аналіз і перегляд національних систем комп'ютерної безпеки у зв'язку із хвилею атак, що обрушилися на урядові мережі і сервери Пентагону. Обама охарактеризував кібербезпеку як один з найбільш серйозних викликів економічній і державній безпеці.

На початку березня 2010 р. на сайті Білого дому був оприлюднений документ під назвою *«Ініціатива із всеохоплюючої національної кібербезпеки (ІВНК)»* як частина розділу військової доктрини США, що відноситься до кібернетичної оборони. Цей документ містить 12 пунктів, що дозволяє скласти уяву про те, до чого готується і чого остерігається уряд

США, коли мова йде про Інтернет. Реалізація вказаних пунктів, на думку Ради національної безпеки США, повинна захистити країну і уряд від кибератак і хакерів. Зокрема, ці пункти передбачають таке [91]:

- створення єдиної федеральної мережі, пов'язаної захищеними каналами. Зв'язок цього «урядового Інтернету» із зовнішнім світом повинен здійснюватися тільки через точки доступу, що контролюються;
- об'єднання усіх шести центрів оперативного реагування на кіберзлочинність, які діють сьогодні у США. Таке об'єднання підвищить їх ефективність і дозволить проводити більш глибокий аналіз хакерських атак;
- створення кіберконтррозвідки, яка розповсюдить свій вплив на всі американські державні органи і дозволить ефективно протидіяти іноземним кібершпіонам;
- посилення захисту внутрішніх мереж як протидія терористам;
- створення системи управління ризиками, завдяки якій можна буде прогнозувати наслідки від злому систем, крадіжки або псування інформації і мінімізувати втрати від таких неприємностей;
- спільні дії Агентства національної безпеки (АНБ) і його партнерів із приватного сектора щодо захисту від загроз, що стоять перед неурядовими комп'ютерними мережами. Уряд буде брати участь у захисті «ключових приватних інфраструктурних мереж», в тому числі телекомунікацій, електричних і банківських мереж, а також інтернет-провайдерів;
- впровадження комплексу раннього оповіщення щодо намагань несанкціонованого доступу на базі системи «Енштейн-2» (яка вже «прославилася» у зв'язку з політикою несанкціонованого електронного стеження, яку практикувала адміністрація Дж. Буша);
- розробка нової системи «Енштейн-3», яка охопить усю федеральну мережу і «ключові приватні інфраструктурні мережі». Спочатку система «Енштейн» розроблялася для використання виключно у внутрішніх федеральних мережах, але сьогодні

проект розповсюджується вже й на «критичні місця інфраструктури» і означає весь Інтернет і будь-які форми електронної комунікації, включаючи інтернет-пошук і переписку. «Енштейн-3» став результатом виконання секретної президентської директиви з національної безпеки №54, що була підписана Дж. Бушем у 2008 р.

За значенням проект «Енштейн» провідні американські експерти і урядові чиновники порівнюють з проектом «Манхеттен» (в рамках якого створювалася атомна бомба), який змінив правила гри як у політичній, так і у військовій сфері. Ініціатива з кібербезпеки, за свідченням газети «Вашингтон пост», являла собою «найбільшу статтю фінансування у всьому секретному бюджеті розвідки за 2009 р. [91].

При цьому, незважаючи на заяву Б. Обами про те, що плани його адміністрації не будуть включати «моніторинг мереж приватного сектора або інтернет-трафіку», аналізом сигналів про можливі кібератаки буде займатися АНБ. Хоча Білий дім і підкреслює, що особисті та ідентифікуючі деталі будуть виключатись з даних, які передаються Агентству (а це дуже б ускладнило виявлення джерел небезпеки).

Система «Енштейн» спроможна буде здійснювати глибоку пакетну перевірку, щоб відрізати ботам (мережам заражених небезпечним вірусом комп'ютерів) доступ до певних веб-сторінок. Вже сьогодні захисники громадянських свобод піднімають питання щодо охорони приватного життя, оскільки «Енштейн» має можливість не пускати людей на сайти з порнографією; на файлообмінники, що порушують авторські права; офшорні ігрові сайти на кшталт онлайн-казіно. З іншого боку, якщо «Енштейн-3» буде дійсно таким ефективним, як сподіваються в АНБ, то він допоможе приватним компаніям, не досвідченим у питаннях мережевої безпеки, протистояти кібератакам. Хоча це, на думку експертів, дуже схоже на протекціонізм.

Спецслужби країн – членів НАТО, також, з огляду на геополітичні обставини, вже предметно стикалися з проявами кібертероризму в різних його формах. Як результат, британський уряд, починаючи з 2009 р., виділив 25 млрд дол. США на створення бази даних, яка дасть змогу від-

стежувати сліди перебування в Інтернеті кожного жителя цієї країни, а також електронне листування та інтернет-запити. Судячи з повідомлень преси, доцільність такого тотального контролю уже викликала сумніви в громадськості європейської країни зі сталими демократичними традиціями. Ще більш чутливо на такі ідеї реагують у посттоталітарних країнах [167].

Масовані і дуже результативні кібератаки, здійснені в травні 2007 р. на державні інтернет-сайти Естонії, чітко позначили початок нової ери сучасних інформаційних війн і появу нового інструментарію державної агресії. Відразу ж після подій, коли прибалтійська держава протягом кількох днів була ізольована від інформаційного простору і, за словами місцевих журналістів, «знову відчула себе в кам'яному віці», Естонія виступила з ініціативою відкрити на своїй території структуру НАТО, покликану скоординувати дії країн – членів НАТО в питаннях боротьби з кіберзлочинністю. У майбутньому центр займеться розробкою єдиної європейської доктрини ІТ-захисту. Крім іншого, центр кіберзахисту готуватиме ІТ-спеціалістів відповідного профілю та розроблятиме рішення для захисту від кібератак державних інформаційних систем [167].

І вже під час серпневих 2010 р. подій на Кавказі, після спрямованого втручання ззовні, «лягли» державні сайти Грузії. Щоб по можливості швидко забезпечити світу доступ до новинних порталів і сайтів урядових установ Грузії, Естонія перша запропонувала в порядку гуманітарної допомоги розмістити на своєму сервері сайт грузинського МЗС.

Крім того, за кордоном уже зіткнулися з наявністю у кожної радикальної організації свого сайту, де будь-які провокаційні та антигуманні тези можуть смакуватися без усяких обмежень. Це найбільш очевидний наслідок проникнення екстремістів в Інтернет. Ці сайти є свого роду вербувальними майданчиками для новобранців радикальних угруповань. Електронна пошта, ICQ й інші технології активно використовуються для координації дій терористів. В українському сегменті Інтернету цього поки що вдається уникати завдяки швидкому реагуванню правоохоронних органів, чиї повноваження в цій сфері, втім, дуже обмежені.

Одним з наслідків усіх вказаних загроз стали останні законодавчі ініціативи розвинених країн, наприклад:

- американські законодавчі ініціативи – SOPA (Stop Online Piracy Act) і PIPA (Protect IP Act);
- поява міжнародного об'єднання на основі підписаної 5 жовтня 2011 р. *багатосторонньої торгівельної угоди АСТА* (The Anti-Counterfeiting Trade Agreement) Австралією, США, Канадою, Японією, Південною Кореєю і ще декількома державами Південно-Східної Азії. А з 22 січня 2012 р. до цієї угоди приєдналися більшість країн ЄС, за виключенням Кіпру, Естонії, Словаччини, Німеччини і Нідерландів [153].

Ратифікація АСТА надає, зокрема, право компетентним органам дистанційно сканувати чужі комп'ютери і смартфони на предмет пошуку піратських файлів. Як буде при цьому використовуватись «попутна» інформація – список паролів, історія відвідування сайтів, персональні дані користувачів – не відомо. При цьому, на початку 2011 р. британські IT-експерти доказали, що планшети і смартфони Apple постійно фіксують координати користувача і зберігають цю інформацію у службовій пам'яті, яка не стирається. Зрозуміло, що за допомогою спеціальних програм цю інформацію можуть розшифровувати, наприклад, співробітники спецслужб [129].

Однією з головних причин появи АСТА називають боротьбу з тероризмом. Арабська весна 2011 р. координувалась за допомогою IT-технологій, які були впроваджені на Близький Схід і у Північну Африку спецслужбами на прохання нафтових магнатів. Але влітку 2011 р. ці технології вийшли з під контролю і допомогли організувати безлади в Лондоні, Парижі і США. Безумовно, російські виступи опозиції наприкінці 2011 р. – початку 2012 р. також були здійснені за допомогою IT-технологій. Проблема ця не нова: багато терористичних організацій має мережеву структуру. Після 11 вересня 2001 р. спецслужби розвинених країн намагались знайти рішення, домагаючись права вільно прослуховувати телефони. За десять років технології пішли далеко вперед, і тепер спецслужбам потрібне законне право дистанційного сканування комп'ютерів і смартфонів у всьому світі, що і дозволяє робити АСТА.

Крім того, західні контррозвідки сьогодні вбачають велику загрозу у китайських студентах, що роз'їхалися по всьому світу. Багато з них перед від'їздом за кордон проходять вербовку в Міністерстві держбезпеки КНР. Попавши у престижні західні університети та вищі навчальні заклади країн СНД, такі молоді люди одержують доступ до патентних заявок, результатів наукових досліджень, статистики, технологій подвійного призначення тощо. Інформаційний масив, що передається цими студентами на Батьківщину, дозволяє аналітикам Китайського інституту сучасних міжнародних відносин (він же 8-е управління ЦК КПК) робити дуже точні стратегічні прогнози, які також допомагають перетворити КНР на супердержаву.

Російські спецслужби виставили вимогу корпорації Microsoft щодо використання операційної системи Windows 7.0 у державних мережах тільки у тому випадку, якщо службовий вихідний код цієї системи не буде мати закладок. Нещодавно представник АНБ США визнав, що це відомство брало активну участь у розробці криптографічного модулю Windows 7.0. Раніше АНБ співробітничало з Microsoft при розробці Windows Vista. Результатом такого співробітництва став бекдор (back door – чорний хід; на сленгу хакерів – це програма віддаленого доступу і злому персонального комп'ютера), про наявність якого у першому сервіс-паці Windows Vista попередив користувачів відомий американський спеціаліст з проблем комп'ютерної безпеки Брюс Шнайдер [129].

Як наслідок, міркування інформаційної безпеки, а також і фінансовий бік питання (продукти Microsoft зовсім не безкоштовні) примусили деякі країни відмовитись від Windows. Так, у 2007 р. французький парламент перейшов на Linux Ubuntu. На Linux стали переходити системи освіти скандинавських держав і деяких земель Німеччини, Китай, ПАР і Бразилія. Перехід на Linux завершує також армія США, а військові сили Росії давно використовують власну операційну систему.

Інтернет затягнув у свої тенета мільйони користувачів насамперед нечуваними масштабами свободи. Миттєве безвізове подолання кордонів, відсутність цензури, будь-який ступінь анонімності... Масові користувачі рідко відчувають на собі прямі наслідки так званих комп'ютерних злочинів. Тому вони схильні вбачати в них значно менше зло, ніж у тих

обмежувальних заходах у сфері інформаційних технологій, про необхідність яких говорять професіонали в правоохоронних органах і спецслужбах [167]. Сьогодні посилення державного надзору за Інтернет-спілкуванням користувачі у розвинених країнах сприймають як замах на основи основ західної цивілізації – індивідуальну свободу. Гаджет із вікна у вільний світ Мережі зненацька перетворюється на оруелівський «телеекран», з якого «Великий Брат дивиться на тебе» [134]. Те, що людина робить в Інтернеті – куди ходить, з ким спілкується, що читає, каже, розглядає, – це все її приватне життя (свята річ для західної людини).

В той же час, у більшості країн світу вже створені на державному рівні або перебувають у стадії реалізації *програми, які надають національним спецслужбам великі повноваження з припинення правопорушень в інформаційному просторі*, що відкриває можливість швидко реагувати на такі протиправні дії.

Назріло питання про посилення кримінальної відповідальності за зловживання інтернет-свободами, наприклад, за розповсюдження шкідницьких програм та комп'ютерних вірусів, пропаганду жорстокості, насильства, порнографії. «Інтернет як нова складова інформаційного простору використовується для маніпуляцій громадською думкою, а за ступенем впливу на посадовців, які ухвалюють рішення, і відповідно на процес ухвалення управлінських рішень він не має собі рівних. У більшості європейських країн його потенційна небезпека вже давно усвідомлена і з другої половини 90-х років протидія негативним тенденціям в Інтернеті стала найважливішим напрямом законотворчої діяльності передових західних держав», – ідеться в підсумковому документі конференції Служби безпеки України та спецкомітету НАТО «Нові тенденції кіберзагроз», що пройшов на початку жовтня 2008 р. в Ялті [167].

Прагнення державної влади отримати максимальний контроль над Інтернетом зрозуміле: цей канал комунікації об'єднує всі можливості традиційних засобів негласного збору різнопланової інформації про людину, роблячи її значно вразливішою, відповідно – контрольованою.

Саме тому в державах, які визнають права та свободи людини, таке прагнення вважається незаконним.

Так, американські інтернет-компанії та правозахисники вимагають істотного перегляду законодавства про захист персональних даних, стверджуючи, що нині уряд США має практично необмежений доступ до такого роду інформації. Учасники коаліції Digital Due Process – серед яких, зокрема, такі інтернет-гіганти як Google і eBay – намагаються домогтися ухвалення нового закону, який змінив би чинний у США *Акт про захист персональної електронної комунікації (ECPA)*, прийнятий ще в 1986 р., до широкого впровадження Інтернету [138]. ECPA визначає, до яких видів персональної інформації мають доступ органи влади і як цей доступ здійснюється.

Наприклад, зараз правоохоронні органи США мають право доступу до деяких електронних листів, sms-повідомлень та іншої інформації, яка зберігається в мережі, без постанови суду, – для цього достатньо просто повістки. Активісти наполягають, що для такого роду слідчих дій санкція суду необхідна – так само, як вона необхідна для проведення обшуку чи вилучення комп'ютеру. Крім того, судового захисту коаліція вимагає для будь-якої персональної інформації про абонентів стільникового зв'язку, якою володіють мобільні оператори. Надавати таку інформацію правоохоронним органам можна тільки за рішенням суду, вважають активісти, при цьому доступ може бути наданий тільки до тієї частини листування, яка безпосередньо стосується розслідування.

Таким чином, вказані зміни, на думку активістів, повинні враховувати [138]:

- законодавчо оформлені заборони на доступ правоохоронних органів до електронного листування без відповідної санкції суду;
- більшого законодавчого захисту будь-яких даних, що зберігаються в Інтернеті, і обмежень на використання можливості відстежувати місце розташування абонентів мобільного зв'язку.

Крім того, 06.04.2009 р. набрала чинності директива ЄС, яка приписує провайдерам протягом року зберігати повну інформацію про мережеву активність клієнтів. Причому, формально ухвалення такого

документу спрямоване на боротьбу з терористичними загрозами. Але як насправді використовуватиметься така інформація, європейські експерти сказати напевно не можуть. Під тиском цих сумнівів законність директиви – наприклад у Німеччині – вже оцінювалось у судовому порядку [139].

4.2. Боротьба з кіберзлочинністю в Україні до 2014 р.

До анексії Криму на початку 2014 р. вважалось, що системного тероризму в Україні не було, як не було ні політичної, ні соціальної, ні релігійної, ні будь-якої іншої бази для його виникнення. Інформацію про можливу причетність до організацій екстремістського спрямування іноземних громадян, котрі перебувають на українській території, перевіряли спецслужби і висилали за межі держави іноземних громадян, які сповідували екстремістську ідеологію [167]. Як наслідок, до початку 2014 р. на першому плані були завдання боротьби з комп'ютерними злочинами у сфері телекомунікацій, незаконним поширенням і використанням спеціальних технічних засобів негласного отримання інформації, з контрабандою радіоелектронного устаткування. В Україні їх покладено на підрозділи Служби безпеки та Міністерства внутрішніх справ України.

Кримінальну відповідальність за комп'ютерні злочини в Україні було встановлено ще у 1994 р. У зв'язку з тим, що кількість таких правопорушень щорічно зростає приблизно на чверть, КК України було доповнено новими статтями, об'єднаними в розділ «Злочини у сфері використання електронно-обчислювальних машин (комп'ютерів), систем і комп'ютерних мереж». Із 2005 р. таких статей у Кримінальному кодексі шість. До розряду правопорушень у сфері високих технологій нерідко відносять шахрайство, скоєне шляхом незаконних операцій із використанням електронно-обчислювальної техніки (ч. 3 ст. 190 КК України), а також окремі суспільно небезпечні дії, передбачені ст. 200 КК України (незаконні дії з документами на грошові перекази, платіжними картками та іншими засобами доступу до банківських рахунків).

Згодом чітко окреслилися й загострилися нові виклики, насамперед у сфері забезпечення інформаційної безпеки та суверенітету держави, захисту її інформаційних ресурсів від предметного інтересу іноземних спецслужб. Було впроваджено так звану альтернативну підслідність, відтак комп'ютерні злочини розслідуються сьогодні і слідчими СБУ.

Ще в 2001 р. Україна приєдналася до Конвенції про кіберзлочинність, а в липні 2006-го було ратифіковано Додатковий протокол до цього документа, в якому обумовлюється кримінальна відповідальність за дії расистського і ксенофобського характеру, вчинені з допомогою комп'ютерних систем.

Улітку 2008 р. українська спецслужба повідомляла про результативні спільні дії з ФБР США щодо встановлення особи хакера, українського громадянина, який посилав зі США листи з погрозами на електронну скриньку секретаріату Президента України. У серпні з допомогою ФСБ Росії працівники СБУ затримали в Київській області хакера, який управляв bot-мережею і готувався використати цю технологію для атаки на державні інформаційні ресурси в Україні [167].

Крім того, у 2009 р. IT-компанія Finjan повідомила про те, що «українські хакери» створили найбільшу у світі мережу заражених комп'ютерів, так званий ботнет. Для довідки: ботнет – мережа комп'ютерів, на яких без відома користувачів, як правило за допомогою вірусів чи огріхів у безпеці операційних систем, встановлюється програмне забезпечення, що дозволяє стороннім людям – операторам ботнету – виконувати з допомогою заражених ПК найрізноманітніші операції: розсилку спаму, DoS-атаки на інтернет-ресурси, шпигунство за користувачами заражених комп'ютерів тощо.

Технічний директор Finjan Юваль Бен-Іцхак заявив, що ботнет, керований із території України, налічував 1,9 мільйона заражених комп'ютерів, помітна частина яких належала транснаціональним корпораціям, а також урядовим структурам у США та Великобританії. Загалом, у ботнеті були комп'ютери з 77 урядових доменів різних країн. Інформацію про мережу, за даними Financial Times, було передано у правоохоронні структури США та Великобританії. Якщо бути точним, то до звання найбільшої зафіксована мережа, центр якої буцімто

міститься в Україні, насправді трохи не дотягує. Офіційно визнаним чемпіоном був вірус Downadup, який на початку нинішнього року заразив і підготував до використання у вигляді ботнету, за різними оцінками, від 8 до 12 мільйонів комп'ютерів, у тому числі в державних відомствах практично всіх європейських країн. Щоправда, технічні можливості заражених комп'ютерів з невідомих причин так і не були повною мірою використані [140].

Працівники СБУ запевнили, що історія з гігантським ботнетом не стала для них повним сюрпризом: про його існування вони довідалися ще на початку 2009 р., але сюрпризом, вочевидь, став не сам факт існування, а масштаби зараження. У кожному разі, ситуація, коли про наявність і розміри ботнету офіційно оголосила стороння IT-компанія, а весь світ говорив про «українських хакерів», це ще один сумнівний штришок до міжнародного іміджу України.

Сьогодні рівень інформатизації українського суспільства порівняно невисокий. Однак вітчизняні «зломщики» набили руку на діях, які підпадають під статтю КК України «Несанкціоноване втручання в роботу комп'ютерних систем»: тільки в 2007 р. працівники СБУ розслідували 150 кримінальних справ за фактами комп'ютерних злочинів, 36 громадян засуджено [167].

В Україні в рамках адаптації вітчизняної нормативної бази до міжнародних стандартів насамперед слід збалансувати права та обов'язки операторів і провайдерів телекомунікацій. Велику частину положень згаданих Конвенції і Протоколу досі не реалізовано в національному законодавстві.

Більше того, для України особливий інтерес, а надто напередодні чергових нових виборів, становить практичний досвід захисту баз даних від стороннього втручання. Наприклад, у 2008 р. керівництво СБУ поінформувало громадськість про хід розслідування кримінальної справи про віртуальний сервер, задіяний у ході виборів у 2004 р. Зокрема було заявлено, що факт втручання в процес виборів і підрахунку голосів підтверджується, встановлено також і осіб, причетних до цих протиправних дій. Крім того, СБУ отримала допомогу від партнерів у Європі

з метою недопущення на чергових (або позачергових) виборах нічого подібного з-за кордону або з української території, щоб жодна політична сила не могла отримати й використати можливості втручання в сервер ЦВК.

Більшість учасників українського ринку інтернет-послуг також болісно сприймають перспективу чіткого визначення на законодавчому рівні їхніх зобов'язань перед суспільством і державою. І у вітчизняних ЗМІ з їхньої подачі посилено лобіюється теза про те, що проблема правопорушень в електронному просторі є дріб'язковою і незначною: мовляв, «просунуті юзери пустують». Однак цифри завданої «пустунами» економічної шкоди свідчать про протилежне. Мільйонних збитків зазнають насамперед оператори мобільного зв'язку через несанкціоноване втручання в телефонний трафік, використання телефонних карток-емуляторів. Кілька десятків кримінальних справ у різних регіонах України розслідувалося за фактами завданої інтернет-провайдерам матеріальної шкоди їхніми «ображеними» колишніми працівниками або клієнтами.

В Україні законопроект №3271, прийнятий Верховною Радою наприкінці 2009 р., на вкрай актуальну і непросту тему протидії розповсюдженню дитячої порнографії став ще однією спробою підпорядкувати державі Інтернет – його провайдерів, користувачів та ресурси [55]. Експерти сходилися в одному: закон становить невиправдану загрозу для громадян України, котрі не непричетні до виробництва і свідомого розповсюдження дитячої порнографії. Під виглядом вузькоспрямованих заходів боротьби зі злочинністю пройшов надзвичайно потужний інструмент контролю над Інтернетом:

- передбачено можливість обмеження доступу клієнтів українських провайдерів до будь-яких інтернет-ресурсів за рішенням суду. Однак ця норма застосовується до сайтів, які розповсюджують не лише дитяче порно, а будь-який незаконний контент – наприклад, наклеп на кандидата в президенти;
- зобов'язує провайдерів доповідати правоохоронцям про всі незаконні дії клієнтів, навіть коли ці дії жодним чином не пов'язані

з дитячою порнографією. Щоб не порушувати цю норму, провайдерам необхідно вести моніторинг усієї інтернет-активності своїх клієнтів і, фактично, проводити оперативно-розшукову діяльність без права на її проведення і без жодних на те законних підстав. Провайдерів тепер можна звинуватити в «пропозиції й наданні доступу» до дитячої порнографії – вони ж продають доступ у весь Інтернет, включно із сайтами з дитячим порно. Проект закону, як і раніше, небезпечний для пересічних інтернет-користувачів. Можливо, їм доведеться відповідати за несвідоме розповсюдження дитячого порно внаслідок підхопленого комп'ютером вірусу, злому облікового запису або просто спрямованих дій недоброзичливців. Не узгоджені зі специфікою Інтернету норми про заборону зберігання дитячої порнографії: під їхню дію поки що потрапляють, наприклад, усі інтернет-користувачі, котрі хоч раз наштовхнулися на дитяче порно в Інтернеті, навіть якщо зробили це ненавмисно чи взагалі не помітивши;

- вимагає від провайдерів зберігати й надавати інформацію про всі з'єднання їхніх клієнтів із Інтернетом, жодним чином не обмеживши тип даних, їх обсяг, спосіб і терміни зберігання (що технічно нездійсненно і порушує базові права та свободи громадян України). Зроблено дуже незграбну спробу обмежити обсяги даних про інтернет-користувачів, які повинні зберігатися: спеціалісти галузі не можуть дати однозначного трактування уточнених вимог закону і, відповідно, оцінити їхню технічну здійсненність. Спеціалісти також попереджають, що поточне формулювання вимог до зберігання та надання інформації про з'єднання користувачів може примусити провайдерів і операторів продавати за паспортом абсолютно всі телекомунікаційні послуги, включно із SIM-карткою та послугами інтернет-клубів;
- зобов'язує інтернет-користувачів рапортувати правоохоронцям про кожен незаконний контент (інформаційне наповнення), який їм трапиться в Інтернеті, зокрема й про дитяче порно. Визначення дитячої порнографії звужене до міжнародних норм, що вивело з-під удару сімейні фотоальбоми.

У неофіційних розмовах працівники правоохоронних органів підтверджують, що в такому вигляді «закон 404» розв'яже їм руки – незалежно від того, який зміст закладали в нього автори. У кращому разі, нецільове застосування норм закону може тривати доти, доки не з'явиться обмежувальне роз'яснення Міністерства юстиції або рішення Конституційного суду. Хоча, на думку юристів, закон не буде працювати і, відповідно, не становитиме загрози для інтернет-користувачів та провайдерів, оскільки механізму притягнення їх до відповідальності не передбачено.

Крім того, одним із наслідків ухвалення закону стануть жорсткіші умови надання телекомунікаційних послуг: щоб захистити себе, провайдери муситимуть підвищувати відповідальність і обмежувати можливості користувачів.

Розслідування американської агенції Associated Press підтвердило, що від аналогічних законодавчих норм потерпають невинні люди, які й гадки не мають про дії вірусів на власних комп'ютерах. Громада й приголомшені друзі таврують їх педофілами, вони втрачають роботу і найчастіше – сім'ю, а коли нарешті домагаються справедливості і зняття обвинувачень у зберіганні чи розповсюдженні дитячої порнографії, – ні репутацію, ні роботу, ні сім'ю повернути вже не можуть.

Ще одним свіжим прикладом необхідності чіткого законодавчого регулювання інтернет-простору в Україні став факт, коли на початку 2012 р. жертвою судового рішення впав сервіс «Дорожній контроль», який є яскравим, але неоднозначним проявом громадянського суспільства в Україні і забезпечує координацію автомобілістів у боротьбі з хабарами й хамством у Державтоінспекції України. Завдяки діям «Дорожнього контролю», а також популяризації ними відеореєстраторів, було викрито безліч хабарників і просто хамів. Після розміщення на цьому сайті відеоролику із записом явно брутального поводження співробітника ДАІ з активістами цього руху, цей співробітник ДАІ миттєво звернувся до суду із скаргою, що його честь і гідність образили коментарі до цієї події на сайті. Також блискавично суддя винесла рішення щодо «тимчасового зупинення надання послуг хостингу для веб-сайту «До-

рожнього контролю» (http://roadcontrol.org.ua) до моменту винесення судового рішення у цивільній справі» [176].

В даному випадку особливі побоювання викликала не стільки доля цього сайту, скільки феноменальне формулювання судового рішення. Досі в Україні не було прецеденту закриття сайту за образи в коментарях. Рішення про тимчасове закриття інтернет-медіа за лайку в коментарях видається небезпечним незалежно від того, хто правий, а хто винуватий у конкретному випадку. Проблема в тому, що розвиток законодавства не встигає за розвитком технологій. І в якийсь момент результатом цього розриву стала неможливість дати відповідь на два старі як світ запитання: хто винуватий і що робити.

З поточного законодавства незрозумілими є такі питання:

- хто несе юридичну відповідальність за правопорушення в Мережі, тобто за порушення авторського права чи образу на чиюсь адресу: власник ресурсу, на якому сталося правопорушення; компанія, яка надала йому хостинг; кінцевий користувач, який розмістив на цьому ресурсі зламану програму чи неприємний відгук про публічну персону;
- чи є тут вина провайдера, з чиєю допомогою він це зробив;
- який вигляд повинно мати припинення правопорушення: вилучення частини контенту; блокування сайту; конфіскація його серверів; якесь стягнення з кінцевого користувача, котрого ще спробуй знайди.

Згідно з логікою, винуватий саме кінцевий користувач, оскільки він вчинив правопорушення, то йому й нести відповідальність. Застосовувати будь-які санкції до інтернет-ресурсу, а тим більше припиняти його роботу – це все одно, що зносити стадіон і судити його директора лише за те, що вболівальники розписали стіну непристойними словами.

Однак на практиці судові та виконавчі органи багатьох країн часто не ускладнюють собі життя пошуком справжніх винуватців і показово ліквідують цілі сервіси. Закриття популярного файлообмінника Megaupload у США – яскраве свідчення того. Проте не варто вважати, що «коли так роблять за кордоном, то це прийнятно». У багатьох краї-

нах нині триває дискусія про правочинність подібних дій, що час від часу переходить у масові акції та повноцінні інформаційні війни. У конфлікті навколо закриття EX.UA саме аргумент «ми не можемо бути покарані за інформацію, якої не розміщали самі» став певною формальною підставою для розблокування сайту. Унікальність справи «Дорожнього контролю» полягала в тому, що йшлося про інтернет-медіа і про обвинувачення в образі честі та гідності, а отже, прямо стосувалося свободи слова та самовираження.

Таким чином, сьогодні найболючішою та актуальнішою темою є вибудовування відповідальних і конструктивних стосунків між вітчизняною спецслужбою, судовими органами і громадянином, провайдером, інтернет-користувачем.

Прикладом вразливості урядових інформаційних систем України ввід атак хакерів стали наслідки дій МВС України 31.01.2012 р. з вилучення серверів одного з найбільших у світі файлообмінників EX.UA, що працює в Україні, і блокування його доменного імені. Реакція користувачів піратським контентом була блискавичною: вранці 1 лютого внаслідок масових DDos-атак були заблоковані сайти Президента, МВС, СБУ, штаб-квартири Партії регіонів, ще де-яких державних органів. Як наслідок, вже 2 лютого домен був розблокований і протести вщухли. Зі слів протестувальників, «п'ять мільйонів користувачів щомісяця відвідували цей сайт… Його закриття – це початок цензури в Інтернеті. Наступними можуть бути закриті соціальні мережі, а потім і заборонять відвідувати іноземні сайти» [58].

Цей факт наочно продемонстрував, що державні електронні системи гранично вразливі для організованого впливу, наприклад, для елементарної спам-атаки. Бази даних усіх державних служб можна купити в Інтернеті або на базарі. Як наслідок, гостро встало питання: як ефективно витрачались гроші на Національну програму інформатизації, в рамках якої у 2006 – 2011 р. було витрачено 40 млрд грн (або 6,5 млрд дол. США), в тому числі на закупівлю нових систем документообігу, на зміцнення захисту держсайтів, на системи безпеки тощо.

Крім того, кібератаки на державні органи влади і популярні сайти реанімували з новою гостротою питання зберігання інформації. Сьо-

годні вже ніхто не сміється над тими людьми, які фотографують архіви на мікроплівку або друкують фотографії замість того, щоб складувати їх виключно на комп'ютер. Раніше бази у амбарних книгах були захищені краще і надійніше від «несанкціонованого доступу», ніж сучасні електронні, що підтверджується існуванням легальних ринків баз персональних даних практично будь-якої державної установи України. Ще більша проблема у тих, у кого величезний обсяг важливої для бізнесу інформації знаходиться у «хмарі». Якщо зв'язок із «хмарою» пропаде, це буде вже катастрофою для бізнесу цих людей [51].

4.3. Кіберскладова сучасних конфліктів у світі та Україні

В реаліях 2010 – 2015 рр. стало очевидним, що кіберпростір все більше набуває значення як поле ведення протиборства сторін конфліктів. Мільярди доларів з бюджетів безпекових відомств розвинених країн витрачаються на розробку наступальних і захисних кіберозброєнь. Так, станом на 2010 р. понад 20 країн світу розробляли кіберозброєння, а вже в 2012 р. таких країн було, щонайменше, 25 [64].

На початку 2015 р. кіберпротистояння перейшло у більш серйозну фазу, аж до спроб кібердиверсій проти об'єктів критичної інфраструктури (зокрема в Ірані). Про обсяги й масштаби підготовки розвинених держав до кіберпротистояння свідчать і дані викривальних заяв Е. Сноудена. Як вже вказувалось, сьогодні існує реальна занепокоєність уряду США кібербезпековою проблематикою, про що свідчить масштаб програм, які реалізуються лише АНБ США. При цьому АНБ – не єдина американська державна структура, яка реалізує кібербезпекові програми, а загалом країн, котрі мають фінансові, людські та інфраструктурні можливості реалізовувати такі програми, в 2015 р. налічується близько 140 [64].

Терористичні акти з використанням комп'ютерних технологій або без них мають спільні ознаки: наявність ідеологічних надзавдань, ре-

зонансність, залякувальний ефект. Це було характерно для недавньої війни в Лівії, частково – в Сирії, а кібершпигунство та кібердиверсії взагалі є постійним тлом міжнародних відносин. Робота вірусу Stuxnet, викриття шпигунських вірусів та мереж Duqu, Flame, Gauss, MiniDuke, Red October, Wiper – ось лише неповний перелік відомих кібершпигунских чи кібердиверсійних акцій, які було виявлено з 2011 р., і з кожним наступним роком їх стає дедалі більше. Крім того, здіснювалися цілеспрямовані кібершпигунські дії проти конкретних державних чи промислових об'єктів, мета яких – отримання інформації про закриті розробки (в т. ч. – найновіші дослідження у сфері ВПК).

Як підкреслює директор Національного інституту стратегічних досліджень при Президенті України, академік Володимир Горбулін, «… відомий вірус Stuxnet, метою якого була ядерна програма Ірану, його розробники позиціювали саме як *асиметричну відповідь* на цю програму. Тобто розвинені держави чітко усвідомлюють, що ***кіберзброя може виявитися реальним асиметричним інструментом протидії*** тим країнам, котрі ставлять під загрозу існуючий міжнародний безпековий порядок» [64].

Витрати розвинених держав на «оборону» і «напад» з метою забезпечення кібербезпеки в умовах поширення гібридних воєн характеризують ставку саме на наступальні операції заради власної оборони. Ефективне стримування надзвичайно складне в умовах невизначеності засобів і об’єктів розгортання масштабного наступу і, як наслідок, неможливості забезпечення необхідної відповіді. Спроби виробити якісь міжнародні системи контролю над кіберозброєннями або заборонити їх використання в деструктивних цілях ще довгий час зазнаватимуть поразки, що обумовлено низкою характеристик самої кіберзброї, яку часто навіть неможливо ідентифікувати як таку. Крім того, атака завжди виявляється дешевшою і більш згубною для противника, а захист – надзвичайно складним і вартісним.

Так, у Концепції реформування та розвитку Збройних Сил України (ЗСУ) до 2017 р., що розглядалась Верховною Радою наприкінці березня 2012 р., було передбачено, що при здійсненні технічної модернізації акценти повинні робитися насамперед на системах управління

та зв'язку. Для цього до кінця 2014 р. планувалося: «оцифрувати» стаціонарний компонент зв'язку; активізувати модернізацію мобільних засобів, а також розгорнути систему захисту інформації; забезпечити безпеку в комунікаційних системах тощо. Тобто в Україні також було розуміння, що війни майбутнього будуть вестись в Інтернеті. Раптового удару може бути завдано, перш за все, через Мережу.

Після анексії Криму Росія застосувала проти України концепцію «гібридної війни», яка багато в чому є унікальною зі структурно-функціонального погляду: за формою вона «гібридна», а за змістом – «асиметрична». Таким чином, для характеристики сучасного протистояння України і Росії можуть бути застосовані такі поняття, як «неконвенційна війна» (*unconventional warfare*), «нерегулярна війна» (*irregular warfare*) чи «змішана війна» (*compound warfare*), або ж спонсоровані державою «гібридні війни» (*State-Sponsored Hybrid*). В усіх них вказується на «розмивання» обрисів військового конфлікту та залучення до нього невійськових засобів, які у звичному стані не мають прямого стосунку до класичного військового протистояння [63].

Протягом 2014 р. і на початку 2015 р. стало цілком зрозумілим, що кібершпигунські чи кібердиверсійні акції завдають чималої шкоди обороноспроможності України. Це характеризується таким [64]:

1) Російські спецслужби використовували потужності деяких із найбільших українських мобільних операторів для того, аби прослуховувати телефони українських абонентів, визначати місце їх знаходження, отримувати всі необхідні метадані користувачів. Ця інформація використовується найрізноманітнішим чином: від здійснення психологічного тиску і до використання отриманих даних для наведення артилерії агресора по позиціях українських військових у зоні антитерористичної операції (АТО);

2) Різноманітні «кіберберкути» з не до кінця зрозумілою «пропискою» та складом, а також спеціальні підрозділи безпекових структур Росії здійснювали атаки на державні інформаційні ресурси та на персональні дані окремих політиків і громадських діячів. Найбільш відомі

випадки таких дій – DDoS-атаки на урядові ресурси (МЗС, сайт Президента України, сайти органів сектора безпеки і оборони), цільові атаки на держоргани з допомогою шахрайських електронних листів, спроби порушення роботи системи ЦВК під час виборів президента і на парламентських виборах 2014 р., а також функціонування вірусу Uroboros, який, із високою часткою ймовірності, ідентифіковано як російський. Він мав усі ознаки використання проти України кібершпигунської акції, а під дію вірусу потрапили веб-ресурси органів державної влади (зокрема силових структур), засобів масової інформації, фінансових установ, великих промислових підприємств;

3) Проти України (і частково – Польщі) цілеспрямовано було використано вірус BlackEnergy, мета якого – збирати дані з жорстких дисків уражених комп'ютерів, робити скріншоти екранів користувачів, перехоплювати введення даних та багато іншого. Орієнтовно, було уражено державні організації, бізнес-структури та промисловий сектор. Крім того, проти українських установ було використано вірус CosmicDuke (модифікацію вірусу Miniduke, призначення якого – викрадення інформації). Є окремі дані про використання вірусу FireEye для шпигунства за українськими посадовцями. І це без урахування опосередкованих кібератак із допомогою соцмереж із їх тисячами «фейкових» аккаунтів для поширення неправдивої інформації про події в державі та провокування заворушень, а також більш традиційних атак із допомогою соціального інжинірингу.

Тобто вже сьогодні кіберпростір (телекомунікаційна складова) використовується агресором у деструктивних цілях проти України. Поки що це обмежується кібершпигунськими акціями чи DDoS-атаками. Однак чи є впевненість у тому, що кібератаки не стануть серйознішими й не спрямовуватимуться на об'єкти критичної інфраструктури, становлячи реальну загрозу життю та здоров'ю значної кількості українських громадян? Адже Росія послідовно використовує нашу державу як полігон не лише для випробовування кінетичних видів озброєнь та нових тактик ведення війни, а й для оптимізації власних кібернаступальних можливостей.

Відповідно, убезпеченість кіберпростору держави від атак, від використання його проти інтересів національної безпеки та оборони – одне з пріоритетних завдань для держави. Причому рішення мають бути віднайдені вже зараз, а увага держави до кіберпроблематики має перейти з площини теорії у практику. Погляд російських військових на сучасну війну наголошує на зростанні ролі невійськових методів тиску на супротивника, передусім через політичний, економічний і гуманітарний елементи [63]. Інформаційне ж протиборство взагалі визначалося як наскрізна діяльність на всіх етапах конфлікту: його зародження, супроводу і в постконфліктний період. Звертається увага й на «асиметричні заходи», до яких було зараховано діяльність підрозділів спеціального призначення, розбудову внутрішньої опозиції, а також невпинне зростання інформаційного впливу на об'єкт нападу.

Інформаційний фронт «гібридної війни» розгортається одразу на кількох напрямах, а саме [63]:

1) *Серед населення в зоні конфлікту*. Активна фаза військового протистояння, що розпочалася з кінця лютого – початку березня 2014 р., супроводжувалася тактичною інформаційною підтримкою, яка так само використовувала прийоми побудови й експлуатації симулякрів – образів того, чого в реальності не існує. В українсько-російському конфлікті проти України діє не просто ворожа пропаганда, а те, що фахівці-інформаційники слушно характеризують як «війну смислів/сенсів» (початок якої можна умовно віднести до 2006 – 2007 рр.). Для ретрансляції цих смислів задіяно всю множину каналів донесення інформації. Стратегічна мета експлуатації вказаних симулякрів – замінити об'єктивні уявлення цільових груп про характер конфлікту тими «інформаційними фантомами», які потрібні агресору. Відповідно, чи не перше, що зробили різноманітні «ополченці» та «зелені чоловічки» на окупованих територіях, – це відключили українські телеканали і масовано включили російські. Формування єдиного й повністю контрольованого інформаційного простору – очевидна стратегія розгортання інформаційного складника конфлікту з боку агресора.

Україні вдалося досить швидко адаптуватися і частково відреагувати на цей виклик. «Кримська кампанія» показала слабкість російського

інформаційного складника їхньої версії «гібридної війни», – вона не витримує постійного, прискіпливого медіа-погляду. Крім того Україною вже вжито низку заходів переважно обмежувального характеру по відношенню до цілої низки російських ЗМІ, однак навряд чи це може стати вичерпною відповіддю на такі виклики. Багато що залежатиме від медіасектора та громадських активістів, оскільки левову частку російського агітпропу держава обмежити часто не в змозі. Однак маємо створити умови, за яких усе це замінить якісний вітчизняний інформаційний продукт. Має бути посилена і реалізація державної інформаційної політки на окупованих російськими військами територіях.

2) *Серед населення країни, проти якої здійснюється агресія, однак територія якої не охоплена конфліктом.* Більш цілісною має стати реакція на інформаційну агресію на інших територіях України, що зазнали окупації. У більшості сучасних конфліктів, в яких сильні країни не зазнали військової поразки, але зазнали поразки в політичному сенсі – не зуміли нав'язати свою волю противнику. Політична перемога слабкої сторони полягала в тому, що вона – шляхом застосування асиметричних способів ведення військових дій (переважно партизанських) – спромагалася виснажити волю сильного ворога до продовження війни та досягнення поставлених цілей.

Подвійне завдання України в нинішньому асиметричному протистоянні – двовимірне. У зовнішньому вимірі – не піддатися на нав'язування зовнішньої, вочевидь деструктивної для української державності, політичної волі Кремля, однак при цьому – виснажити противника. А у вимірі внутрішньому – забезпечити домінування української політичної волі у проблемних регіонах, не допускаючи, щоб вони виснажили Україну економічно й політично.

3) *Серед громадян країни-агресора* Російська Федерація розгорнула один із фронтів «гібридної війни» і проти громадян своєї держави, формуючи там модель поведінки, яка багато в чому відповідає месиджам федеральної преси (їй повністю довіряють майже 60 % росіян). Небажання значної кількості громадян Росії подивитися на речі під іншим кутом зумовлене і страхом виникнення когнітивного дисонансу між дійсністю, формованою російськими ЗМІ, та реальними подіями.

Тож багато в чому про росіян справді можна сказати як про народ, котрий «першим упав під натиском власного телебачення».

Україна повинна перестати ігнорувати складнощі роботи в російському інформаційному просторі, хоча останній Росія активно закриває від будь-яких сторонніх учасників. Приклад цього – останні законодавчі рішення щодо обмеження частки іноземної власності у ЗМІ. В інтернет-просторі активну діяльність розгорнув Роскомнагляд, що прямо займається цензурою. Однак, незважаючи на це, Українська держава має віднайти механізми інформаційної взаємодії з російською аудиторією.

4) *Серед міжнародного співтовариства*. Масштаби діяльності «фондів», «культурних товариств», «аналітичних центрів» і просто «експертів» проросійської спрямованості в Європі, а також діяльність каналу RT справді значні. Однак навіть тут загальна концепція гібридної війни «по-російськи» дається взнаки: частину таких експертів просто вигадують, а від їх імені публікують необхідні коментарі та висновки. Нині занепокоєння масштабами російського інформаційного проникнення виявляють і країни Європи. У 2014 р. в Латвії було створено Центр стратегічних комунікацій НАТО (NATO Strategic Communications Centre of Excellence), серед завдань якого – забезпечити адекватну відповідь на спроби інших країн вплинути на інформаційний простір членів НАТО. Важливість розвитку стратегічних комунікацій було підкреслено і після саміту НАТО в Уельсі. Зокрема, там прямо зазначалося, що створений Центр має опікуватися питаннями «гібридної війни». На сили Центру у протидії російській пропаганді сподіваються і в окремих країнах, зокрема в Польщі та країнах Балтії. Вже кілька попереджень російському іномовному телеканалу RT зробив британський медіарегулятор Ofcom за порушення під час висвітлення української кризи.

Для використання потенціалу інформаційного спротиву на зовнішній арені МЗС України хоч і робить багато, однак навряд чи зможе закрити всі проблемні напрями. Пришвидшеної реалізації потребує створення ефективного іномовлення – необхідно визнати, що на сьогодні воно існує більше де-юре, ніж де-факто. Як наслідок, більш активно повинні використовуватися інструменти публічної дипломатії.

Важливим трансграничним простором ведення інформаційного протиборства стала мережа Інтернет. Різноманітні реальні й удавані «хактивісти», «кіберпартизани», «кібероплочення», а також спеціальні підрозділи різних безпекових відомств для ведення протистоянь у кіберпросторі – всі вони стають важливим елементом кібератак, а також ведення спеціальних психологічних операцій у соціальних мережах та в мережі Інтернет загалом (наприклад, організація російськими спецслужбами протестів внутрішніх військ під Адміністрацією президента у жовтні 2014 р.). Однак повністю завоювати інформаційний простір Росії не вдалося – чимало пропагандистських заяв із боку російського телебачення з української тематики швидко спростовували самі інтернет-користувачі, які дедалі частіше стають «рядовими інформаційних воєн».

Сьогодні західні партнери готові допомагати Україні у розбудові кіберзахисту держави.

Можна виділити такі напрями створення і захисту українського кіберпростору [64]:

1) Співпраця зі *спеціальним трастовим фондом,* який було створено після Уельського саміту НАТО в 2014 р., *для вирішення питань кібербезпеки української держави*. Однак необхідно визначити структуру, яка візьме на себе відповідальність за координацію кібербезпекового сектора. Об'єктивно, це не можуть бути безпосередні структури сектора безпеки і оборони, оскільки жодна з них не має достатніх повноважень та можливостей для охоплення всього спектра проблем. Напевно, доцільно було б покласти додаткові повноваження координації на РНБО України, тим більше що після останніх нормотворчих заходів її повноваження розширилися. Однак при цьому в межах Міністерства оборони створення кіберкомандування також видається доцільним, особливо зважаючи на те, що на сьогодні функції кіберзахисту та кібернападу в цій структурі розпорошені між кількома структурними підрозділами.

2) Необхідність *стратегічного планування у сфері кібербезпеки*. Досі в Україні немає навіть документів загального характеру щодо стратегічного бачення в державі кібербезпекової проблематики. Традиційного

для всіх розвинених держав світу документа «Стратегія кібербезпеки» (під різними назвами в різних країнах) досі не прийнято, хоча такі спроби робилися принаймні з 2012-го по 2014 р. Завдання цієї Стратегії – дати відповідь на питання щодо ключових загроз національній безпеці в кіберпросторі, пріоритетів державної політики у цій сфері, а також основних кроків, які необхідно зробити задля нейтралізації загроз. Причому, як і в багатьох інших сферах державної безпекової політики, Україні кричуще бракує координації навіть наявних ресурсів. Наприклад, в Україні існує кілька державних програм, що опікуються питанням розвитку ІТ, однак їх взаємоузгодженість досить умовна.

3) Докорінна зміна *взаємодії між державними та недержавними структурами*. Де-факто, більшість як чинних, так і проектних нормативно-правових ініціатив будується на принципах виключної суб'єктності держави, тоді як приватному сектору залишають роль статистів і виконувачів усіх приписних документів. Фактично, приватний сектор, незважаючи на те, що переважна більшість об'єктів критичної інфраструктури (в тому числі й інформаційної) належать саме йому, не сприймається державою як рівноправний партнер, а тим більше – помічник у посиленні обороноздатності країни в кіберпросторі.

За 2014 р., з одного боку, можна спостерігати зростання відкритості державних структур до співпраці. Принаймні окремі ініціативи в цьому напрямі демонструють і Держспецзв'зок (в т. ч. – в особі CERT-UA), і СБУ. Однак багато в чому механізми співпраці не налагоджено, зокрема – через наявні бюрократичні процедури, які не дозволяють повною мірою залучити цей потенціал. При цьому маємо визнати, що часто різноманітні «кіберополчення» можуть робити те, чого не в змозі (з різних причин) робити держава. Хоча при цьому «кіберополченці» (на кшталт «Українських кібервійськ») і самі розуміють усю «специфічність» власної діяльності з погляду Кримінального кодексу [110];

4) Оптимізація з боку держави *використання наявного науково-технічного та людського потенціалу для зазначеної сфери*. Високоосвічені фахівці, які розуміють усю складність поставлених перед ними завдань, – це ключ до успішного захисту від кібератак і посилення своїх позицій у кіберпросторі. В України цей ресурс є – щорічно випускаються кілька

десятків тисяч IT-фахівців, рівень підготовки багатьох із яких відповідає світовому. Водночас, українські інженери й програмісти створюють цілком конкурентоспроможні програмні та технічні продукти, які можуть бути використані, в тому числі, і для посилення кібербезпеки держави. На жаль, у багатьох випадках «держава» і «наука» в зазначеній сфері в Україні або не перетинаються, або перетинаються досить умовно. З одного боку, це пов'язано з об'єктивною неспроможністю держави забезпечити залучення багатьох висококласних фахівців на державну службу через брак відповідних коштів. Показово, що коли недавно CERT-UA оголосив про набір хакерів і повідомив, що очікувана заробітна платня становитиме близько 3,5 – 5 тис. грн, з'ясувалося – патріотизм багатьох фахівців не сягає так далеко, аби працювати за таку суму на державній службі.

Вирішити цю проблему можна шляхом утворення особливого підрозділу в структурі одного з державних органів із відповідним рівнем оплати фахівців. Це може бути невелика кількість молодих фахівців, які пройшли серію національних кіберзмагань (що в більшості розвинених держав і є одним із джерел пошуку таких фахівців) та довели свій високий рівень і фах. До різноманітних заходів, котрі сприяють зацікавленості молоді кібербезпековою проблематикою, можна віднести як уже згадані національні кіберзмагання, так і регулярні хакатони та інші види заходів, де безпекові відомства зможуть відбирати для себе молодих фахівців на реальній конкурентній основі.

При цьому необхідно *віднайти ефективнішу форму використання вітчизняних програмних і технічних напрацювань у розвитку кібербезпекового потенціалу держави*. Одразу кілька потужних ВНЗ України готують висококласних фахівців і вже мають відповідні технічні напрацювання, що можуть і повинні бути впроваджені у вітчизняний сектор кібербезпеки. Власне, йдеться про формування комплексного програмного та конструкторського забезпечення функціонування державної системи кібернетичної безпеки України.

Кіберпростір має стати одним із елементів асиметричної відповіді України на агресію, дієвим фронтом нашого спротиву. Держава має для

цього майже все необхідне, а чого не має держава – мають її громадяни. Отже, завданням держави є використання цього ресурсу, забезпечивши необхідні інституційні, нормативно-правові та практичні зміни підходу держави до кібербезпекової тематики.

Висновки до розділу 4

1. Останні десять років в числі пріоритетів розвинених держав світу завжди стояла задача – поставити під контроль інтернет-простір. Особливо активізувались дії з *аналізу і перегляду національних систем комп'ютерної безпеки у зв'язку* із хвилею атак, що обрушилися на елементи національних інфраструктур, в тому числі на урядові мережі і сервери з 2007 р. Лідери провідних держав світу характеризують сьогодні кібербезпеку як один з найбільш серйозних факторів збереження економічної і державної безпеки.

2. Оприлюднений урядом США у 2010 р. документ під назвою «*Ініціатива із всеохоплюючої національної кібербезпеки (ІВНК)*» є частиною розділу військової доктрини США, що відноситься до кібернетичної оборони, і передбачає в тому числі: створення єдиної федеральної мережі, пов'язаної захищеними каналами; об'єднання усіх шести центрів оперативного реагування на кіберзлочинність, які діють сьогодні у США; створення кіберконтррозвідки, яка розповсюдить свій вплив на всі американські державні органи і дозволить ефективно протидіяти іноземним кібершпіонам; посилення захисту внутрішніх мереж як протидія терористам; створення системи управління ризиками, завдяки якій можна буде прогнозувати і наслідки від злому систем, крадіжки або псування інформації і мінімізувати втрати від таких неприємностей; спільні дії Агентства національної безпеки (АНБ) і його партнерів із приватного сектора щодо захисту від загроз, що стоять перед неурядовими комп'ютерними мережами; впровадження комплексу раннього оповіщення щодо намагань несанкціонованого доступу на базі системи «Енштейн-2»; розробка нової системи «Енштейн-3», яка охопить усю федеральну мережу і «ключові приватні інфраструктурні мережі».

3. Сьогодні *американський проект «Енштейн»* розповсюджується вже на всі «критичні місця інфраструктури» і означає весь Інтернет і будь-які форми електронної комунікації, включаючи інтернет-пошук і переписку. Система спроможна буде здійснювати глибоку пакетну перевірку, щоб відрізати ботам (мережам заражених небезпечним вірусом комп'ютерів) до певних веб-сторінок. Вже сьогодні захисники громадянських свобод піднімають питання щодо охорони приватного життя, оскільки «Енштейн» має можливість не пускати людей на сайти з порнографією; на файлообмінники, що порушують авторські права; офшорні ігрові сайти на кшталт онлайн-казіно. З іншого боку, якщо «Енштейн-3» буде дійсно таким ефективним, як сподіваються в АНБ, то він допоможе приватним компаніям, не досвідченим у питаннях мережевої безпеки, протистояти кібератакам.

4. Країни – члени НАТО, зокрема британський уряд, також створюють *бази даних, які дають змогу відстежувати сліди перебування в Інтернеті* кожного жителя цієї країни, а також електронне листування та інтернет-запити. Доцільність такого тотального контролю уже викликала сумніви в громадськості європейської країни зі сталими демократичними традиціями. А Естонія виступила з ініціативою відкрити на своїй території *Центр боротьби з кіберзлочинністю країн – членів НАТО,* який займеться розробкою єдиної європейської доктрини IT-захисту; готуватиме IT-спеціалістів відповідного профілю та розроблятиме рішення для захисту від кібератак державних інформаційних систем.

5. Ратифікація *багатосторонньої торгівельної угоди ACTA,* підписаної наприкінці 2011 р. – початку 2012 р. практично усіма провідними країнами – лідерами у розвитку IT-технологій, надає, зокрема, законне право компетентним органам дистанційно сканувати чужі комп'ютери і смартфони у всьому світі на предмет пошуку піратських файлів. Як буде при цьому використовуватись «попутна» інформація – список паролів, історія відвідування сайтів, персональні дані користувачів – не відомо.

6. В Україні *прикладом вразливості урядових інформаційних систем* від атак хакерів стало блокування сайтів основних урядових структур, включаючи сайт Президента, внаслідок масових DDos-атак як відповідь

на дії МВС України з вилучення серверів одного з найбільших у світі файлообмінників EX.UA, розташованого в Україні. Його закриття було сприйнято, перш за все, молоддю як початок цензури в Інтернеті. Цей факт наочно продемонстрував, що: державні електронні системи гранично вразливі для організованого впливу, наприклад, для елементарної спам-атаки; бази даних усіх державних служб можна купити в Інтернеті або на базарі.

7. Назріло питання про *посилення кримінальної відповідальності* українських громадян за зловживання інтернет-свободами, наприклад, за розповсюдження шкідницьких програм та комп'ютерних вірусів, пропаганду жорстокості, насильства, порнографії. Україна приєдналася до *Конвенції про кіберзлочинність* і ратифікувала *Додатковий протокол до цього документа*, в якому обумовлюється кримінальна відповідальність за дії расистського і ксенофобського характеру, вчинені за допомогою комп'ютерних систем.

8. Прагнення державної влади отримати максимальний контроль над Інтернетом зрозуміле: цей канал комунікації об'єднує всі можливості традиційних засобів негласного збору різнопланової інформації про людину, роблячи її значно вразливішою, відповідно – контрольованою. Саме тому в державах, які визнають права та свободи людини, таке прагнення вважається незаконним. Таким чином, сьогодні найболючішою та актуальнішою темою в Україні є *вибудовування відповідальних і конструктивних стосунків між вітчизняною спецслужбою, судовими органами і громадянином, провайдером, інтернет-користувачем.*

9. В реаліях 2010 – 2015 рр. для більшості країн світу стало очевидним, що *кіберпростір все більше набуває значення як поле ведення протиборства сторін конфліктів*. Мільярди доларів з бюджетів безпекових відомств розвинених країн витрачаються на розробку наступальних і захисних кіберозброєнь. Так, станом на 2010 р. понад 20 країн світу розробляли кіберозброєння, а вже в 2012 р. таких країн було, щонайменше, 25. Терористичні акти з використанням комп'ютерних технологій або без них мають спільні ознаки: наявність ідеологічних надзавдань, резонансність, залякувальний ефект. Це було характерно для недавньої

війни в Лівії, частково – в Сирії, а кібершпигунство та кібердиверсії взагалі є постійним тлом міжнародних відносин.

10. Розвинені держави чітко усвідомлюють, що *кіберзброя може виявитися реальним асиметричним інструментом протидії* тим країнам, котрі ставлять під загрозу існуючий міжнародний безпековий порядок». Витрати розвинених держав на «оборону» і «напад» з метою забезпечення кібербезпеки в умовах поширення гібридних воєн характеризують ставку саме на наступальні операції заради власної оборони. Ефективне стримування надзвичайно складне в умовах невизначеності засобів і об'єктів розгортання масштабного наступу і, як наслідок, неможливості забезпечення необхідної відповіді. Спроби виробити якісь міжнародні системи контролю над кіберозброєннями або заборонити їх використання в деструктивних цілях ще довгий час зазнаватимуть поразки, що обумовлено низкою характеристик самої кіберзброї, яку часто навіть неможливо ідентифікувати як таку. Крім того, атака завжди виявляється дешевшою і більш згубною для противника, а захист – надзвичайно складним і вартісним.

11. Після анексії Росією Криму й розгортання так званої «гібридної війни» проти України протягом 2014 р. питання захисту і протидії загрозам у кіберпросторі набули надзвичайної актуальності. Тобто вже сьогодні кіберпростір (телекомунікаційна складова) використовується агресором у деструктивних цілях проти України. Поки що це обмежується кібершпигунськими акціями чи DDoS-атаками, але кібератаки можуть стати серйознішими і будуть спрямовуватися на об'єкти критичної інфраструктури, становлячи реальну загрозу життю та здоров'ю значної кількості українських громадян. Відповідно, *убезпеченість кіберпростору держави від атак, від використання його проти інтересів національної безпеки та оборони – одне з пріоритетних завдань для української держави*.

12. Погляд російських військових на сучасну війну наголошує на зростанні ролі невійськових методів тиску на противника, передусім через політичний, економічний і гуманітарний елементи. *Інформаційне ж протиборство взагалі визначалося як наскрізна діяльність на всіх етапах конфлікту*: його зародження, супроводу і в постконфліктний період.

Звертається увага й на «асиметричні заходи», до яких було зараховано діяльність підрозділів спеціального призначення, розбудову внутрішньої опозиції, а також невпинне зростання інформаційного впливу на об'єкт нападу. При цьому інформаційний фронт «гібридної війни» розгортається одразу на кількох напрямах: серед населення в зоні конфлікту; серед населення країни, проти якої здійснюється агресія, однак територія якої не охоплена конфліктом; серед громадян країни агресора і серед міжнародного співтовариства.

13. Україні необхідно визначити *структуру, яка візьме на себе відповідальність за координацію кібербезпекового сектора*. Об'єктивно, це не можуть бути безпосередні структури сектора безпеки і оборони, оскільки жодна з них не має достатніх повноважень та можливостей для охоплення всього спектра проблем. *Створення кіберкомандування* видається доцільним, особливо зважаючи на те, що на сьогодні функції кіберзахисту та кібернападу в цій структурі розпорошені між кількома структурними підрозділами.

14. Необхідність *стратегічного планування у сфері кібербезпеки*. Досі в Україні немає навіть документів загального характеру щодо стратегічного бачення в державі кібербезпекової проблематики. Завдання *Стратегії кібербезпеки* – дати відповідь на питання щодо ключових загроз національній безпеці в кіберпросторі, пріоритетів державної політики у цій сфері, а також основних кроків, які необхідно зробити задля нейтралізації загроз. Причому, як і в багатьох інших сферах державної безпекової політики, Україні кричуще бракує координації навіть наявних ресурсів. Наприклад, в Україні існує кілька державних програм, що опікуються питанням розвитку ІТ, однак їх взаємоузгодженість досить умовна.

15. Докорінна зміна *взаємодії між державними та недержавними структурами*. Сьогодні приватний сектор, незважаючи на те, що переважна більшість об'єктів критичної інфраструктури (в тому числі й інформаційної) належать саме йому, не сприймається державою як рівноправний партнер, а тим більше – помічник у посиленні обороноздатності країни в кіберпросторі. За 2014 р., окремі ініціативи в цьому напрямі демонструють і Держспецзв'зок (в т. ч. – в особі CERT-UA), і СБУ. Однак багато в чому механізми співпраці не налагоджено, зокре-

ма – через наявні бюрократичні процедури, які не дозволяють повною мірою залучити цей потенціал. При цьому часто різноманітні «кіберополчення» можуть робити те, чого не в змозі (з різних причин) робити держава. Хоча при цьому «кіберополченці» (на кшталт «Українських кібервійськ») і самі розуміють усю «специфічність» власної діяльності з погляду Кримінального кодексу.

16. Оптимізація з боку держави *використання наявного науково-технічного та людського потенціалу для зазначеної сфери*. В України щорічно випускаються кілька десятків тисяч ІТ-фахівців, рівень підготовки багатьох із яких відповідає світовому. Крім того, українські інженери і програмісти створюють цілком конкурентоспроможні програмні та технічні продукти, які можуть бути використані, в тому числі, і для посилення кібербезпеки держави. На жаль, у багатьох випадках «держава» і «наука» в зазначеній сфері в Україні або не перетинаються, або перетинаються досить умовно. З одного боку, це пов'язано з об'єктивною неспроможністю держави забезпечити залучення багатьох висококласних фахівців на державну службу через брак відповідних коштів. Вирішити цю проблему можна шляхом утворення особливого підрозділу у структурі одного з державних органів із відповідним рівнем оплати фахівців. Це може бути невелика кількість молодих фахівців, які пройшли серію національних кіберзмагань та довели свій високий рівень і фах.

17. Необхідно *віднайти ефективнішу форму використання вітчизняних програмних і технічних напрацювань у розвитку кібербезпекового потенціалу держави*. Одразу кілька потужних ВНЗ України готують висококласних фахівців і вже мають відповідні технічні напрацювання, що можуть і повинні бути впроваджені у вітчизняний сектор кібербезпеки. Власне, йдеться про формування комплексного програмного та конструкторського забезпечення функціонування державної системи кібернетичної безпеки України.

18. Кіберпростір має стати одним із елементів асиметричної відповіді України на агресію, дієвим фронтом нашого спротиву. Держава має для цього майже все необхідне, а чого не має держава – мають її громадяни. Таким чином, завданням держави є використання цього ресурсу, забезпечивши необхідні інституційні, нормативно-правові та практичні зміни підходу держави до кібербезпекової тематики.

РОЗДІЛ 5

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МІКРОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ

5.1. Виробництво і споживання електронної техніки у світі та Україні

Комп'ютери західного виробника, в першу чергу десктопи, мають декілька вад для українського ринку: комп'ютерні компоненти швидко застарівають внаслідок морального зносу, а західні бренди виробляють свою продукцію далеко за межами України – як наслідок, потрібні додаткові кошти і час для транспортування в Україну (встигають дещо застаріти). Крім того, комп'ютери західного виробника влаштовані таким чином, що майже не піддаються модернізації.

Українські ж споживачі на самій сучасній техніці вітчизняного виробництва можуть без значних витрат заміняти застарілі блоки. Крім того, немаловажна перевага багатьох вітчизняних компаній в тому, що вони є виробниками і продавцями одночасно. А це дозволяє гнучко і швидко реагувати на попит споживачів. Як результат ПК (десктопи) української марки не відрізняється за якістю від західної, а іноді і перевершує її (особливо за оперативністю реагування на зміни ринку). Тому і український споживач десктопів, як правило, віддає перевагу своєму виробнику.

В той же час, це не відноситься до сектору ноутбуків, де лідерами є глобальні бренди. На українському ринку лідером є Samsung з часткою 18,9%, за ним іде Asus (18,6%) і Acer (18,3%). Вітчизняні виробники збирають біля 10,5% ноутбуків, але споживачі віддають перевагу більш високій надійності та ергономічності закордонних моделей, які, до того ж, знаходяться в одному ціновому діапазоні з українськими [52].

Крім того, український ринок серверних систем за темпами розвитку приблизно в 4 рази обганяє світовий і щорічно зростає приблизно на

20 % [168]. Найбільша активність на українському серверному ринку спостерігається в тому ж сегменті, що й на світовому ринку – в сегменті серверів середнього класу.

Криза 2008 – 2009 рр. сприяла масовому скороченню витрат компаній на власну інфраструктуру. При цьому вирішують задачі розбудови IT-систем компанії, використовуючи недорогі сервери, тобто техніку середнього, масового класу. Як результат, зростання доходів міжнародних постачальників IT-рішень у сегменті корпоративних серверів High-end-класу припинилося, а прибутки суттєво знизилися. Через це розробники все більше приділяють увагу недорогим рішенням, пропонуючи не тільки більш прості серверні рішення, але й комплектуючі до них.

Поки боротьбу за клієнта на українському ринку в сегменті дешевих серверів початкового і середнього класів (яка забезпечує сьогодні 90% продажів серверної техніки в Україні) виграють вітчизняні виробники. Їм належить 60–65% ринку. В основному це системи на базі обчислювальних платформ компаній Intel, Tyan, Supermicro, ASUS та деяких інших. Із західних брендів на українському ринку широко представлені сервери Hewlett-Packard (22,17%), які використовуються у компаніях середнього бізнесу. IBM і Sun Microsystem з успіхом працюють на банківському та телекомунікаційному ринках, а також на великих промислових підприємствах. Техніка Fujitsu-Siemens в основному використовується на підприємствах, де встановлено промислове обладнання Siemens. Сервери Dell, внаслідок відсутності в Україні представництва цієї компанії, використовується мало, в основному в міжнародних компаніях.

З урахуванням такої динаміки українського ринку серверів найкрупніші іноземні виробники починають освоювати непрофільні для себе сегменти. Наприклад, Hewlett-Packard пропонує недорогі набори комплектуючих для місцевої зборки серверів (модель Proliant 100), що робить ринок дешевих серверів все більше конкурентним.

Крім того, споживачі вимагають від комп'ютерів все більшої і більшої продуктивності, що підігрівається розробниками програмного забезпечення. Сучасні комп'ютери повинні без будь-якої затримки відтво-

рювати все більш складні комп'ютерні ігри, які вже давно перешли у відеопростір; комп'ютерне аудіо-відео повинно працювати паралельно з прокачкою пошти, одержанням Інтернет-новин, перевіркою на віруси, звернення до ICQ або інших подібних меседжерах. До того ж, швидкий розвиток суперкомп'ютерів, за допомогою яких виконується величезний обсяг обчислень, зробив їх потрібними не тільки у наукових центрах, але й для багатьох компаній, що використовують суперкомп'ютери для розробки і виробництва самих різноманітних продуктів і товарів (від картопляних чипсів до мобільних телефонів і автомобілів).

Найбільші виробники процесорів для ПК зіткнулися з проблемою фізичного обмеження подальшого збільшення їхньої продуктивності, пов'язаної з тим, що зі зменшенням розмірів процесорів і збільшенням тактової частоти його роботи різко збільшується тепловиділення. На сьогодні проблему вирішили, зробивши процесори ПК багатоядерними [53]. В той же час гонка продуктивності, багатозадачності і багатопотоковості продовжується.

Так, процесори групи Pentium (у середовищі програмістів – i686) мають суттєву відмінність від сімейства x86 (які царювали на ринку процесорів з 1986 р.) в тому, що вони мають 64-розрядні шини і зміщуються у бік RISC-архітектури. В той же час, сьогодні стає очевидною безвихідь цієї еволюційної гілки – протягом трьох років не підвищувалась максимальна тактова частота процесорів (приблизно 3 ГГц), а поява багатоядерних процесорів сімейства i686 (Core Duo) дає реальний приріст продуктивності, хоча програм, що оптимізовані під дану архітектуру, поки що недостатньо [130].

Сьогодні обидва найкрупніших виробника процесорів – Intel і AMD – почали плановий перехід на тотальне використання багатоядерних процесорів (один процесор, який включає кілька фізичних ядер) на усіх своїх платформах (ПК, сервери, комунікаційні технології). Ядро процесора – частина процесорного кристалу, в якому виконуються розрахунки. Подвоєння кількості ядер (наприклад, у Intel у сполученні з технологією Hiper-Threading) дозволило серверним процесорам виконувати до чотирьох задач або програмних потоків одночасно. Це на-

дає можливість краще справлятися з одночасним виконанням складних трансакцій і зростаючим навантаженням. Так, наприклад, сервер Sun Fire X4100, що включає двохядерний процесор Opteron виробництва AMD, дає зниження витрат на електроживлення і охолодження системи до 60 % у порівнянні з серверами на базі одноядерних процесорів [168].

Крім того, вже на початок 2012 р. стало очевидним – процес стрімкої мініатюризації комп'ютерів, який почався у 2000-х, призвів до того, що карманні комп'ютери «вмерли» як клас, а під натиском планшетників у розвинених країнах відмирають й нетбуки, побудовані на процесорах Intel Atom [130].

«Серце» нових планшетів і смартфонів – 32-бітні RISC-процесори, архітектура й інструментарій для яких розробляються британською компанією ARM Limited (серед її засновків є й Apple Inc.). Вона не випускає процесори, а продає власні розробки таким гігантам, як Cirrus Logic, Samsung, VIA, Qualcomm, Texas Instruments.

Сьогодні ARM-процесори є основою більше 90 % інтелектуальних портативних пристроїв – планшетів, смартфонів, кишенькових медіаплеєрів. Такі ключові гравці, як ASUS і Toshiba, почали виробництво смартбуків – дешевих нетбуків на базі «телефонних» процесорів. Головна причина успіху ARM-процесорів – розповсюдження оперативних систем, що альтернативні Microsoft Windows, а саме: Android, Bada, Blueberry, iOS, Linux, Symbian. Вони ефективно використовують ресурси порівняно малопотужних процесорів, периферії і батарей. В той же час, потужність сучасних процесорів Intel для вирішення більшості задач виявилась надмірною, а значить, споживач переплачує за продукт. Однак у найближче десятиріччя альтернативи їм не буде.

Найбільш ймовірно, що еволюція альтернатив мікропроцесорів сімейства x86 буде йти шляхом збільшення кеш-пам'яті першого рівня, перенесення у процесор функцій периферійних пристроїв (зокрема, відеоадаптерів і звукових карт), переходу на трьохвимірні типології, які дозволять зменшити розмір кристалу і знизити енергоспоживання.

Сьогодні провідні українські комп'ютерні компанії пропонують масовим споживачам: настільні ПК на базі двох- або чотирьохядерних (в основному) процесорів Pentium D; ноутбуки на базі технології

Centrino; для мобільних ПК, кишенькових ПК і смартфонів на основі процесорів родини XScale; різні сучасні цифрові пристрої, мобільні телефони, програмне забезпечення та інформаційні послуги. Слід зазначити, що при переході на двох- або чотирьохядерну (або й більшу) архітектуру успіх залежить не тільки від можливостей процесора, але й від оптимізації платформ, системних додатків, а також від ліцензування програмного забезпечення [168].

Щодо перспектив виробництва в Україні інтегральних мікросхем та переходу до нанотехнологій при їх виробництві, то слід сказати, що на теперішній час більшість електронних заводів Києва перетворилася на склади безнадійно застарілого обладнання. Наприклад, у 90-му році українське виробництво мікроелектроніки (НДІ мікроприладів) та німецькі мікроелектронні підприємства на околиці Дрездена знаходилися на одному й тому ж рівні – рівні двомікронної технології. Після кількох років занедбання німецький напівпровідниковий комплекс був перетворений на Центр нанотехнологій «Інфиніон», де поряд із заводом працює власний НДІ, а також знаходяться учбові корпуси. Тут не тільки розробляються та виготовляються прилади на основі нанотехнологій на замовлення ЦЕРНу (Європейського центру ядерних досліджень, Женева) для прискорювача елементарних часток (самого більшого в світі коллайдера), а й навчаються майбутні фахівці у нанотехнологіях.

Завдяки широкому використанню нанотехнологій будуть зроблені технологічні прориви, пов'язані зі значним прогресом у мініатюризації, підвищенні швидкості і продуктивності приладів та пристроїв з обробки інформації – вхідних датчиків, логічних та запам'ятовуючих пристроїв, дисплеїв та пристроїв для передачі інформації. Так, очікується, що темпи удосконалення технології інтегральних схем, що переважали останні 30 років, збережуться ще на найближчі 5 – 7 років. Це означає, що продуктивність інтегральних схем пам'яті буде збільшуватися кожні наступні 3 роки у 4 рази. За заявою представників фірми Intel, її співробітниками розроблена нова напівпровідникова технологія, яка дозволить подвоювати частоту мікропроцесорів кожні 2 роки щонайменш до 2014 р. (технологічний прогрес у цій галузі значно залежить від конкуренції між корпораціями Intel і AMD). В найближчому майбутньому на

ринку з'являться нові засоби зберігання інформації, а приблизно через 15 років знайдуть розповсюдження біочипи.

Крім того, в середини другого десятиріччя нового століття знаходять все більш широкий вжиток суперкомп'ютери з паралельною архітектурою, в результаті чого істотно збільшиться швидкість обробки інформації і підвищиться ефективність прийняття рішень. До 2015 р. на ринку з'являться оптичні комп'ютери, в яких для кодування інформації будуть використовуватися вже не електрони, а фотони. Одне з дочірніх підприємств компанії «Моторола» працює над створенням пласких дисплеїв на основі вуглецевих нанотрубок. Так, у США і Тайвані досягнуто рівень технології виробництва інтегральних мікросхем 0,09 мікрона, а фірма Intel розробляє технологію, яка дозволить зменшити розміри цих елементів до 0,022 мікрона. Але сьогодні ця продукція ще має порівняно невеликі обсяги виробництва. Один з найпотужніших заводів з виробництва інтегральних схем з рівнем 0,13 мікрона розташований у Китаї. Сьогодні два самих великих заводи у світі розташовані на Тайвані, а третій – в континентальному Китаї.

Інші прориви, що прогнозуються, будуть пов'язані з такими трендами [102]:

- зниженням енергоспоживання і вартості мікропроцесорних пристроїв, що надасть можливість підвищити продуктивність комп'ютерів у мільйони разів. Наприклад, використання полімерів (органічних сполук), що проводять електричний струм (зокрема, полімерних транзисторів) і володіють надзвичайно високою гнучкістю і дешевизною виготовлення;
- створенням нейрокомп'ютерів, що набагато перевищують за своїми характеристиками кращі зразки обчислювальної техніки;
- появою потужних випромінювачів зі спектром частот, що перебудовується, та широкосмугових фотодетекторів з високим КПД в оптоелектроніці;
- розробкою більш високочастотних засобів зв'язку, що дозволяє збільшити смугу робочого діапазону приблизно на порядок;

- масовим виробництвом невеликих, але в тисячі разів більш ємних пристроїв для зберігання інформації;
- появою інтегрованих наносенсорних систем для збирання, обробки та передачі великих масивів даних при малих розмірах, вазі та споживанні електроенергії;
- створенням зразків безпілотних засобів транспорту та військової техніки, що керується за допомогою високопродуктивних комп'ютерів.

Прикладом можливих революційних змін у розвитку мікропроцесорів може бути використання нових принципів роботи у «магнітних» процесорах, у яких носієм сигналу буде не заряд електрону, а його магнітне поле [130]. Крім того, дуже перспективними видаються мікрочипи, створені на основі алюмінату лантану і титанату стронцію. Взаємодіючи між собою, вказані матеріали миттєво переключаються із стану ізолятора у провідник. При цьому розміри елементарних чарунок пам'яті можуть складати менше одного нанометру. Подібні мікрочипи дозволять працювати на частотах у десятки гігагерц, споживаючи мінімум енергії. Крім того, вони обіцяють можливості, про які сучасна кібернетика поки ще й не мріє.

На цьому фоні, за даними фахівців, лідер української мікроелектроніки – завод «Квазар» та його дочірнє підприємство «Квазар – інтегральні схеми» – відкотився до рівня 2,5–3,0-х мікронної технології. Тобто вони виготовляють нескладні біполярні схеми, для яких ще існує ринок, але він жорсткий, з невисокою рентабельністю, висококонкурентний (вимушені конкурувати з білорусами, росіянами, китайцями). Розвинуті країни відмовляються від подібних технологій, що застарівають, і передають таке виробництво куди завгодно. Виходом була б купівля нового заводу з найсучаснішими технологіями, але він коштує мільярди, що неможливо сьогодні для бюджету України [164].

«Квазар» часто називають українською силіконовою долиною, оскільки створений ще у 1962 р. завод був флагманом радянської електроніки. Сьогодні територія «Квазара» – це 23 гектара землі і близько 120 тис. кв. метрів виробничих площ із спільною виробничою інфра-

структурою, яка об'єднує відразу кілька високотехнологічних підприємств у єдиний кластер. На цій території розташовані [109]: завод «Піллар», який належить голландській компанії «Піллар Груп», яка вирощує сонячний кремній і займає приблизно 15% світового ринку; Центр розробки засобів проектування мікросхем компанії «Політеда», продукція якої на сьогодні визнана однією з кращих у світі; російське підприємство «Ситронікс» – найбільший у східній Європі hi-tech концерн (акції якого котируються на Лондонській фондовій біржі), який займається продажами комп'ютерного обладнання в СНД, країнах Балтії, Угорщини і Чехії; міжнародна ІТ-компнія «Квазар-Мікро», яка почала з розробки мікросхем, а згодом перейшла у сферу ІКТ; НВО «Кристал», який виробляє мікросхеми; власне сам завод ВАТ «Квазар» – одне з небагатьох на пострадянському просторі підприємств, які займаються сонячною енергетикою. Завод виробляє фотоелементи і сонячні батареї.

ІТ-компанія «Квазар-Мікро» (КМ) була заснована у 1990 р. Є. Уткіним – головним конструктором НДІ з розробки мікропроцесорів заводу «Квазар», і вже у 1992 р. всесвітньо відома корпорація Intel назвала КМ найкращим дистрибутором у країнах СНД, а сама компанія почала збирати персональні комп'ютери [49]. І тільки у 1995 р. у відповідь на потреби клієнтів КМ зайнялася системною інтеграцією: банки купували велику кількість комп'ютерів, а поєднати їх у єдину мережу власними силами не могли. У 1996 р. компанія вийшла на ринок ІТ-консалтингу. З того часу дистрибуція стала стрижнем компанії КМ і допомагала знаходити замовників на інші послуги, які не давали значного доходу, але приносили високий прибуток. У 2004 р. КМ була продана російській акціонерній фінансовій корпорації (АФК) «Система» (за 28 млн дол. США за 51 % акцій), завдяки чому КМ вийшла на російський ринок і одержала гарантованих клієнтів в особі підрозділів АФК «Система». У свою чергу, АФК на базі «Квазар-Мікро» і ще кількох активів створила холдинг «Ситронікс». У 2007 р. «Система» викупила за 167 млн дол. США у засновників КМ 49 % акцій, що залишилися, а сама компанія «Квазар-Мікро», що приносила в рамках холдингу більше половини доходів, була перейменована у «Ситронікс. Інформаційні технології».

З часом виручка КМ від консалтингу і системної інтеграції стрімко зростала, а значення дистрибуції поступово зменшувалось. В результаті у 2006 р. КМ припинила виробництво комп'ютерів, а дистрибуція зараз займає в оборотах компанії «Ситронікс. Інформаційні технології» дві третини і лише одну третину всього холдингу «Ситронікс». У 2008 р. Є. Уткін розпочав процес відродження компанії «Квазар-Мікро», викупивши за 50 млн дол. США дистрибуторський бізнес холдингу «Ситронікс» і повторюючи стару схему: на попередній дистрибуційній базі і під старою назвою розвивати нову компанію – системного інтегратора (наприклад, для оптимізації і обслуговування інформаційної інфраструктури банків) [49].

Інститут мікроприладів НАН України проектує для Китаю також нову схему по нормам 0,35 мікрона. Але українські інженери розробляють тільки дизайн, в той же час, виробництва такого рівня інститут не має (оскільки воно надзвичайно капіталомістке). Навіть програмний продукт, що використовується для проектування схем, обходиться від 100 тис. дол. США до півмільйона. Академічний інститут не може дозволити собі такі придбання, не кажучи вже про розгортання самого виробництва, що потребує на кілька порядків більш значних капіталовкладень [164].

На жаль, без багатомільярдних інвестицій (в основному, іноземних) реанімувати колишні конкурентоспроможні сектори і підгалузі в електронній та мікроелектронній промисловості України неможливо. Імовірність залучення таких обсягів інвестицій в одну галузь практично дорівнює нулю.

Сьогодні найкращі стартові позиції для конкуренції на світових ринках Україна має у: світлотехніці на базі надяскравих світлодіодів, мікрохвильової електроніки, опто- та інфрачервоної електроніки. А у галузі мікрофотоелектроніки Україна має наскрізну кооперацію, яка дозволяє виготовляти вироби в цілому [61]. Це дозволить вже найближчі роки створити в Україні нові сучасні високорентабельні виробництва без мільярдних капіталовкладень. Фахівці вважають, що кожний вкладений у мікроелектроніку долар приносить 20 доларів прибутку, дозволяє

створити у три рази більше робочих місць, ніж у інших галузях промисловості.

Україна експортує мікрохвильові прийомо-передавачі, синтезатори частот, радіометричні комплекси, електровакуумні та радарні системи (виробництва ДП НДІ «Оріон»), які користуються попитом у Китаї. Високотехнологічні мікрохвильові прийомо-передавачі придбає Росія. Львів'яне експортують в Китай найновіші мікрохвильові радіотехнічні комплекси. НТК «Інститут монокристалів» НАН України (м. Харків) виробляє і експортує в США, Японію, Швейцарію, Росію, Ізраїль матеріали та вироби для електроніки.

За останні 10 років було прийнято біля десятка галузевих і міжгалузевих програм підтримки електронної галузі України, в тому числі: «Розробка і виробництво приладів і установок автоматизації і систем управління», «Складна радіоелектронна та вимірювальна апаратура», «Програма розвитку найбільш конкурентоспроможних напрямків мікроелектроніки в Україні». Була прийнята «Національна програма розвитку електронної промисловості України на 1999 – 2005 рр.», але жодної копійки на фінансування заходів цієї програми так і не було виділено. В той же час, тільки в рамках однієї державної науково-технічної програми «Розвиток мікро- і оптоелектронних технологій», яка діє з 2005 р. і фінансування якої після чергового коригування держбюджету було у 2005 р. скорочене з 21,54 млн грн у 5 разів при аналогічній ситуації і у 2006 р., шість інститутів НАН України і провідні галузеві НДІ та КБ Мінпромполітики досягли результатів світового рівня. Так, сьогодні вітчизняна економіка забезпечена суперсучасними оптоелектронними приладами для охорони здоров'я, моніторингу навколишнього середовища, боротьби з тероризмом, конкурентоспроможними напрямами твердотільної НВЧ-електроніки міліметрового діапазону. Розробка кольорових і білих електролюмінісцентних джерел світла (світлодіодів) може стати революцією в енергозбереженні (в Японії, США, Китаї білі світлодіоди вже починають витискати звичні електролампи, оскільки вони споживають електроенергії у 4 – 5 разів менше найекономічних джерел світла, і в 10 – 15 разів менше від звичайних ламп, при тривалості їх роботи більше 10 років). Серійний випуск таких світлодіодів міг би

у десятки разів знизити електроенергоємність і вітчизняного виробництва, і житлово-комунального сектора [61].

Сьогодні українській державі найбільш вигідно фінансувати не проблемні застарілі електронні заводи, а перспективні напрями і програми, за якими можна досягнути добрих серйозних результатів вже сьогодні. Держава виграє від того, що, по-перше, вона одержить унікальні технології світового рівня; по-друге, підсилить галузеву кооперацію, де свою нішу зможуть знайти усі заводи незалежно від їх теперішнього стану.

А поки держава роздумує, в Україні починають з'являтися промислові підприємства електронної індустрії провідних світових виробників. Так, в п'яти кілометрах від Ужгорода американська компанія Jabil Circuit, яка має 45 заводів у 20-ти країнах світу і виробляє продукцію Philips, Nokia, Hewlett Packard (HP), IBM, Alcatel, на початку 2007 р. побудувала першу чергу найкрупнішого заводу з виробництва електронної побутової техніки, а саме: збирання інформаційних плат для комп'ютерів HP, мобільних телефонів для провідних світових брендів. Вартість проекту – 40 млн дол. США, з яких 18 млн дол. США – побудова першої черги підприємства площею 26 тис. кв. м, 2 млн дол. США – розвиток місцевої інфраструктури, 20 млн. дол. США – закупівля найсучаснішого обладнання [100]. Причому вся продукція, вироблена в Україні, піде на експорт. Україна привабила інвестора своїм вигідним географічним положенням, наявністю сировинної бази (пластмаси, метал), кваліфікованими і відносно дешевими фахівцями.

5.2. Перспективні розробки в галузі мікроелектронної техніки України

В період 2007 – 2012 рр. В Україні діяла низка державних програм підтримки розвитку електроніки як матеріальної бази ІКТ в Україні, а саме: Державна цільова науково-технічна програма «Розроблення і освоєння мікроелектронних технологій, організація серійного випус-

ку приладів і систем на їх основі» на 2008 – 2011 рр.; Державна цільова науково-технічна програма розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів на 2008 – 2012 рр.; Державна цільова науково-технічна програма «Створення хіміко-металургійної галузі виробництва чистого кремнію протягом 2009 – 2012 рр.» Розглянемо більш докладно актуальність, основний зміст і одержані результати від виконання вказаних програм.

21.11.2007 р. Кабінетом Міністрів України була затверджена Державна цільова науково-технічна програма «Розроблення і освоєння мікроелектронних технологій, організація серійного випуску приладів і систем на їх основі» на 2008 – 2011 рр. [26].

Мікроелектроніка має стратегічне значення для економіки України, оскільки визначає технічний рівень промислової і побутової продукції, її конкурентоспроможність, стимулює розвиток інших галузей. Обороноздатність країни також потребує високого рівня забезпечення військової техніки вітчизняною електронною елементною базою, оскільки використання зарубіжної електроніки неприпустиме.

Україна входить до переліку 17 країн світу, які володіють мікроелектронними технологіями. Програма спрямована на відродження і підтримку вітчизняного виробництва, розвиток нових електронних технологій. Відновлення найбільш технологічно розвинутих напрямів виробництва матеріалів, пристроїв і систем електроніки, їх подальший розвиток забезпечать становлення високотехнологічного укладу економіки, підвищення конкурентоспроможності продукції, розв'язання важливих соціальних завдань, пов'язаних з підвищенням рівня життя населення.

Метою Програми були:

- розвиток нових конкурентоспроможних напрямів виробництва наукоємних матеріалів електронної техніки і електронного приладобудування на базі вітчизняних технологій та суттєве (до 15 %) збільшення обсягів їх виробництва, зростання експортного потенціалу;
- розроблення, освоєння та організація серійного випуску принципово нових матеріалів, електронної компонентної бази новітнього покоління та мікроелектронних приладів на її основі;

- доведення до завершення одержаних у 2005 – 2007 рр. результатів науково-технічних розроблень у галузі мікроелектроніки.

Для досягнення мети програми необхідно було виконати такі основні завдання:

- створення мікроелектронних приладів для охорони здоров'я, моніторингу (зокрема ядерного) навколишнього природного середовища, запобігання тероризму;
- створення принципово нових матеріалів (у тому числі наноматеріалів) і компонентів для мікроелектроніки;
- створення приладів інфрачервоної мікроелектроніки нового покоління з високою роздільною здатністю і розширеним діапазоном функціонування;
- забезпечення розвитку твердотільної надвисокочастотної електроніки міліметрового діапазону довжини хвиль за такими напрямами: створення елементної бази приладів, розроблення і виробництво діодів, елементів інтегральних схем, базових модулів і апаратури для новітніх систем навігації та радіолокації;
- розширення експортного потенціалу в сфері високих мікроелектронних технологій.

У результаті виконання Програми очікувалося:

- створення детекторів радіації та сенсорів з метою контролю багажу, легкових та вантажних автомобілів, для рентгенівської техніки в медицині, моніторингу радіаційної безпеки територій атомних електричних станцій, організація виробництва порталів і рентгенівських сканерів;
- розроблення технології виготовлення нанокераміки на основі важких оксидів рідкісноземельних металів для реєстрації іонізуючого випромінювання;
- організація виробництва високоякісних підкладок із сапфіру для структур кремній на сапфірі, світлодіодів та інших комплектувальних приладів мікроелектроніки;
- розроблення та освоєння випуску багатоелементних інфрачервоного діапазону фотоприймальних пристроїв та випромінюва-

чів інфрачервоного діапазону спектра з роздільною здатністю, близькою до дифракційної межі і необхідною для одержання гранично можливого обсягу інформації;

- освоєння випуску неохолоджуваних багатоелементних чутливих приймачів терагерцового діапазону на основі напівпровідників типу A^2B^6 та A^4B^6 для систем активного бачення та ідентифікації вибухонебезпечних речовин, наркотиків тощо;
- організація виробництва надвисокочастотної елементної бази міліметрового діапазону та інтегральних схем, мікроприладів для забезпечення нового покоління малогабаритних надвисокочастотних систем, зокрема автомобільних радарних сенсорів, малогабаритних передавально-приймальних модулів для малогабаритних корабельних та гелікоптерних радарів і надшвидких радіорелейних систем зв'язку.

Найбільш значущі результати виконання вказаної програми за 2010 – 2011 рр. приведені в табл. К.1 Додатку К [78 – 82]. При цьому завершальний етап робіт було подовжено на 2012 р.

Україна володіє необхідним науковим і виробничим потенціалом, здатним забезпечити розвиток вітчизняних сенсорних технологій, науково-технічних та конструкторсько-технологічних розробок, спрямованих на створення сенсорних наукоємних продуктів нового покоління. За останні роки вітчизняними науковцями і розробниками в цьому напрямі досягнуто певних успіхів. Проте значне відставання вітчизняного виробництва від світового рівня розвитку інтелектуальних технічних засобів на основі сенсорних технологій зумовлено, зокрема, відомчою відокремленістю наукових академічних та галузевих установ, вищих навчальних закладів та промислових підприємств, низьким рівнем запровадження інноваційних розробок вітчизняними підприємствами, недостатнім фінансуванням науки в цілому.

Внаслідок цього постає низка проблем, які потребують нагального вирішення:

- відбувається зниження частки високотехнологічної продукції у структурі вартості валового внутрішнього продукту;

- відсутня єдина система контролю і сертифікації продукції нано- та сенсорних технологій, які відповідають новим вимогам світового ринку інтелектуальних продуктів;
- постає необхідність впровадження в усі сфери виробництва та споживання сенсорних наукоємних продуктів.

Як наслідок, потребує реалізації програма наукових і науково-технічних досліджень, спрямована на розроблення і створення таких сенсорних наукоємних продуктів, як наноструктуровані матеріали, інтелектуально насичені сенсорні системи, прилади та технології, рівень розвитку яких сприятиме забезпеченню технологічного оновлення різних галузей економіки.

Постановою Кабінету Міністрів України від 05.12.2007 р. № 1395 було затверджено Державну цільову науково-технічну програму розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів на 2008 – 2012 рр. [27].

Програма спрямована створення вітчизняних сенсорних наукоємних продуктів з метою формування науково-технічної бази для виробництва конкурентоспроможної продукції. Найбільш ефективним шляхом вирішення цих питань є використання міждисциплінарних підходів, в основі яких лежать комплексні наукові розробки та дослідження у сфері фізики, хімії, біології, матеріалознавства, інформатики, електроніки тощо.

Метою Програми є створення принципово нових конкурентоспроможних сенсорних наукоємних продуктів (матеріалів, сенсорів, аналітичних приладів та інтелектуальних систем) та їх впровадження в усі сфери промислового виробництва та споживання.

Розв'язання проблеми щодо необхідності впровадження сенсорних наукоємних продуктів може бути здійснено шляхом:

- розроблення дослідних технологій виробництва наукоємних матеріалів для сенсорної техніки з метою створення вітчизняного технологічного обладнання;
- забезпечення широкого використання мікро- та оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем у виробництві;

- створення біомультисенсорних багатофункціональних технологій та інформаційних систем, здатних відтворювати функції електронної реєстрації запаху («електронний ніс») та смаку («електронний язик»);
- упровадження пристроїв та їх систем для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій;
- забезпечення розвитку систем сертифікації, метрології і стандартизації для виробів сенсорної техніки, що сприятиме зменшенню їх вартості, підвищенню рівня споживчих властивостей та конкурентоспроможності на ринках електронної продукції та матеріалів.

Необхідний рівень комплексності та міждисциплінарності під час створення сенсорних наукоємних продуктів базується на використанні результатів наукових досліджень у сфері матеріалознавства, фізики, хімії, медицини і біології та новітніх конструкторських рішень.

Виконання Програми дасть змогу:

- задовольнити потреби ряду галузей вітчизняної економіки у наукоємних сучасних напівпровідникових матеріалах і структурах та сенсорних приладах на їх основі;
- збільшити енергетичний потенціал держави за рахунок прискореного розвитку сонячної енергетики, а також зменшити енергоємність промислової продукції за рахунок впровадження інтелектуальних сенсорних систем контролю і управління технологічними процесами в енергетиці, металургії, машинобудуванні, харчовій та переробній промисловості, авіаційній і космічній техніці;
- укомплектувати вітчизняні сертифікаційні лабораторії високоякісним діагностичним обладнанням і створити умови для організації центрів загального користування обладнанням для діагностики, метрології, атестації та сертифікації сенсорних наукоємних продуктів, що є обов'язковою умовою виходу наукоємної продукції вітчизняного виробництва на міжнародний ринок;

- упровадити біосенсорні комплекси для проведення моніторингу навколишнього природного середовища, а також у галузі медицини, фармацевтичної, харчової і переробної промисловості;
- покращити існуючі та створити нові споживчі властивості, підвищити якість та конкурентоспроможність вітчизняної продукції (послуг);
- підвищити ефективність процесів діагностики та лікування хвороб шляхом впровадження нових приладів і методик діагностування;
- прискорити розроблення нових матеріалів та препаратів для медицини і фармацевтичної промисловості.

Найбільш значущі результати виконання вказаної програми за 2010 – 2011 рр. з урахуванням продовження програми до 2017 р. наведені в табл. Л.1 Додатку Л [78 – 82].

12 червня 2013 р. на засіданні Уряду внесено зміни до Постанови Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1395 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів на 2008 – 2012 рр.».

Змінами передбачено продовження до 2017 р. Державної цільової науково-технічної програми розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів на 2008 – 2012 рр. Програму розроблено Національною академією наук на виконання доручення Прем'єр-міністра України від 27 липня 2011 р.

Програма стала вагомим внеском у реалізацію пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, а саме: енергетики та енергоефективності, нових технологій профілактики та лікування найпоширеніших захворювань, нових речовин і матеріалів. Результати реалізації завдань і заходів Програми сприятимуть активізації інноваційної діяльності вітчизняних виробництв високотехнологічної продукції.

За період 2008 – 2011 рр. в рамках реалізації програми отримано вагомі результати зі створення наукоємних технологій, одержання багатофункціональних матеріалів і структур, сенсорних технологій для електронних приладів та інформаційних систем, енерго- та ресурсо-

зберігаючих сенсорних систем, біомультисенсорних багатофункціональних інформаційних систем та створення систем атестації і метрології сенсорних продуктів. Окрім того, створено низку розробок, які мають високий науково-технічний рівень. За окремими проектами, такими як створення технології вирощування оптичного германію нового типу, високочутливих сенсорів температури та магнітного поля, рівень розробок перевищує світловий, а розробки з багатофункціональних біотехнологій відповідають світовому рівню. Розробки впроваджуються на вітчизняних підприємствах, в академічних установах та медичних закладах.

З метою виконання в повному обсязі запланованих завдань і заходів Програми, суттєвого розширення масштабів упровадження і посилення співробітництва з вітчизняними замовниками сенсорної наукоємної продукції постала нагальна потреба продовження терміну виконання Державної цільової науково-технічної програми, розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів на період до 2017 р. Міністерство освіти і науки разом з Національною академією наук доопрацювали проект Постанови Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до Постанови Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1395», визначивши в ній перелік прикладних завдань із розроблення та впровадження сенсорних наукоємних продуктів у відповідних галузях економіки [20]. Реалізація цієї Постанови дозволить в результаті виконання заходів та завдань Програми створити нові види сенсорної техніки, матеріалів, технологій, об'єкти інтелектуальної власності.

Зокрема, згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 12 червня 2013 р. № 477 «Про внесення змін до Постанови Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1395» необхідно доповнити розділ «Очікувані результати, ефективність Програми» після абзацу восьмого новими абзацами такого змісту [20]:

- налагодити сучасне виробництво конкурентоспроможного високопрозорого оптичного германію (пластин великого розміру), що дасть змогу вітчизняним виробникам створювати новітні тепловізійні прилади на рівні світових стандартів, зокрема спе-

ціального призначення, з використанням зазначеного матеріалу вітчизняного виробництва;

- впровадити у виробництво нанокристалічні матеріали з низьким коефіцієнтом термічного розширення для виробництва радіопрозорих деталей спеціальної техніки та оптичних елементів (дзеркал та дзеркальних призм) для авіаційно-космічного приладобудування, що дасть змогу виробляти в Україні прецизійні деталі оптико-електронних приладів для експлуатації в екстремальних умовах (термічні та механічні удари, вібрації тощо);
- впровадити у виробництво матричні термочутливі елементи для неохолоджуваних тепловізорів як спеціального призначення, так і для широкого вжитку в комунальному господарстві, медицині, екології, що дасть змогу здійснювати дистанційний тепловізійний контроль температурних полів на об'єктах в режимі реального часу з високою точністю;
- впровадити у виробництво малогабаритні прецизійні інтегральні перетворювачі абсолютного диференційного та відносного тисків рідин і газів для систем управління та контролю технологічними процесами в нафтопереробній і нафтохімічній, вугільній, коксохімічній промисловості та на об'єктах комунального господарства, в кабельних мережах цифрового телебачення та під час розробки й експлуатації ракетно-космічної техніки, що дасть змогу проводити моніторинг виробничих процесів, економно використовувати енергоресурси, підвищити якість та зменшити похибки організаційно-технологічних рішень;
- впровадити у виробництво новітні високоефективні інфрачервоні обігрівачі на основі стабільних нагрівальних елементів з регулюванням як вихідної потужності обігрівачів, так і довжини хвилі випромінювання, що дасть змогу на принципово новому якісному рівні здійснювати обігрівання житлових і виробничих приміщень, замінивши газові обігрівачі;
- створити та застосувати інформаційний комплекс для проведення аналітичних досліджень під час розв'язання проблем іденти-

фікації складних багатокомпонентних сумішей в газовій фазі, що дасть змогу проводити моніторинг високотехнологічних процесів у промисловості, встановлювати відповідність еталонам якості товарів широкого вжитку (таких як фармацевтичні вироби, продукти харчування, напої тощо), швидко ідентифікувати потенційно небезпечні для людини та навколишнього природного середовища речовини;

- впровадити у виробництво автономний високочутливий біосенсор для проведення експресної діагностики захворювань великої рогатої худоби на лейкоз і туберкульоз, найнебезпечніших вірусних та генних хвороб безпосередньо у сільських господарствах, що дасть змогу істотно покращити якість продукції тваринництва та підвищити її конкурентоспроможність на зовнішньому ринку;
- впровадити у виробництво високочутливий імуносенсорний портативний аналізатор плазми крові, що дасть змогу проводити експрес-діагностику хворих на початкових стадіях захворювань на тромбофлебіт, інсульт, інфаркт, тромбоемболію та прискорити процес їх лікування;
- впровадити у виробництво технологію одержання пристроїв акумуляції природного газу в разі пониженого тиску з використанням нових високоефективних адсорбційних матеріалів, що дасть змогу в 2,5 рази збільшити кількість газу в акумуляційних балонах, зменшити на 30 відсотків витрати металу та знизити рівень небезпеки вибуху під час зберігання, транспортування та використання газу;
- впровадити біосенсорну систему для досліджень у галузі онкології головного мозку людини та моніторингу стану післяопераційних хворих на гліоми та інші нейрохірургічні захворювання, що дасть змогу істотно скоротити час, необхідний для діагностування онкологічних хворих, покращити та прискорити процес лікування;
- організувати виробництво контрольно-перевірочного устаткування для проведення приймально-здавальних випробувань со-

нячних фотоелектричних модулів для підприємств фотоенергетичної галузі, що забезпечить здійснення належного контролю фототехнічних параметрів матеріалів, компонентів та устаткування під час створення фотоелектричних станцій.

Висновки до розділу 5

1. Україна входить до переліку 17 країн світу, які володіють мікроелектронними технологіями. *Мікроелектроніка має стратегічне значення для економіки України*, оскільки визначає технічний рівень промислової і побутової продукції, її конкурентоспроможність, стимулює розвиток інших галузей. Обороноздатність країни також потребує високого рівня забезпечення військової техніки вітчизняною електронною елементною базою, оскільки використання зарубіжної електроніки неприпустиме.

2. Сьогодні найкращі стартові позиції для конкуренції на світових ринках Україна має у *світлотехніці на базі надяскравих світлодіодів, мікрохвильової електроніки, опто- та інфрачервоної електроніки, а також* у галузі *мікрофотоелектроніки*. В той же час, без багатомільярдних інвестицій (в основному іноземних) реанімувати колишні конкурентоспроможні сектори і підгалузі в електронній та мікроелектронній промисловості України неможливо, а ймовірність залучення таких обсягів інвестицій в одну галузь практично дорівнює нулю.

3. За останні 1 – 15 років було *прийнято близько десятка галузевих і міжгалузевих програм підтримки електронної галузі України*, в тому числі: «Розробка і виробництво приладів і установок автоматизації і систем управління», «Складна радіоелектронна та вимірювальна апаратура», «Програма розвитку найбільш конкурентоспроможних напрямків мікроелектроніки в Україні», а також «Національна програма розвитку електронної промисловості України на 1999 – 2005 рр.», але *жодної копійки на фінансування заходів цієї програми так і не було*

виділено. В період 2007 – 2012 рр. в Україні діяла низка державних програм підтримки розвитку електроніки як матеріальної бази ІКТ в Україні, а саме: Державна цільова науково-технічна програма «Розроблення і освоєння мікроелектронних технологій, організація серійного випуску приладів і систем на їх основі» на 2008 – 2011 рр.; Державна цільова науково-технічна програма розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів на 2008 – 2012 рр.; Державна цільова науково-технічна програма «Створення хіміко-металургійної галузі виробництва чистого кремнію протягом 2009 – 2012 рр.».

4. *За результатами виконання вказаних програм* було створено мікроелектронні прилади для охорони здоров'я, моніторингу (зокрема ядерного) навколишнього природного середовища, запобігання тероризму; створено принципово нові матеріали (у тому числі наноматеріали) і компоненти для мікроелектроніки; створено прилади інфрачервоної мікроелектроніки нового покоління з високою роздільною здатністю і розширеним діапазоном функціонування; забезпечено розвиток твердотільної надвисокочастотної електроніки міліметрового діапазону довжини хвиль за такими напрямами: створення елементної бази приладів, розроблення і виробництво діодів, елементів інтегральних схем, базових модулів і апаратури для новітніх систем навігації та радіолокації; розроблено дослідні технології виробництва наукоємних матеріалів для сенсорної техніки з метою створення вітчизняного технологічного обладнання; забезпечено широке використання мікро- та оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем у виробництві; створено біомультисенсорні багатофункціональні технології та інформаційні системи, здатні відтворювати функції електронної реєстрації запаху («електронний ніс») та смаку («електронний язик»); упроваджено пристрої для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій; забезпечено розвиток систем сертифікації, метрології і стандартизації для виробів сенсорної техніки, що сприятиме зменшенню їх вартості, підвищенню рівня споживчих властивостей та конкурентоспроможності на ринках електронної продукції та матеріалів.

5. Сьогодні українській державі найбільш вигідніше фінансувати не проблемні застарілі електронні заводи, а перспективні напрями і програми, за якими можна досягнути серйозних результатів вже сьогодні. Держава виграє від того, що, по-перше, вона одержить унікальні технології світового рівня; по-друге, підсилить галузеву кооперацію, де свою нішу зможуть знайти усі заводи незалежно від їх теперішнього стану. *Відновлення найбільш технологічно розвинутих напрямів виробництва матеріалів, пристроїв і систем електроніки на основі широкого використання NBIC-технологій,* їх подальший розвиток забезпечать становлення високотехнологічного укладу економіки, підвищення конкурентоспроможності продукції, розв'язання важливих соціальних завдань, пов'язаних з підвищенням рівня життя населення.

ВИСНОВКИ

1. Підтримка конкурентоспроможності вітчизняних товаровиробників на на зовнішніх та внутрішніх ринках збуту промислової продукції можлива лише за умов нарощування та ефективного використання потенціалу інноваційного розвитку. За цих умов суттєво загострюється необхідність в реалізації проектів наукових досліджень, які спрямовані на пошук перспективних напрямів підвищення інноваційної активності суб'єктів промислової діяльності на основі впровадження NBIC-технологій в Україні.

2. Сьогодні практично усі розвинені держави світу вбачають в нанотехнологіях (N) разом з біотехнологіями (B), інформаційними (I) та когнітивними (C) технологіями головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити в недалекому майбутньому основні глобальні проблеми людства, а саме: депопуляція і старіння населення; нестача продовольства; екологічні проблеми і захист навколишнього середовища; вичерпання природних ресурсів і нова енергетика; перехід до нового технологічного укладу.

3. Період диференціації знань, роздрібнення наукових дисциплін на усе більш мілкі і спеціальні розділи відходить у минуле. Розвиток ІКТ і нанотехнологій потребує синтезу знань, накопичених, зокрема у фізиці, хімії, біології, когнітивних та інформаційних науках. Процес конвергенції невідворотний, логічно обґрунтований і практично необхідний. Природа єдина, усі структурні рівні матерії пов'язані і проникнуті дією універсальних законів. І високі технології XXI століття – NBIC-технології – також засновані на загальних принципах.

4. Впровадження конвергентних NBIC-технологій дозволить якісно змінити структуру і технологічний рівень промисловості (тобто змінити «лице» традиційних галузей і створити новітні галузі, що мають найвищу сьогодні конкурентоспроможність), значно прискорити економічний розвиток і підняти на якісно новий рівень соціальну сферу України.

5. Існуюча практика визначення загальнодержавних пріоритетів розвитку науки і техніки в Україні тільки в 2011 р. набула більш-менш конкретних форм. Затверджені в 2011 р. пріоритети мають більш чіткі форми, але їх все ще забагато для того, щоб сконцентрувати невеликі обсяги бюджетних коштів на дійсно найважливіших напрямках досліджень, що покликані вирішувати нагальні проблеми людства і специфічні проблеми, які стоять перед Україною.

6. Визначення державою пріоритетних напрямів наукових досліджень у сфері NBIC-технологій відповідно до найважливіших (глобальних) проблем людства, які безпосередньо відносяться й до України, надасть можливість управління відповідними дослідженнями, дозволить раціонально витрачати бюджетні кошти саме на вирішення найболючіших проблем розвитку промисловості, економіки і суспільства в цілому, а не потурати науковим закладам, що нав'язують державі свою тематику досліджень, до якої вони вже звикли за багато років і яка, зазвичай, вже мало відповідає потребам і держави, і економіки, і суспільства.

7. Сьогодні нанотехнології являють собою одну з основних тенденцій розвитку науки і техніки і суспільного прогресу взагалі. Специфіка явищ і процесів, які відбуваються при переході до нанотехнологій, пов'язана із проявом квантових фізичних законів і хвильовою природою мікрочастинок, коли властивості речовин і матеріалів, створених наноелементами, обумовлені не тільки зменшенням структурних елементів, але й хвильовою природою перенесення й домінуючою роллю поверхонь розділу. Як наслідок, людство вступає в таку «виробничу» сферу, де зникає межа між живою й неживою природою.

8. Нанотехнології вже зачіпають і можуть докорінно змінити медицину і біотехнології, енергетику, електроніку, обробну промисловість і багато інших галузей економік країн світу. Перехід до нанотехнологій, а саме до атомного конструювання будь-яких матеріалів, надає найважливіший результат – дематеріалізацію виробництва і різке якісне зменшення енерго- і ресурсоємності. Дослідники, інвестори, фірми вже оцінили можливості нових технологій і усе ширше впроваджують їх у комерційне виробництво. Очевидно, нанотехнології зможуть вийти на повномасштабне комерційне застосування після того, як будуть ви-

рішені три проблеми: самоорганізація наноматеріалів, їхнє самоформування й самоскладання.

9. Визначенню «нанопродукти» відповідають як наноматеріали, так і вироби, створені за допомогою нанотехнологій. Нанопродукти поділяють на первинний і вторинний. Первинним нанопродуктом є власне наноматеріали, які складають ядро ринку нано. Вони використовуються у виробництві товарів кінцевого споживання, які, у свою чергу, є вторинними нанопродуктами. Наноматеріали і технології їх одержання сьогодні є реальною науково-технічною основою ринку, але займають тільки незначну його частку. Значно більшу частку складають вироби, створені з використанням нанотехнологій. Виділяють чотири основні покоління нанотехнологічних матеріалів і продуктів, початок кожного з яких може визначатись появою перших комерційних прототипів (що відповідає певному рівню розвитку нанотехнологій), а саме: пасивні, активні, трьохвимірні і гетерогенні молекулярні наноструктури.

10. Нанотехнологічні інноваційні розробки обіцяють виникнення великої кількості проривних бізнес-проектів, які можуть «підірвати» соціальну рівновагу і одночасно дозволять людству «привести» речовину до якогось коду, що піддається впливу і змінам. У найближчому майбутньому людству доведеться пережити період бурхливого, експоненційного зростання нових технологій, пов'язаного зі злиттям цілого ряду традиційних наук (особливо біології, інформатики тощо) та їхнього взаємного синергетичного збагачення.

11. Нанотехнології значно відрізняються від інших «хвиль» технічного прогресу, оскільки вони пов'язані із суттєвою зміною парадигм розвитку і створюють не тільки нові товари, але й нові потреби або ринки, одночасно обіцяючи суттєво скоротити вартість товарів і підвищити їхню якість. Багато запланованих ідей нанотехнологій може мати велику кількість застосувань, що, природно, створює складності для інвесторів. Поки що більшість сфер застосування нанонауки припадає на побутову, медичну, інформаційну, енергетичну і сільськогосподарську галузі. Це означає, що більша частина прибутку, швидше за все, опиниться в руках основних промислових гігантів, уже присутніх на ринках. Інвестиції в нові компанії середнього розміру і фірми, що розвиваються, з акцен-

том на нанотехнологіях, окупляться, швидше за все, у сфері біотехнологій через те, що нові й молоді компанії мають свої продукти, процеси, ноу-хау й інтелектуальну власність.

12. У період 2011 – 2014 рр. продажі такого сектору ринку нанопродуктів, як «Наноматеріали» у вартісному відношенні зросли більше, ніж у 1,5 рази, а з найбільшим темпом буде розвиватись сегмент «Нанокомпозити». За кількістю наноматеріалів, що знаходяться в розробці, домінують полі наночастинки і нанокомпозити. Обсяги сектору «Медицина і біотехнології», що характеризується достатньо довготривалим періодом виведення на ринок нових продуктів, подвояться, але багато з потенційних застосувань у фармацевтиці, біомедицині й медичному обладнанні, відомі на даний момент, навряд чи стануть комерційно доступними у найближчий час. У секторі «Енергетика» в прогнозному періоді пріоритети можуть змінитися: будуть значно зростати сегменти «Сонячна фотоелектрика», «Виробництво синтетичного вуглеводневого палива», «Батареї», «Світлодіоди» і «Виробництво водню», основна частка ринку залишиться за нафтопереробкою. Сьогодні сектор «Електроніка та ІКТ» – це найбільший індустріальний сегмент ринку нанопродуктів, який у вартісному відношенні збільшиться практично в 4 рази. При цьому найбільші темпи зростання покаже сегмент «Оптоелектроніка», хоча основну частку ринку будуть займати нанотехнологічні інструменти для електроніки. Обсяг сектору «Обробна промисловість» у вартісному значенні збільшиться більше, ніж у 1,5 рази, а найбільші темпи росту покаже сегмент «Нанодатчики». Основна ж частка ринку залишиться за нанокаталізаторами, що пов'язано зі зрілістю технологій і великою кількістю застосувань, які існують.

13. Високотехнологічна авіаційна галузь економіки України сьогодні знаходиться у кризовому стані: вона потребує реорганізації, реструктуризації та великих (600 млрд дол.) інвестицій для модернізації виробничої бази. Український авіапром в цілому втратив свої конкурентні переваги і внаслідок відносно невеликих обсягів виробництва не є сьогодні локомотивом економічного зростання країни в цілому. З урахуванням інтересів національної безпеки України та збереження її інтелектуального потенціалу необхідно забезпечити функціонування

цієї галузі економіки у будь-яких масштабах, перш за все, забезпечивши широке впровадження новітніх NBIC-технологій у виробництво сучасної конкурентоспроможної авіатехніки. Потенційно, при переході на сучасні технології виробництва, в тому числі з використанням NBIC-технологій, авіабудування може перетворитись на одну із «родзинок» економіки майбутньої України.

14. Високотехнологічна ракетно-космічна галузь економіки України знаходиться трохи в кращому фінансовому стані, аніж авіаційна промисловість. Але вона також потребує зміни пріоритетів розвитку і значних інвестицій для модернізації виробничої бази. Як і авіапром, ракетно-космічна галузь сьогодні внаслідок відносно невеликих обсягів виробництва не є локомотивом економічного зростання України. В той же час, з урахуванням інтересів національної безпеки України та збереження її інтелектуального потенціалу, необхідно забезпечити функціонування цієї галузі економіки у будь-яких масштабах. В умовах підвищеної військової загрози для України ракетно-космічна галузь після певної модернізації (з урахуванням впровадження новітніх NBIC-технологій) може, перш за все, виконувати провідну роль у створенні оборонного щита держави.

15. Ядерна енергетика в Україні забезпечує 50 % виробництва електроенергії. Але при цьому з 15 блоків АЕС чотири перевищили плановий термін експлуатації (30 років), а дев'ять пропрацювали понад 20 років. Тобто вже сьогодні в урядових програмах необхідно передбачати технологічні та економічні заходи, спрямовані на подовження терміну експлуатації працюючих енергоблоків та поступове їх закриття. При цьому необхідно враховувати такі фактори: подовження строку експлуатації існуючих в Україні блоків АЕС, оскільки для водо-водяних енергоблоків строк подовження експлуатації понад нормативні 30 років становить 10 – 20 років; державна стратегія розвитку енергетики, оскільки для України можливі два її варіанти: пріоритетний розвиток традиційної енергетики, що означатиме зростання обсягів встановленої потужності АЕС і коефіцієнта використання їхньої потужності; пріоритетний розвиток відновлюваної енергетики, що може привести до зменшення коефіцієнта використання потужності АЕС і більш ранніх термінів по-

чатку виведення їх з експлуатації; ефективність використання тандема споживачів-регуляторів, оскільки, найімовірніше, до 2020 р. буде введено в експлуатацію два нові блоки на Хмельницькій АЕС (ХАЕС), після чого встановлена потужність АЕС становитиме 15,8 ГВт.

16. На основі результатів фундаментальних досліджень з фізики плазми за 2011 – 2013 рр. одержано низку важливих прикладних розробок для енергетики України: нові методи нанесення функціональних покриттів; модифікація матеріалів потужними потоками плазми; плазмові джерела інтенсивного екстремального ультрафіолетового та рентгенівського випромінювання; плазмові озонатори; низькотемпературні плазмові озонно-ультразвукові стерилізатори; геліконні технологічні джерела; плазмохімічні реактори; пароплазмова технологія переробки відходів; створення нових перспективних екологічно чистих плазмових технологій для промисловості, медицини, сільського господарства та охорони довкілля.

17. Наслідком виконання вказаної програми досліджень стануть такі найважливіші результати за напрямами: здобуття нових знань про фізичні явища, що відбуваються у високотемпературній плазмі, у тому числі при її взаємодії з твердими поверхнями; розробка принципових аспектів термоядерної енергетики майбутнього; розробка фізичних засад та обладнання для перспективних іонно-плазмових технологій для промислової обробки матеріалів, охорони довкілля, сільського господарства, медицини, діагностики речовини тощо; розвиток плазмової електроніки, плазмодинаміки та фізичних основ колективних методів прискорення заряджених частинок; поштовх до розвитку індустрії виробництва високотехнологічної продукції, яка наразі практично повністю імпортується.

18. У зв'язку із загостренням енергетичних і екологічних проблем, перспективою поступового вичерпання викопних вуглеводнів все гостріше постає питання широкого залучення відновлюваних джерел енергії, пошуку нових ефективних і екологічно толерантних енергоносіїв, наприклад, таких як водень. Лише незначна частка виробленого в світі водню надходить до високотехнологічних галузей, таких як мала енергетика, автомобільний транспорт, приладобудування тощо.

Пов'язано це з недостатнім розвитком новітніх технологій отримання водню, особливо із використанням альтернативних та відновлюваних джерел енергії, технологій його ефективного і безпечного зберігання, технологій і матеріалів для виробництва дешевих та стабільно працюючих паливних елементів як найбільш привабливого кінцевого елемента воднево-енергетичного циклу.

19. Розвиток новітніх технологій отримання водню, створення відповідних матеріалів і високоефективних процесів може привести до суттєвого зниження вартості як самого водню, так і допоміжних систем, особливо паливних комірок, що сприятиме широкій комерціалізації зазначених технологій, які є складовою частиною водневої енергетики. Реалізувати вказані показники водневої енергетики можна лише за рахунок нових революційних рішень у галузях виробництва, зберігання і використання водню. Більшість розвинутих країн і Україна продовжують інтенсивні фундаментальні і прикладні дослідження із зазначених напрямів. До того ж подальший розвиток і ширше впровадження водневої енергетики узгоджується із загальною тенденцією розвитку енергетичних комплексів розвинутих держав, яка полягає у зростаючому використанні сонячної, вітрової, геотермальної енергії, інших місцевих ресурсів, а також максимально можливої децентралізації енергопостачання.

20. Для України, яка лише наполовину забезпечує себе енергоносіями власного виробництва, використання альтернативних джерел енергії, в тому числі водню, є конче потрібним і може забезпечити майже 20 % загальної потреби країни без будь-яких екологічних ризиків. Саме при такій тенденції розвитку воднева енергетика при її універсальності, екологічній толерантності, пристосованості до будь-яких первинних енергоресурсів буде відігравати провідну роль.

21. Біомедицина як один з напрямів використання конвергенції NBIC-технологій, за різними оцінками, приведе до найбільш радикальних проривних досягнень у цій галузі інновацій. Як очікується, в XXI столітті досягнення нано- і біотехнологій створять нові методи в терапії і потенційні передумови до збільшення фізичних можливостей людини. Вже сьогодні відбувається революція в медицині з точки зору уявлень про етіологію, патогенез і лікування хвороб людини, що

пов'язано з досягненнями в галузі молекулярної біології і генетики, молекулярної медицини і фармакології. До основних тенденцій практичної реалізації фундаментальних розробок у вказаних галузях фахівці відносять розвиток персоналізованої медицини, пов'язаної з розвитком унікальних високотехнологічних видів діагностики і лікування. Саме вона стає основою профілактики і лікування найбільш поширених інфекційних і хронічних неінфекційних захворювань людини, в тому числі серцево-судинних, онкологічних, нейро-дегенеративних захворювань, захворювань обміну речовин. Перевага геннодіагностики полягає в тому, що вона дає змогу виявити спроможність до розвитку того чи іншого захворювання задовго до його клінічних проявів, а також сформувати план профілактичних заходів, що запобігають його розвитку і полегшують його плин, з урахуванням індивідуальних властивостей організму пацієнта стосовно терапії; віддзеркаленням функціонування геному кожного конкретного пацієнта є постгеномні події, пов'язані із синтезом багаточисельних білків, дослідженню яких сьогодні приділяється особлива увага в рамках протеоміки; створення оригінальних фармакологічних засобів на основі новітніх наукових досліджень в галузі молекулярної біології і медицини, дія яких враховує індивідуальну чутливість до ліків і яку вивчає фармакогеноміка. Багато фармакогенетичних феноменів, які спостерігаються під час застосування лікарських препаратів, відбиваються в фармакокинетичних процесах; розробка і створення інноваційних лікарських препаратів передбачає розвиток фармацевтичних досліджень на основі нових біоаналітичних технологій, які дозволяють суттєво підвищити ефективність доставки лікарської речовини до місця її дії, збільшити безпечність застосування ліків пацієнтами; створення нових лікарських форм із застосуванням нанотехнологій; побудова алгоритмів і методів аналізу, створення баз даних, що дозволяють з'ясовувати механізм функціонування біологічних текстів розробляти цілеспрямовані фармакологічні впливи, чим і займається біоінформатика.

22. Основними напрямами у створенні біопалива в Україні стануть: залучення перспективних біологічних ресурсів та розробка і впровадження новітніх технологій біоенергоконверсії для отримання рідких

біопалив і розширення їх використання; запровадження використання найбільш ефективних, у т. ч. нетрадиційних та альтернативних, джерел сировини для отримання біопалив; отримання високоякісної сировини з енергетично цінних рослин, включаючи покращення показників їх продуктивності та кінцевого виходу спирту й олій; підвищення якісного складу та кількісного вмісту енергетично цінних речовин (крохмалю, цукру, олії тощо) в біосировині для отримання рідких біопалив; створення нових штамів мікроорганізмів, грибів та мікроводоростей, а також розширення їх ресурсної генетичної бази для отримання рідких біопалив; вдосконалення і розроблення новітніх хімічних технологій, а також застосування нових підходів для біоенергоконверсії; удосконалення технологій хімічної трансформації жирних кислот в олії для одержання біодизеля; вдосконалення існуючих та розробка альтернативних технологій отримання паливних компонентів, необхідних для виробництва біопалив; використання відходів сільськогосподарського виробництва, лісової, харчової промисловості та побутових відходів як сировини для отримання біопалив; практичне використання побічних продуктів та відходів виробництва біопалив; порівняльний аналіз різних джерел біоенергетичної сировини з урахуванням собівартості, екологічної безпеки, а також можливості отримання при цьому додаткових корисних продуктів.

23. Проблему підвищення врожайності у сільському господарстві не вдасться вирішити без розробки, створення і виробництва методами біо- і нанотехнологій трансгенних високопродуктивних рослин, що будуть витривалими до вірусної інфекції. Крім того, нанобіотехнології дозволять змінити техніку обробки земель за рахунок використання наносенсорів, нанопестицидів і системи децентралізованого очищення води, зроблять можливим лікування рослин на генному рівні, дозволять створити високоврожайні сорти.

24. У рослинництві застосування нанопорошків, суміщених з антибактеріальними компонентами, забезпечить підвищення стійкості до несприятливих погодних умов і приведе до двохкратного підвищення врожайності багатьох продовольчих культур. Цеолітні матеріали можуть успішно застосовуватись у складі добрив для забезпечення більш подо-

вженої дії. Можуть бути одержані нові типи нанотехнологічних препаратів для боротьби з фітопатогенними бактеріями на основі використання нових мікроорганізмів. Нанобіотехнології можуть також успішно застосовуватись для оптичного розшифрування білково-ліпідно-вітамінно-хлорофільного комплексу у рослинництві, а також для зниження шкідливого впливу автотракторного парку на природне середовище.

25. У тваринництві нанобіотехнології можуть використовуватися для створення біосумісних матеріалів, перестройки і розбудови тканин, створення штучних тканин, що не відторгаються організмом, і сенсорів (молекулярно-клітинна організація). Нанодобавки знаходять широке застосування у виробництві кормів, де забезпечують підвищення продуктивності тварин в 1,5 – 3 рази, а також сприяють їх опору інфекційним хворобам і стресам.

26. Дослідження в області біонанотехнологій, зокрема зі спрямованого білкового синтезу, будуть використані для: одержання пептидів зі бажаними імуногенними властивостями; створення векторних систем для клонування імунологічно значущих білків збудників особливо небезпечних хвороб тварин; розробки вакцин нового покоління, що мають високу активність і безпечність; одержання наночастинок генно-інженерних протеїнів; розробки біотипів і тест-систем для біологічного скринінгу, імунологічного моніторингу і прогнозування небезпечних і економічно значущих інфекційних захворювань тварин; впровадження мембранних систем очищення, а також біоцидних покриттів і матеріалів на основі срібла з метою сприяти спрощенню і підвищенню рівня утримання сільськогосподарських тварин, забезпеченню їх якісною питною водою; розробки нанобіотехнологічних методів виявлення маркерів, зціплених із господарсько-цінними ознаками, вірусними, бактеріальними і паразитарними захворюваннями риб та їх можливе застосування у практиці рибоводства.

27. Сьогодні інформаційні технології виступають локомотивом розвитку провідних країн світу і є одним з основних факторів їх конкурентоспроможності. Але конвергенція й інтеграція нано-, біо-, інфо- і когнотехнологій значно розширюють можливості як самих інформаційних технологій, якісно змінюючи їх спрямування і напрями застосування,

так і створюючи фантастичні можливості для розвитку інших сфер науки і технологій.

28. Наддисциплінарний характер ІКТ і нанотехнологій примушує по-новому поглянути на процеси організації і змісту освіти на усіх рівнях. Фізика, хімія і біологія інтегруються з медициною й екологією. У своїх пошуках і розробках вони повинні все більше порівнювати свої задачі і засоби з морально-етичними принципами і нормами. В результаті це має сформувати нове мислення – «скрізне» крізь усі ієрархічні рівні організації матерії і відповідальне за соціальні наслідки будь-якої діяльності в масштабі лабораторії, регіону, країни, світу. Для того, щоб це стало реальністю, необхідно налагодити діалог вчених і суспільства, в тому числі представників природно-технічних наук із соціально-гуманітарними, а потім і з освітнім середовищем, політиками, бізнес-середовищем і суспільством в цілому. У цьому – залог суспільної згоди і поступового розвитку соціально-економічної і духовної сфери.

29. За великим рахунком, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій у поєднанні з нано-, біо- і когнотехнологіями – це не тільки технологічний прорив у майбутнє, але й акт загальнолюдської культури, оскільки воно надзвичайним чином поєднує інтелект і красоту, натхнення і точний розрахунок, творчість і філігранну майстерність. Інформаційні технології в рамках NBIC-конвергенції змінять побут, соціальну стратифікацію суспільства, перетворять суспільні відношення, прискорять соціально-економічний розвиток, поставлять нові морально-етичні проблеми і загострять старі, наповнять життя новим задачами, турботами і сенсом, змінять світосприйняття мільйонів, відношення до свого біологічного і соціального коріння і цілей існування.

30. Вибуховий прогрес NBIC-технологій за останні десять років дуже швидко змінює стан розвитку інформаційного суспільства в Україні. Автори вважають за доцільне продовження досліджень тенденцій розвитку ІКТ в Україні, а також створити в Україні систему довгострокового прогнозування і стратегічного планування науково-технічного й інноваційного розвитку. При цьому, перш за все, необхідно оцінити наявність в Україні проривних досліджень і розробок в області NBIC-технологій, а також визначити їх вплив на інформаційно-комунікаційні

технології та створення ІТ-суспільства, а також їх вплив на економічний розвиток країни.

31. Визначення пріоритетів NBIC-технологічних досліджень носить безсистемний характер, слабо пов'язане з вирішенням глобальних і специфічних проблем України, не відповідає пріоритетам бюджетного фінансування. Визначення державою пріоритетних напрямів наукових досліджень у сфері NBIC-технологій і, перш за все, в галузі нанотехнологій, надасть можливість більш раціонально скеровувати витрати обмежених бюджетних коштів і управляти відповідними дослідженнями, спрямованими на реструктуризацію промисловості і підвищення конкурентоспроможності економіки в цілому.

32. Необхідна розробка Стратегії розвитку NBIC-технологій в Україні у відповідності з глобальними проблемами людства, створення Національної програми розвитку NBIC-технологій в Україні, в якій будуть ув'язані чіткі пріоритети наукових досліджень, забезпечення фінансуванням (за етапами робіт), організаційна підтримка держави, механізми впровадження у підприємницький сектор, наприклад, у вигляді створення науково-освітніх центрів (NBIC-НОЦ), критерії результативності заходів та підзвітність відповідальних виконавців перед урядом (за бюджетне фінансування) та підприємцями (за позабюджетні кошти).

33. Існує необхідність у створенні Консультативних робочих груп як із співробітників НАН України та інших наукових закладів, так і за участю незалежних експертів, які мають певний досвід роботи у визначеному напряму досліджень, для аналізу поточного виконання програм розвитку NBIC-технологій, складання прогнозів і уточнення пріоритетів розвитку NBIC-технологій в Україні.

34. Науково-технічне прогнозування розвитку NBIC-індустрії в Україні доцільно проводити у форматі форсайт-дослідження. Українська версія форсайту, основа якої – експертне оцінювання, є недосконалою внаслідок надлишкової суб'єктивності. Підвищення ефективності українського форсайту лежить в площині його комп'ютеризації.

35. Дискретна природа форсайт-досліджень надає змогу формально його описати у вигляді скінченних автоматів. Мережеві моделі, у за-

гальному випадку, забезпечують адекватність формального подання форсайт-досліджень; серед цих моделей найбільш придатним інструментом подання форсайт-досліджень є Joiner-мережа. Для оцінювання кількісного та якісного складу експертних груп припустимо використання емпіричних залежностей. Для формування вихідного переліку тематичних напрямів доцільно використовувати методи бібліометрії, наукометрії та патентного аналізу.

36. Огляд методів, що придатні для вибору пріоритетних тематичних напрямів, дозволив вибрати найраціональнішими сьогодні методи Парето-оптимальності і *t*-впорядкування. Існуючих натепер критеріїв оцінки тематичних напрямів достатньо для побудови у перспективі комп'ютерного середовища реалізації національних форсайт-досліджень, зокрема, розвитку наноіндустрії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про внесення змін до закону України ««Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 01 червня 2010 р. № 2296-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2519-17.

2. Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності» від 13 грудня 1991 року № 1977 // Збірник законодавчих і нормативних актів України в сфері науки і науково-технічної діяльності. – К.: УкрІНТЕІ, 1997. – С.1630.

3. Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 11 липня 2001 року № 2623-III // Відомості Верховної Ради України, 2001. – № 48. – С.253.

4. Деякі питання протидії туберкульозу та ВІЛ-інфекції/СНІДу / Постанова Кабінету Міністрів України від 11.07.2007 р. № 926 [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/926-2007-%D0%BF

5. Державна цільова науково-технічна програма впровадження і застосування грід-технологій на 2009 – 2013 роки / Постанова Кабінету Міністрів України від 23.09.2009 р. № 1020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1020-2009-%D0%BF.

6. Державна програма фундаментальних і прикладних досліджень з проблем використання ядерних матеріалів та ядерних і радіаційних технологій у сфері розвитку галузей економіки на 2004–2010 рр. / Постанова Кабінету Міністрів України від 08.09.2004 р. №1165 [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1165-2004-п

7. Цільова комплексна програма наукових досліджень НАН України «Науково-технічний супровід розвитку ядерної енергетики та застосування радіаційних технологій у галузях економіки» на 2011–2012 рр. / Постанова Президії НАН України від 17.11.2010 р. №319 [Електрон-

ний ресурс]. – Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua/infrastructures /Legaltexts/nas/2010/regulations /OpenDocs/101117_319_concept.pdf

8. Про виконання та перспективи цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми водневої енергетики» / Постанова Президії НАН України від 29.12.2010 р. №356 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.materials.kiev.ua/hydrogen/356.pdf

9. Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності на 2010 – 2015 роки / Постанова Кабінету Міністрів України від 01.03.2010 р. № 243 (зі змінами) [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF.

10. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі» на 2009–2013 рр. / Постанова Кабінету Міністрів України від 9 липня 2008 р. № 632 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/632-2008-%D0%BF.

11. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Створення хіміко-металургійної галузі виробництва чистого кремнію протягом 2009–2012 рр.» / Постанова Кабінету Міністрів України від 28.10.2009 р. № 1173 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua /laws/show/1173-2009-%D0%BF.

12. Про оголошення конкурсу за цільовою комплексною програмою наукових досліджень НАН України «Науково-технічний супровід розвитку ядерної енергетики та застосування радіаційних технологій у галузях економіки» на 2013–2015 рр. / Розпорядження Президії НАН України від 08.02.2013 р. № 319 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua /infrastructures/Legaltexts/nas/2013/directions/OpenDocs/130208_76.pdf

13. Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми «Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі» / Розпорядження

Кабінету Міністрів України від 09 квітня 2008 р. № 612-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/612-2008-%D1%80.

14. Концепція цільової комплексної програми «Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях» на 2011–2015 рр. / Постанова Президії НАН України від 29.12.2010 р. №356 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2010/regulations/OpenDocs /101229_356_concept.pdf

15. Концепція цільової комплексної програми НАН України «Перспективні дослідження з фізики плазми, керованого термоядерного синтезу та плазмових технологій» на 2014–2016 рр. / Додаток 1 до Постанови Президії НАН України від 18.03.2013 р. № 115 [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua/infrastructures /Legaltexts/nas/2013/regulations/OpenDocs /130918_115_1.pdf

16. Концепція цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми водневої енергетики» / Додаток 1 до Постанови Президії НАН України від 13.03.2006 р. №183 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2006 /regulations/OpenDocs/060630_183_an1.pdf

17. Постанова Бюро Президії НАН України від 31.01.08 р. №23 «Перелік найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nas.gov.ua/infrastructure/ Legaltexts/Research Topics/2008

18. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Державну програму прогнозування науково-технологічного розвитку в Україні на 2008 – 2012 рр.» від 11.09.2007 р. №1118 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1118-2007-%D0%BF

19. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» від 07 вересня 2011 р. № 942 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/942-2011-%D0%BF

20. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1395 / Постанова Кабінету Міністрів України від 12 червня 2013 р. № 477 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/477-2013-%D0%BF

21. Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність, деяких актів Кабінету Міністрів України / Постанова Кабінету Міністрів України від 05.11.2014 р. № 597 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP140597.html

22. Про Державну науково-технічну програму «Образний комп'ютер» / Постанова Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2000 р. № 1652 (1652-2000-п) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1652-2000-%D0%BF

23. Про ефективність використання коштів на Національну програму інформатизації / Звіт Державної фінансової інспекції України від 12.04.2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.dkrs.gov.ua/kru/uk/publish/article /84462;jsessionid =C9EA31BA7C2A871A1489ED6D34816734

24. Про затвердження Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення на 2009–2015 рр. / Постанова Кабінету Міністрів України від 26.11.2008 р. № 1085 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1085-2008-%D0%BF

25. Про затвердження державної цільової науково-технічної програми «Образний комп'ютер» / Постанова Кабінету Міністрів України від 27 січня 2010 р. №58 (58-2010-п) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/58-2010-%D0%BF

26. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Розроблення і освоєння мікроелектронних технологій, організація серійного випуску приладів і систем на їх основі» на 2008–2011 роки / Постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.2007 р. № 1355 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1355-2007-%D0%BF

27. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми розроблення і створення сенсорних наукоємних продук-

тів на 2008–2012 роки / Постанова Кабінету Міністрів України від 05.12.2007 р. № 1395 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1395-2007-%D0%BF

28. Про затвердження переліку проектів Програми впровадження Grid-технологій і створення кластерів в НАН України / Розпорядження Президії НАН України від 30.03.2007 р. № 211 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2007/directions/OpenDocs/070330_211.pdf

29. Про Концепцію Національної програми інформатизації / Закон від 04.02.1998 р. № 75/98-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 27-28, ст.182; із змінами, внесеними згідно із Законами № 3421-IV (3421-15) від 09.02.2006, ВВР, 2006, № 22, ст.199; № 3610-VI (3610-17) від 07.07.2011, ВВР, 2012, № 7, ст.53;№ 406-VII (406-18) від 04.07.2013, ВВР, 2014, № 20-21, ст.712 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=75%2F98-%E2%F0.

30. Про Національну програму інформатизації / Закон України від 04.02.1998 р. № 74/98-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 27-28, ст.181; із змінами, внесеними згідно із Законами № 2684-III (2684-14) від 13.09.2001, ВВР, 2002, № 1, ст.3; № 2289-VI (2289-17) від 01.06.2010, ВВР, 2010, № 33, ст.471; № 5463-VI (5463-17) від 16.10.2012, ВВР, 2014, № 4, ст.61 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=74 %2F98-%E2%F0.

31. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки / Закон України від 09.01.2007 № 537-V // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, № 12, ст.102 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/537-16

32. Про програму наукових досліджень НАН України «Розробка інтелектуальних суперкомп'ютерних систем сімейства СКІТ, забезпечення їх ефективного функціонування та створення інформаційних технологій, сучасного математичного, програмно-технічного забезпе-

чення для розв'язання складних та надскладних науково-практичних задач (Інтелект)» на 2013–2015 рр./ Розпорядження Президії НАН України від 26.12.2012 р. №785 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2012 / directions /Pages/default.aspx

33. Про рекомендації парламентських слухань на тему: «Законодавче забезпечення розвитку інформаційного суспільства в Україні» / Постанова Верховної Ради України від 3 липня 2014 року № 1565-VII [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1565-18

34. Про рекомендації парламентських слухань на тему: «Створення в Україні сприятливих умов для розвитку індустрії програмного забезпечення» / Постанова Верховної Ради України від 15 березня 2012 р. № 4538-VI // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2012, № 42, ст.548 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4538-17

35. Про Суспільне телебачення і радіомовлення України / Закон України від 17.04.2014 № 1227-VII // (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 27, ст.904) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1227-18

36. Про схвалення концепції Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.11.2006 р. № 592-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://npa.iplex.com.ua/doc.php?code=592-2006-%F0

37. Про Цільову комплексну програму наукових досліджень НАН України «Грід-інфраструктура і грід-технології для наукових і науково-прикладних застосувань» на 2014–2018 рр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2013/regulations/OpenDocs/131211_164a.pdf

38. Створення в Україні сприятливих умов для розвитку індустрії програмного забезпечення / Парламентські слухання 14 грудня 2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://portal.rada.gov.ua/rada/control/uk/publish/article/news_left?art_id=293886 &cat_id=46666

39. Структура Комплексної програми фундаментальних досліджень «Наноструктурні системи, наноматеріали та нанотехнології за напрямами у період 2003–2006 рр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http//www.nanotech.nas.gov.ua/2003_2006/Pages/ default.aspx – Назва з екрану.

40. Аксак В. Користувачі Інтернету знімають маски: епоха анонімності відходить у минуле // Дзеркало тижня, 07.02.2009. – №4. – С. 12.

41. Александрова Т. От контента к бренду и обратно / Т. Александрова // Эксперт, 16.07.07. – №28. – С. 69 – 73.

42. Аморфный компьютинг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www-swiss.ai.mit.edu/projects/amorphous/

43. Бадрак В. Рецепт для армії: еліксир чи отрута? // Дзеркало тижня, 24.03.2012. – №11. – С. 3.

44. Біометричних паспортів не запровадять // Деркало тижня, 11.02.2012. – №5. – С. 13.

45. Біометричні документи в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dmsu.gov.ua/biometrychni-dokumenty

46. Благонравин М. «Астелит» породнится с «Мегафоном» / М. Благонравин // Эксперт, 16.11.2009. – №44. – С. 13.

47. Благонравин М. 4G из телевизора / М. Благонравин // Эксперт, 02.11.2009. – №42. – С. 24–25.

48. Благонравин М. Прыжок через уровень // Эксперт, 16.01.2006. – №1–2. – С. 45–46

49. Благонравин М. Реприза Уткина // Эксперт, 11.05.2009. – № 17–18. – С. 36.

50. Благонравин М. Увольнительные убытки / М. Благонравин // Эксперт, 01.03.2010. – №8. – С. 18.

51. Блинов А. Кибермайдан // Эксперт, 06.02.2012. – №4. – С.3.

52. Богапов Г. Все мы фирмы местные / Г. Богапов // Зеркало недели, 08.04.2006. – №13. – С. 12.

53. Богапов Г. Компьютерная многоядерность и … / Г. Богапов // Зеркало недели, 14.01.2006. – № 1. – С. 13.

54. Богапов Г. Луганский стандарт / Г. Богапов // Эксперт, 25.12.06. – №50. – С. 28–32.

55. Болтушкіна О. Помилка 404 // Дзеркало тижня, 28.11.2009. – №46. – С. 3.

56. Бутусов Ю. Держава 2.0 чи держава.gov?.. // Дзеркало тижня, 28.08.2010. – № 31. – С. 4.

57. Бутусов Ю. Електронна соціальна карточна гра. Посібник із розпилення мільярдів / Ю. Бутусов // Дзеркало тижня, 20.11.2010. – № 43. – С. 4.

58. 11. Бутусов Ю. ЕХ-фактор, або обвалення gov.ua // Дзеркало тижня, 04.02.2012. – №4. – С. 12.

59. Васильева Н.А. Цивилизация киборгов: миф или реальность? / Нева, 1996. – № 9. – С. 180 – 189.

60. Вербер Б. Муравьиное братство / Наше время, 1999. – № 31 (390).

61. Гаташ В. Силиконовая долина? Силиконовая степь! // Зеркало недели, 08.07.2006. – № 26. – С. 14.

62. Головин Ю. И. Нанотехнологическая революция стартовала! [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.abitura.com / modern_physics/nano/nano2.html

63. Горбулін В. «Гібридна війна» як ключовий інструмент російської геостратегії реваншу / В. Горбулін // Дзеркало тижня, 2015. – №2. – С. 3.

64. Горбулін В. У пошуках асиметричних відповідей: кіберпростір у гібридній війні / В. Горбулін // Дзеркало тижня, 2015. – № 6. – С.3.

65. Господа, тост! // Зеркало недели, 20.01.2007. – №2. – С. 16.

66. Грабовський М. Телекомунікаційний Сталінград / М. Грабовський // Дзеркало тижня, 27.06.2009. – №24. – С. 8.

67. Границы Евросоюза будут защищать роботы / Взгляд, 05.06.2006. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.vz.ru/news/2006/6/5/36271. html

68. Десять научных проблем и открытий десятилетия // Эксперт, 28.12.2009. – № 50. – С. 62.

69. Десять провідних технологій світу // Наука та інновації, 2007. – Т.3. – № 3. – С. 66.

70. Джарветсон С. Коммерциализация нанотехнологии. Работает ли закон Мура в микро- и наноэлектронике? / С. Джарветсон // Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности.– М.: Техносфера, 2008. – 352 с.

71. Днепров В. PEOPLEnet – антибазова реклама / В. Днепров // Дзеркало тижня, 26.04.2008. – №16–17. – С. 13.

72. Еванс Д. Десять технотрендов, которые в ближайшее десятилетие изменят мир / Д. Еванс // Эксперт, 26.12.2011. – №49–50. – С. 56.

73. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nanorex.com/

74. Заключний звіт про результати виконання ДЦНТП / Офіційний сайт ДЦНТП «Образний комп'ютер» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.obrazcomp.irtc.org.ua/Pressa/Zvit/Zvit_OK.pdf

75. Зведений прогноз науково-технологічного та інноваційного розвитку України на найближчі 5 років та наступне десятиліття. – К. : Фенікс, 2007. – 152 с.

76. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2006 році, Ч.2. – К.: ВД «Академперіодіка», 2007. – 198 с.

77. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2007 році, Ч.2. – К.: ВД «Академперіодіка», 2008. – 184 с.

78. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2008 році, Ч.2. – К.: ВД «Академперіодіка», 2009. – 218 с.

79. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2009 році, Ч.2. – К.: ВД «Академперіодіка», 2010. – 192 с.

80. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2010 році, Ч.2. – К.: ВД «Академперіодіка», 2011. – 194 с.

81. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2011 р. [Текст]. – К.: Видавничий дім «Академперіодика» НАН України, 2012. – Ч.2. – 198 с.

82. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2012 р. [Текст]. – К.: Видавничий дім «Академперіодика» НАН України, 2013. – 564 с.

83. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2013 р. [Текст]. – К.: Видавничий дім «Академперіодика» НАН України, 2014. – 560 с.

84. Згуровський М. Путь к информационному обществу: от Женевы до Туниса / М. Згуровський // Зеркало недели, 03.09.2005. – № 34. – С.16.

85. Зиновьев А. А. Глобальный человейник. – М.: Центрполиграф, 1997.

86. Икеин Р. Nano Sapiens или молчание небес. – М.: Бератех, 2005

87. Інноваційно-технологічний розвиток економіки. Т.2 // Стратегічні виклики XXI століття суспільству та економіці України: В 3 т. / За ред. акад. НАН України В. М. Гейця, акад. НАН України В.П. Семиноженка, чл.-кор. НАН України Б. Є. Кваснюка. – К.: Фенікс, 2007.

88. Інформаційні технології та ресурси з переліку завершених розробок установ НАН України, створених в рамках реалізації найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nas.gov.ua/Activity /InnovationActivity/ Documents/5_2.pdf

89. Інформаційно-аналітичні матеріали до парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні. – К.: Міністерство транспорту і зв'язку України, 2005. – С. 11.

90. Казанцев А. К., Кисилев В. Н., Рубвальтер Д. А., Руденский О. В. NBIC-технологии: Инновационная цивилизация XXI века / под ред. д. э. н. А. К. Казанцева и д. э. н. Д. А. Рубвальтера. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 384 с.

91. Кафтан А. Кибершпионов в США будут ловить наемники // Комментарии, 12.03.2010. – № 9. – С.19.

92. Кваша Т. К. Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008–2009 рр.: підсумки 2008-го / Т. К. Кваша, Л. А. Мусіна, Т. В. Писаренко // Світ, 2009. – №17–18. – С. 14–17.

93. Кейси П. Технологии наночастиц и их применение // Наноструктурные материалы. Под ред. Р. Ханнинка, А. Хилл.– М.: Техносфера, 2009.– 488 с.

94. Кизим М. О. Перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і штучного інтелекту в економіках країн світу та України : монографія / М. О. Кизим, І. Ю. Матюшенко, І. В. Шостак. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2012. – 492 с.

95. Кизим М. О. Розвиток телекомунікаційної галузі в Україні в умовах побудови інформаційного суспільства / М. О. Кизим М. О., І. Ю. Матюшенко // Інновації: проблеми науки та практики: монографія. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2007. – С. 107–142.

96. Коваленко В. Телекоммуникации стали концептуальнее / В. Коваленко // Зеркало недели, 03.06.2006. – №21. – С. 9.

97. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее / Российские нанотехнологии. Т. 6, № 1-2, 2011; [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.portalnano.ru/read/iInfrastructure/russia /nns/kiae/ convergence_kovalchuk.

98. Константинов А. Электронное правительство Украины [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.dgt.kz/?pg=view&vip=25&razd=2&id=420.

99. Косарев В. В., Прайд В. Влияние высоких технологий на ход глобализации: надежды и опасения // Новые технологии и продолжение эволюции человека? Трансгуманистический проект будущего / Отв. Ред. Валерия Прайд, А. В. Коротаев. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – С. 123–148.

100. Крищенко Ю. Силиконовая долина // Корреспондент, 02.12.2006. – С. 36–37.

101. Крылов А. Спутниковые системы связи и вещания. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mosspaceclub.ru/3part/krilov_2.pdf

102. Кузык Б. Н. Россия – 2050: стратегия инновационного прорва / Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2005. – 624 с.

103. Кукса В. Всеобщая мобилизация / В. Кукса // Зеркало недели, 20.10.2002, № 27. – С. 12.

104. Левицький К. Дмитро Кохманюк: «Реформи в інтернет-зоні .ua – питання стабільності доменної системи / К. Левицький // Дзеркало тижня, 15.11.2008. – №43. – С. 11.

105. Лихоступ С. Управління сферою інформатизації потребує законодавчих змін [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ukrinform.ua/ukr/news/upravlinnya_sferoyu_informatizatsiii_potrebue__ zakonodavchih_zmin___lihostup_1843170.

106. Ліпкан В. А. Інкорпорація інформаційного законодавства України : монографія / В. А. Ліпкан, К. П. Череповський / за заг. ред. В. А. Ліпкана. – К. : ФОП О. С. Ліпкан, 2014. – 408 с.

107. Ліпкан В. А. Консолідація інформаційного законодавства України : монографія / В. А. Ліпкан, В. Ю. Баскаков / за заг. ред. В. А. Ліпкана. – К. : О. С. Ліпкан, 2014. – 416 с.

108. Ліпкан В. Сучасна інформаційна політика України: проблеми легітимізації змістовних складових / Офіційний сайт громадської організації «Глобальна організація союзницького лідерства» [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://goal-int.org/suchasna-informacijna-politika-ukraini-problemi-legitimacii-zmistovnix-skladovix/

109. Маковецький С. Євген Уткін: «Високі технології не підвладні рейдерству» // Дзеркало тижня, 31.01.2009. – № 3. – С. 9.

110. 16. Малинка В. Очільник «Українських кібервійськ»: «Україна – одна з найбільш легковажних країн у питанні кібербезпеки» / В. Малинка // Дзеркало тижня, 2014. – № 47. – С.12.

111. Маліцький Б. А. Обґрунтування системи науково-технологічних та інноваційних пріоритетів на основі «форсайтних» дослі-

джень / Б. А. Маліцький, О. С. Попович, М. В. Онопрієнко. – К. : Фенікс, 2008. – 86 с.

112. Маліцький Б. А. Перспективні напрями науково-технічного та інноваційного розвитку України / Б. А. Маліцький, О. С. Попович, В. П. Соловйов. – К. : Фенікс, 2006. – 208 с.

113. Мартинов Є. С., Смирнова О. Г. Український національний грід – учасник міжнародного об'єднання NorduGrid / Вісник НАН України, 2011, № 12 // Український суперкомп'ютерний інтернет-дайджест [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://supercomputer.com.ua/ua/40-ukrajinskii-natcionalnii-grid-uchasnik-mizhnarodnogo-obdnannya-nordugrid.html

114. Мартынов Н. Телекоммуникационный рынок: специалисты и популисты / Н. Мартынов // Зеркало недели, 02.06.2007. – № 21. – С. 11.

115. Мартынов Е., Свистунов С. Так есть ли Grid в Украине? // Зеркало недели, 17.03.2007. – №10. – С.14

116. Матюшенко И. Ю. Создание системы электронного управления в Украине и Харьковской области как механизм инновационного развития регионов / И. Ю. Матюшенко // Актуальные вопросы развития инновационной деятельности. Материалы XII международной научно-практической конференции / Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». Симферополь: Минэконом. АРК, 2007. – С. 68–75.

117. Матюшенко І. Ю. Нанотехнології в електроніці та інформаційних технологіях / І. Ю. Матюшенко // Бізнес Інформ. – 2012. – №7. – С. 32 – 39.

118. Матюшенко І. Ю. Перспективи впровадження інформаційних технологій в Україні в умовах четвертого етапу інформатизації / І. Ю. Матюшенко // Проблеми фінансово-кредитного регулювання інноваційного розвитку виробничо-господарських структур: монографія. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. – С. 75–108.

119. Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку в Україні телекомунікаційної галузі / І. Ю. Матюшенко // Конкурентоспроможність та інноваційний розвиток України: проблеми науки та практики: Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції 23–24.10.07 р. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2007. – С. 118–122.

120. Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку інформаційних технологій в Україні та Харківській області як складової стратегії інноваційного розвитку регіонів / І. Ю. Матюшенко // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития экономики», 10–15.09.07. – К: СПД Цудзинович Т. И., 2008. – С. 599–601.

121. Матюшенко І. Ю. Роль інформаційних технологій у розбудові вітчизняної економіки знань / І. Ю. Матюшенко // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка» / Проблеми економіки та управління. – Л.: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2007. – № 579. – С. 166–170.

122. Матюшенко І. Ю. Співвідношення глобальних проблем людства, пріоритетів науково-технічної діяльності та національних проектів в Україні / І. Ю. Матюшенко // Научный информационный журнал «Бизнес Информ» – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2011. - № 4. – С. 7–11.

123. Матюшенко І. Ю., Бунтов І. Ю. Синергетичний ефект розвитку NBIC-технологій для вирішення глобальних проблем людства // Проблеми економіки. – 2011. – № 4. – С. 3 – 13.

124. Медведев Д. А. Конвергенция технологий – новая детерминанта развития общества // Новые технологии и продолжение эволюции человека? Трансгуманистический проект будущего / Отв. ред. Валерия Прайд, А. В. Коротаев. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – С.47 – 84.

125. Медведев Д. А., Попов А. А. Молекулярные машины Эрика Дрекслера // Философские науки, 2008. – № 1. – С. 117 – 125.

126. Мельник Д. «Укртелеком» к продаже готов / Д. Мельник // Эксперт, 05.11.2007. – №43. – С. 16 – 22.

127. Мельник Л. Информационная экономика / Л. Мельник. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2003. – 288 с.

128. Меркулова Т. В. Новые подходы в государственном менеджменте: реализация концепции Е-правительства на региональном уровне / Стратегия социально-экономического (устойчивого) развития Харьковской области до 2020 года: Материалы выступлений на заседании круглого стола в ХНУ им. В. Н. Каразина 23.11.2010 г. – Харьков: ХНУ им. В. Н. Каразина, 2011. – С. 43 – 51.

129. Мягченков И., Данковский А. Аста ла виста, беби // Эксперт, 27.02.2012. – №7. – С. 12 – 17.

130. Мягченков И. Краеугольные «камни» / И. Мягченков // Эксперт, 26.12.2011. – № 49–50. – С. 54–55.

131. Найпотужніший у Європі // Дзеркало тижня, 01.03.2008. – № 8. – С.17.

132. Нанотехнологии толкают мир к технологической революции // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.podrobnosti.ua

133. Никитин Л. Люди – супермонстры, и не только // Эксперт, 05.03.2007. – №9. – С. 34 – 38.

134. 5. Ни хлеба, ни зрелищ // Эксперт, 27.02.2012. – №7. – С. 11.

135. Опанасенко В. Передоєна корова / В. Опанасенко // Дзеркало тижня, 23.01.2010. – № 2. – С. 7.

136. Офіційний сайт Асоціації користувачів Української науково-освітньої телекомунікаційної мережі «УРАН» («Асоціація УРАН») [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.uran.net.ua/~ukr/frames.htm

137. Паньо К. Почім Інтернет? Справжня ціна «дешевих тарифних планів» може виявитися непомірно високою / К. Паньо, Т. Паньо // Дзеркало тижня, 25.04.2009. – №15. – С. 13.

138. Паньо Т. Беззахисна приватність // Дзеркало тижня, 03.04.2010. – №13. – С. 13.

139. Паньо К., Паньо Т. Почім Інтернет? Справжня ціна «дешевих тарифних планів» може виявитися непомірно високою // Дзеркало тижня, 25.04.2009. – №15. – С. 13.

140. 8. Паньо К., Паньо Т. Імідж у ботах // Дзеркало тижня, 25.04.2009. – №15. – С. 9.

141. Паньо Т. Украинская нЕ-готовность / Т. Паньо // Зеркало недели, 13.05.2006. – №18. – С. 19.

142. Папырин Д. Тенденции мирового рынка телекоммуникационных услуг // Связьинвест, апрель 2007. – №4. – С. 37–39.

143. Петренко А. Grid как четвертый этап развития информатизации // Зеркало недели, 03.03.2007. – №8. – С.13.

144. Плешивцева Т. Это наша волна / Т. Плешивцева, М. Благонравин // Эксперт, 09.04.2007. – № 14. – С.59–62.

145. Повідомлення Європейської Комісії. «Європа 2020». Стратегія для розумного, сталого та всеохоплюючого зростання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.minjust.gov.ua/file/31493

146. Положення угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо зони вільної торгівлі [Електронний ресурс] / Департамент європейської інтеграції Міністерства економічного розвитку і торгівлі. – Режим доступу : http://www.amc.gov.ua/amku/control/main/uk/publish/article/96610; jsessionid=A58FDC03C98A01243D86DA6627B64E54.app4:1

147. Потолоцкий С. В ожидании ценового перемирия / С. Потолоцкий // Эксперт, 10.09.2007. – №3 5. – С. 78–79.

148. Приходько О. Володимир Семиноженко: «Нам потрібно буде трансформувати суспільство телеглядачів в інформаційне суспільство» / О. Приходько // Дзеркало тижня, 28.08.2010. – № 31. – С. 11.

149. Приходько О. Михайло Якушев: «Першу скрипку» в запуску домену .рф відігравав Координаційний Центр домену .ru / О. Приходько // Дзеркало тижня, 30.03.2011. – №11. – С. 11.

150. Приходько О. Тетяна Попова: «Держава спочатку прийняла програму інформатизації, а потім сама ж її розвалила» / О. Приходько //Дзеркало тижня, 04.02.2011. – №4. – С. 12.

151. Приходько О. Цифрові чудеса в українському решеті / О. Приходько // Дзеркало неділі, 11.10.2008. – №38. – С. 9.

152. Пріоритети програми Горизонт 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.fp7-ncp.kiev.ua/assets/Horizont_2020 / HORIZON2020 priorities.pdf

153. Противопиратные действия // Эксперт, 06.02.2012. – №4. – С. 6.

154. Ралдугина В. Всемирный саммит в Тунисе / В. Ралдугина // Зеркало недели, 17.12.2005. – №49. – С. 13.

155. Рамбиди Н. Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры / Н. Г. Рамбиди. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 256 с.

156. Рамкова програма ЄС з досліджень та інновацій «Горизонт 2020» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ceasc-bw.com/products /gorizont-2020/

157. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е издание. – М.: Вильямс, 2006.

158. Рахман Ф. От микроструктур к наноструктурам / Ф. Рахман // Наноструктуры в электронике и фотонике / Под ред. Ф. Рахмана. – М.: Техносфера, 2010.– 344 с.

159. Рожен А. «Кольчуга» обновилась / А. Рожен // Зеркало недели, 22.09.2007. – № 35. – С. 15.

160. Рожен А. GEANT2, или «попытка номер два» подключить украинскую науку к Европе // Зеркало недели, 14.07.2007. – №27. – С. 13.

161. Рожен А. Плюс цифровое эфирное телевидение / А. Рожен // Зеркало недели, 04.11.2006. – № 42. – С 14.

162. Рожен А. Почему Украине не нужно мобильное телевидение? / А. Рожен // Зеркало недели, 24.02.2007. – №7. – С. 13.

163. Рожен А. Проект, который объединит Донецк и Львов / А. Рожен // Зеркало недели, 03.03.2007. – № 8. – С. 13.

164. Рожен А. Электроника на Эльбе и … на Днепре // Зеркало недели, 20.05.2006. – № 19. – С. 13.

165. Роко М. К. Конвергенция и интеграция / Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. – М. : Техносфера, 2008. – 352 с.

166. Рынок нано: от нанотехнологий – к нанопродуктам / Г. Л. Азоев и др.; под. ред. Г. Л. Азоева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 319 с.

167. Сафонова Л. Атаку – відбити! // Дзеркало тижня, 25.10.2008. – №40. – С. 6.

168. Семенов С. Серверные войны – 1 / С. Семенов // Бизнес, 31.10.05. – № 44. – С. 88–90.

169. Сергієнко І. Інформаційне суспільство в Україні: проблеми розвитку і функціонування // Дзеркало тижня, 15.07.2011, № 26 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dt.ua/TECHNOLOGIES/informatsiyne_suspilstvo_v_ ukrayini_problemi_rozvitku_i_ funktsionuvannya-84519.html

170. Сморгунов Л. В. Сравнительный анализ политико-административных реформ: от нового государственного менеджмента к понятию «governance» / Л. В. Сморгунов // Политические исследования (Полис). – 2003. – № 4.

171. Солоневич С. Альфа-монополія? / С. Солоневич // Дзеркало тижня, 14.08.2010. – № 29. – С. 7.

172. Степанчиков С. «Укртелеком» женили на CDMA / С. Степаников // Зеркало недели, 08.09.2007. – №33. – С. 9.

173. Сушко О. Паспорт спотикання / О. Сушко // Деркало тижня, 31.03.2012. – №12. – С. 2.

174. Сычев М. Б. Неотехнологические субкультуры в современном мире // Новые технологии и продолжение эволюции человека? Трансгуманистический проект будущего / Отв. ред. Валерия Прайд, А. В. Коротаев. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – С. 112 – 121.

175. Технологічний імператив стратегії соціально-економічного розвитку України: монографія / [Федулова Л. І., Бажал Ю. М., Осецький В. Л. та ін.]; за ред. д-ра екон. наук, проф. Л. І. Федулової; НАН України; Ін-т екон. та прогнозув. – К., 2011. – 656 с.

176. Трегубов В. Пост ДАІ на шляхах Інтернету // Дзеркало тижня, 18.02.2012. – №6. – С. 6.

177. Утверждено 11 Национальных проектов / Ukraine Daily, 09.12.2010. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uadaily.net/bs3.php?viewe =140096.

178. Хассалакер Б., Тилден М. Живые машины / Природа, 1995. – №4. – С. 18 – 25.

179. Химич Р. Регуляторний тупик / Р. Химич // Дзеркало тижня, 20.03.2010. – № 11. – Режим доступу: http://dt.ua/ECONOMICS / regulyatorniy_tupik-59555.html

180. Худицький В. Електронний шлагбаум / В. Худицький // Дзеркало тижня, 05.02.2010. – № 4. – С. 10.

181. Anissimov M. Accelerating Future. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.acceleratingfuture.com/michael/

182. Barclay E. Virtual Wall Rises in U.S. Desert // Wired, 2006. – May 16. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.wired.com/news/politics/ 0,70907-0.html?tw=rss.index

183. Bostrom N. How Long Before Superintelligence? // International Journal of Future Studies? 1998. – 2.

184. David C.Y. Introduction to Protein Folding – The Process and Factors Involved // Protein Design, 1998. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.Proteindesign.com/Sections-index-reqviewarticle-atrid-1-page-1.html

185. Drexler E., Petrson C. Chapter 3: Bottom-Up Technology. Unbounding the Future – The Nanotechnology Revolution. – NY: William Morrow 1991.

186. Cave J. et alii. Trend in connectivity technologies and their socioeconomic impacts. Final Reportb of study: Policy Options for the Ubiquitous Internet Society. RAND-EUROPE; Rand Corp., 2009. P. 42–44.

187. Faya P. E-Government: Literature Review [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sociedadinformacion.unam.mx/repositorio/documentos /Final %20EGoverment%20Literature%20Review%20 (Sept%202001).pdf; ICT for Governance and Policy Modelling [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.echallenges.org/e2008/.

188. Future Wikia authors. Borders // Future Wikia, 2007. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://future.wikia.com/wiki/Borders

189. Harris F. Thought-Powered Bionic Arm Is a Touch of Genius // Telegraph.Co.Uk, 2006. – September 16. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.teltgraph.co.uk/news/main.jhml?xml=/news/2006/09/15/wbionic15.xml

190. Hochberg L.R. et al. Neuronal Ensemble Control of Prosthetic Devices by a Human with Tetraplegia // Nature, 2006. – 442: 164–171.

191. Kurzweil R. The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. – New York: Viking, 2006.

192. Letters N., Macdonald J. et al. Medium Scale Integration of Molecular Logic Gates in an Automation // Nano Letters, 2006. – 6 (11): 2598–2603. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/ nalefd/2006/6/i11/ abs/n10620684.html

193. Moore G. Cramming More Components Onto Integrated Circuits // Eiectronics, 1965. – 38 (8). – P. 114 – 117.

194. Osborne D. Reinventing Government. How the entrepreneurial spirit is transforming the public sector // D. Osborne, T. Gaebler. Reading. Mass., 1992.

195. Robinett W. The Consequences of Fully Understanding the Brain // Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. – Arlington: Kluwer Academic Publisher.

196. Roco M.C., Bainbridge W.S. (eds). Converging Technologies for Improving Human Performance. NSF-DOC Report / Boston: Cluwer Academic Publisher, 2004.

197. Roco M.C., Bainbridge W.S. (eds). Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science / Arlington: Cluwer Academic Publisher, 2004.

198. Sanbonmatsu K.Y., Simpson J., Chang-Shung T. Simulating Movement of tRNA Into the Ribosome During Decoding // Proceedings

of the National Academy of Sciences, 2005. – 102 (44) : 15854–15859. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.pnas.org/cgi/content/full/102/44/15854

199. Semantic Web. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2008, page version ID: 169934755, date of last revision: 7 November 2007 19:44 UTC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Semantic_Web &oidid=169934755.

200. Sirakoulis G. et al. A cellular automation model for the study of DNA sequence evolution // Computers in Biology and Medicine, 2003. – 33 (5). – P. 439 – 453.

201. State of the Stellite Industry Report / The Tauri Group. Sept. 2014 [Electronic resource] – Access mode : http://www.sia.org/wp-content/uploads/2014/09/SSIR-September-2014-Update.pdf.

202. Vinge V. The Technological Singularity // Presented at VISION-21 Symposium, 1993. – March 30-31

203. Wolpav J. R. et al. Brain-Computer Interface Technology: A Review of the First International Meeting // IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, 2000. – 8 (2): 164 – 173.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Основні тенденції у світовому розвитку інформаційно-комунікаційних технологій

Глобальні тенденції розвитку ІКТ	Основні тенденції розвитку технологій у сфері ІКТ	Основні тенденції розвитку ІКТ-послуг
1	2	3
ІКТ відіграють все більшу роль у світовій економіці	Створюються нові покоління комп'ютерів, відбувається зростання обчислювального потенціалу, знижуються ціни на комп'ютери і зменшуються їх розміри, а комунікаційні можливості зростають	Швидко знижуються ціни на доступ до Інтернету. Споживачі все більше заохочуються розглядати перехід на канальне підключення, що дає високоякісні послуги (quality of service, QOS) і оплату по «фіксованому інформаційному показнику (committedinformation rate, CIR) замість оплати по мегабайтах
Частка інвестицій у ІКТ у загальних інвестиціях зростає, і також швидко зростає внесок ІКТ в обсяг виробництва і продуктивність		
Темпи зростання сектора ІКТ залишаються високими (згідно з даними ОЕСР загальний обсяг ринку для ІКТ-товарів і послуг продовжує зростати у середньому на 8,3% на рік)	З'являється нове покоління телекомунікаційних стандартів і рекомендацій, в тому числі стандарти мобільного зв'язку, мережні стандарти, стандарти широкого доступу (broadband access), стандарти електронної передачі даних (digital broadcasting) , управління комунікаціями і стягування платні	Мобільні комунікації сьогодні є широко розповсюдженими не тільки у високорозвинених країнах, але також і в країнах із перехідною економікою. Вони включають обробку інформації та служби передачі електронних документів, такі як SMS, WAP, GPRS, 3G і 4G-mobile, які швидко опановують сферу мобільних послуг, або наближаються до цього
Сектор ІКТ є найбільш глобалізованою частиною світової економіки (інвестиції у цей сектор швидко зростають, а ІКТ-продукція становить більше1/4 світового імпорту і 1/5 світового експорту)		

Продовження табл. А.1

1	2	3
Питома вага міжнародних інвестицій у ІКТ зміщується з обробної промисловості до сектора послуг	За всіма типами широкого доступу відбувається революція на рівні кінцевого користувача («last broadband mile»), що включає «лінію електронної підписки» (digital subscriber line, DSL); ширококанальний бездротовий доступ (broadband wireless access, BWA); кабельний доступ; доступ через супутники тощо. Всі напрями цієї революції ведуть до зниження цін на обладнання і на послуги	З ростом глобального характеру обчислювальних можливостей і телекомунікаційного потенціалу, домінуюча модель інформаційного обміну просувається в напряму від централізованої та ієрархічної моделі до більш централізованої, горизонтальної, однаково розподіленої і демократичної. Відкриті джерела, інтернет-протокол 6 версії (IPv6), бездротові технології і технології peer-to-peer є прикладами різних аспектів змін у структурі та природі інформаційного обміну
Технологічно-орієнтовані злиття, придбання і стратегічні союзи у виробничому секторі ІКТ є результатом швидких технологічних змін, скорочення життєвого циклу продукції та відкриття нових ринків		
Одним із сегментів сектора ІКТ, який швидко зростає, є створення програмного забезпечення		
Швидко зростає патентування програмного забезпечення (у США – до 10% від загальної кількості патентів на рік)	З'являються нові стандарти електронної передачі інформації та електронних ЗМІ, які відкривають нові можливості. Це інтерактивні режими роботи, підвищена щільність, взаємна сумісність і мініатюризація електронних та інтернет-засобів тощо	З'явилась тенденція переходу від продажу комп'ютерів покупцям до безплатної передачі комп'ютерів або продажі за символічну ціну з щомісячною оплатою доступу до послуг
Торгівля програмним забезпеченням зростає динамічними темпами (але її важко оцінити)		
Електронна комерція має потенціал для того, щоб змінити весь характер економічної діяльності, але обсяги операцій зростають повільніше, ніж це прогнозувалось	З'являються нові покоління мобільних технологій, такі як 3G, 4G. Дуже важливо, що вони можуть бути інтегровані із засобами обробки даних і з відеозасобами, сумісними з ними	У високорозвинених країнах дуже популярними є комп'ютеризовані інтерактивні телевізори, що надають користувачам зовсім нові послуги, і такі телевізори швидко завойовують ринки; посилюється тенденція до створення кластерів або зон загального

Закінчення табл. А.1

1	2	3
Інтернет-трансакції, як і раніше, зосереджені у декількох сферах ділових операцій, в основному в операціях B2B (business-to-business). Інтернет-продажі типу B2C (business-to-consumer) залишаються на низькому рівні	З'являється нове стратегічне програмне забезпечення, апаратні засоби і стандарти у сферах управління телекомунікаціями і здійснення розрахунків	доступу до інтернет-послуг за допомогою безпровідникових технологій; поширюється використання кластерів, що збільшує продуктивність і надійність системи, оскільки у випадку збою одного комп'ютера його роботу бере на себе інший (кластер – багатомашинна обчислювальна система, що являє собою сукупність відносно автономних систем із загальною дисковою пам'яттю, засобами міжмашинної взаємодії та підтримки цілісності баз даних)
Продовжує зростати попит на ІКТ-кваліфікацію. Уряди, фірми і неприбуткові організації здійснюють заходи щодо задоволення попиту на кваліфікованих ІКТ-спеціалістів		
Різниці у доступі до ІКТ за такими показниками, як наявність і доступність комп'ютерних і телекомунікаційних послуг, створюють диспропорції і навіть розділяють людей на тих, хто може користуватись вигодами ІКТ, і тих, хто цього не може		Електронний документообіг розвивається не тільки у сферах, де він із самого початку розглядався як природний, тобто в електронній комерції, електронних банківських операціях, електронній рекламі та комп'ютеризації урядових структур, але також і в секторах, де його розвиток спочатку не очікувався, що привело до створення електронної медицини, електронної освіти та електронної культури

Складено за [87, с. 313–316; 94, с. 22–23].

Додаток Б

Таблиця Б.1

Співставлення пріоритетів напряму «Інформаційно-комунікаційні технології» у редакціях Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» 1992, 2001, 2010 рр, Постанові КМУ № 942 від 07.09.11 р.

Роки			
1992	**2001**	**2010**	**2011**
Перспективні інформаційні технології, прилади комплексної автоматизації, системи зв'язку	Нові комп'ютерні засоби і технології інформатизації суспільства	Інформаційні та комунікаційні технології	Інформаційні та комунікаційні технології: 1. Нові апаратні рішення для перспективних засобів обчислювальної техніки, інформаційних та комунікаційних технологій; 2. Інтелектуальні інформаційні та інформаційно-аналітичні технології. Інтегровані системи баз даних та знань. Національні інформаційні ресурси; 3. Суперкомп'ютерні програмно-технічні засоби, телекомунікаційні мережі та системи. Грід- та клауд-технології; 4. Технології та засоби розробки програмних продуктів і систем; 5. Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв'язання надскладних завдань державного значення; 6. Технології та інструментальні засоби електронного урядування. Інформаційно-аналітичні системи, системи підтримки прийняття рішень. Ситуаційні центри; 7. Технології та засоби захисту інформації.

Складено за [1; 3; 18; 19; 75; 92; 111; 112].

Додаток В

Таблиця В.1

«Інформаційні технології і ресурси» з Переліку завершених розробок установ НАН України, створених у рамках реалізації найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок

Назва розробки	Право-власник	Зміст проекту	Практична цінність розробки	Фінансування		Галузь застосування	Глобальна проблема
				на створення розробки, тис. грн	для подальшого впровадження, тис.грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Інтелектуальна відеокамера широкого призначення	Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України	Розробка та створення макетного зразку інтелектуальної відеокамери із засобами зняття, накопичення, обробки відеоінформації та зв'язку з персональним комп'ютером і суміжною апаратурою, а також розроблені алгоритми і програмне забезпечення для розв'язання типових задач в промисловості і на транспорті	Вітчизняна розробка інтелектуальних відеопристроїв, що у рази дешевше за іноземні (Omron, Siemens A&D, National instruments) з урахуванням імпортних комплектуючих	150,0	500,0	Приладобудування, промисловість, транспорт	Технологічне відставання (6 уклад)

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Інформаційно-телекомунікаційна система професійної підготовки особового складу Державної прикордонної служби України (ІТС «Професійна підготовка»)	Інститут програмних систем НАН України	ІТС «Професійна підготовка» створена для автоматизації процесу моніторингу професійного рівня та оперативно-службової готовності підрозділів Державної прикордонної служби України до виконання задач, передбачених директивними документами	Забезпечення виконавчої дисципліни посадових осіб, покращення процесу навчання, проведення автоматизованого тестового контролю, аналітичної обробки звітів	100,0	50,0	Підрозділи Державної прикордонної служби України	- « -, освіта
Підсистема «Ризик» інтегрованої інформа-ційно-телекомунікаційної системи Державної прикордонної служби України (ПС «Ризик»)	Інститут програмних систем НАН України	ПС «Ризик» є програмно-технічним компонентом інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи Державної прикордонної служби України	Для автоматизації процесів обробки інформації щодо затриманих осіб і транспорту, створення єдиного банку даних такої інформації і доступу до нього з автоматизованих робочих місць	100,0	40,0	Підрозділи Державної прикордонної служби України	- « -, освіта

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Спосіб та пристрій пофонемного розпізнавання злитого мовлення	Міжнар. наук.-навч. центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України	Нова інформаційна технологія розпізнавання суцільного мовлення в умовах необмежених словників	Розробка принципів, методів та інформаційної технології автоматичного розпізнавання, смислової інтерпретації та синтезу мовленнєвих сигналів	1153,3	370,0	Системи та засоби обчислювальної техніки. Сучасні та перспективні комп'ютери, системи і комплекси різного призначення	- « -, ІКТ
Малогабаритний крокуючий робот	Інститут проблем штучного інтелекту МОН та НАН України	Виготовлена та випробувана система радіозв'язку, проведено моделювання системи пеленгації у рамках розробки технічного слуху робота. Розроблено і випробувано систему технічного слуху робота з 2-ма мікрофонами. Розроблено шасі крокуючого малогабаритного робота, виготовлено систему керування рухом крокуючим роботом. Розроблені принципові схеми пристроїв, є експериментальний зразок шасі робота	Створення багатоагентних розподілених робототехнічних систем з високим рівнем штучної інтелектуалізації	420,0	210,0	Міністерство надзвичайних ситуацій (МНС), Міністерство внутрішніх справ (МВС)	Технологічне відставання (6 уклад), безпека

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Виявлення цільових об'єктів на зображеннях	Інститут проблем штучного інтелекту МОН та НАН України	Запропоновано нові способи отримання ознак зображення, які дозволяють покращити швидкісні характеристики алгоритмів мультимасштабного сканування зображень з метою пошуку цільових об'єктів. Розроблено алгоритм навчання запропонованого нового класифікатору, швидкісні характе ристики якого не поступаються відомому алгоритму AdaBoost	Методи інтелектуальної комп'ютерної обробки зображень для виявлення цільових об'єктів	180,806	100,0	МНС, МВС, Служба безпеки України, медицина, матеріалознавство, харчова промисловість і т.ін.	Технологічне відставання (6 уклад), безпека, депопуляція і старіння населення
Лабораторні комплекси з фізики для навчальних закладів	Інститут прикладної фізики НАН України	Розроблені комплекти і набори, призначені для вивчення фізики в навчальних закладах як України, так і за її межами	Розробка уніфікованих комп'ютерно-орієнтованих вузлів і дослідних зразків учбової техніки	1000,0	2700,0	Наукове і навчальне приладобудування	Технологічне відставання (6 уклад), освіта

Закінчення табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Створення та впровадження технології промислового виробництва мікропризмових світлоповертальних елементів	Інститут проблем реєстрації інформації НАН України	Створено і введено в експлуатацію комплекс прецизійного технологічного обладнання для виготовлення штампів з мікропризмовим світлоповертальним рельєфом. Створено технологію та введено в експлуатацію комплекс технологічного обладнання для виробництва мікропризмових світлоповертальних елементів методами гарячого пресування та лиття під тиском.	Продукція (попереджувальні знаки, обмежувальні лінії, доріжки, стовпчики тощо) для автомагістралей, великовантажних автомобілів, трас кабельних мереж, місць проведення аварійних робіт.	500,0	10000,0	Підприємства та організації галузей будівництва, ремонту та експлуатації автошляхів; Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», Комунальна корпорація «Київавтодор», обласні служби автодоріг	Технологічне відставання (6 уклад), транспорт

Складено за [88].

Додаток Г

Таблиця Г.1

Відповідність глобальним проблемам людства результатів наукових досліджень установ Відділення інформатики НАН України, що знайшли використання у народному господарстві, за 2006 – 2010 рр.

Рік	Установа	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5	6
2006	Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова	Розроблено функціональну схему роботи автоматизованого термоаналізу процесу кристалізації металевих зливків з розпізнаванням фаз, у якій вибрано базові алгоритми згладжування вихідної температурної кривої та обчислення її екстремумів, точок перегину кривої та областей стаціонарності значень температури	Автоматизація процесу виготовлення зливків	Металургія	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Навчально-науковий комплекс «ІПСА» НТУУ «КПІ»	Разом з Інститутом кібернетики ім. В.М. Глушкова розроблені прилади дистанційного зондування рівня рідини (води і нафти) у глибоких, вузьких свердловинах	Прилади впроваджені на 15-ти підприємствах різних галузей економіки	Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК)	Технологічне відставання (шостий уклад); Енергетика
	Інститут проблем математичних машин і систем	У Головному командному центрі Збройних сил України (ЗСУ) впроваджено автоматизований комплекс «База даних потенційно небезпечних об'єктів ЗСУ за категорією підвищеної небезпеки та уразливості»	Комплекс забезпечить підвищення рівня безпеки (живучості) об'єктів	Оборона	Технологічне відставання (шостий уклад)

Продовження табл. Г.1

1	2	3	4	5	6
	Інші установи Відділення	Запропоновано і запроваджено близько 400 розробок, серед яких нові засоби системного і програмного забезпечення, інформаційні методики і технології, рекомендації, стандарти, математичні моделі, прилади й устаткування для підприємств	Вдосконалення управління процесами	Металургія, енергетика, ЖКГ, держуправління, ЗСУ	Технологічне відставання (шостий уклад)
2007	Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова	У серійне виробництво на ВАТ «Меридиан» ім. С. П. Корольова введено «мишу персоналізовану МОП-3» та «рідер ВІК»	Пристрої персоналізації в НБУ	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Інститут проблем математичних машин і систем	При здійсненні екологічної експертизи зони аварії у Львівській обл. була використана система моделювання наслідків надзвичайних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах «Хмара»	Екологічний моніторинг, попередження надзвичайних ситуацій	Екологія	Технологічне відставання (шостий уклад)
2007	Інститут програмних систем	Розроблено і впроваджено для Державної прикордонної служби України 9-ту чергу інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи ГАІС «Гарт» та 5-ту чергу інтегрованої міжвідомчої автоматизованої системи обміну інформацією «Аркан» для контролю осіб, транспортних засобів і вантажів, які перетинають державний кордон	Моніторинг і контроль для Державної прикордонної служби України	Безпека	Технологічне відставання (шостий уклад)
2008	Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова	Запропоновано метод суміщення магнітокардіографічних карт розподілу струмів із зображенням анатомічного розрізу серця з метою інтерпретації порушень у розподілі струмів у певній області серця як таких, що спричинені відповідною частиною міокарду	Медична діагостика	Медицина	Депопуляція і старіння населення

Продовження табл. Г.1

1	2	3	4	5	6
	Львівський центр Інституту космічних досліджень	Побудовано і впроваджено в геофізичні роботи широкосмугову магнітотелуричну станцію LEMI-415, надпотужний генератор зондуючих імпульсів та малоспоживаючі магнітометри LEMI-011	Системи керованого буріння	Паливно-енергетичний комплекс	Енергетика Технологічне відставання (шостий уклад)
	Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем	У серійне виробництво передані голосовий телефонний секретар, цифровий диктофон з голосовим управлінням, усний словник-перекладач «Тлумач», система «Відеосек'юріті приміщення», біометричні прилади персоніфікованого призначення «Фазграф» та «Тренар-01»	Побутове застосування	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Інші установи Відділення	Розроблено і впроваджено нові засоби системного і програмного забезпечення, інформаційні методики і технології, рекомендації, математичні моделі, прилади й устаткування для різних галузей	Аерокосмічна, електротехнічна,енергетична, геологічна галузі, ЖКГ, держуправління, ЗСУ	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
2009	Інститут проблем математичних машин і систем	В рамках державної цільової програми підготовки та проведення Євро-2012 створено технічний проект системи екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112	Подолання надзвичайних ситуацій	Безпека	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Обладнано вагони Київського метрополітену дослідними зразками енергозберігаючих світлодіодних світильників та систем керування ними	Менше енергоспоживання, зручність	Енергозбереження	Нова енергетика

Продовження табл. Г.1

1	2	3	4	5	6
2009	Інститут проблем штучного інтелекту	Для органів внутрішніх справ і Служби безпеки України здійснено фоноскопічні експертні дослідження з використанням розробленої технології перевірки автентичності цифрових фонограм шляхом пошуку розриву фази низько- і високочастотних складових гармонійного типу	Перевірка автентичності цифрових фонограм	Безпека	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Харківський центр Інституту космічних досліджень	Впроваджено у Національному центрі управління та випробувань космічних засобів алгоритми визначення початкових параметрів орбіт та взяття на супроводження космічних об'єктів, які раніше не спостерігались. Це дало змогу вперше в Україні в Системі контролю і аналізу космічної обстановки реалізувати технологію самостійного (без КПП Росії) взяття на супроводження «нових» космічних об'єктів	Реалізація технології самостійного взяття на супроводження «нових» космічних обєктів	Космос	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Інші установи Відділення	Розроблено і впроваджено понад 600 розробок, серед яких нові засоби системного і програмного забезпечення, інформаційні методики і технології, рекомендації, математичні моделі, прилади й устаткування для різних галузей	Аерокосмічна, електротехнічна, енергетична, геологічна галузі, ЖКГ, держуправління, ЗСУ	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
2010	Навчально-науковий комплекс «ІПСА» НТУУ «КПІ»	Розроблено автоматизовану систему забезпечення процесу отримання сертифікатів користувачів грід в Україні на основі оновленого сайту UGRID CA	Розбудова інформаційного суспільства	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)

Закінчення табл. Г.1

1	2	3	4	5	6
	Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем	Впроваджено 15 розробок на 50 підприємствах, серед яких: • інформаційна технологія інтегрального оцінювання стану економічної безпеки України (Міністерство економічного розвитку і торгівлі); • модернізована автоматизована картографічна система «Атоас-1» у складі програмно-технічних комплексів «Карта-Ц» та «Видання-Ц» (ЗСУ); • численні пропозиції до плану Національної стандартизації на 2011 р. щодо розробки національних стандартів в галузі ІКТ, гармонізованих з міжнародними	Розбудова інформаційного суспільства	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Інші установи Відділення	Розроблено і впроваджено нові засоби системного і програмного забезпечення, інформаційні методики і технології, рекомендації, математичні моделі, прилади й устаткування для різних галузей	Аерокосмічна, електротехнічна, енергетична, геологічна галузі, ЖКГ, держуправління, ЗСУ	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)

Складено за [76 – 80].

Додаток Д

Таблиця Д.1

Результати виконання ДЦНТП НАН України«Образний комп'ютер» у 2006–2010рр.

Рік	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5
2006	Розроблено функціонально-технологічні модулі базових інформаційних технологій для образного комп'ютеру	Модулі з високими функціональними характеристиками і можливостями вбудовуватись у сучасні комп'ютерні системи	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Відпрацьовано оригінальні технології образного сприйняття, розпізнавання, розуміння та генерації фізіологічних сигналів та образного сприйняття об'єктів зовнішнього середовища	Оригінальні технології образного сприйняття з використанням нейромережевих технологій	Усі галузі	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Розроблено та підготовлено до впровадження у виробництво ряд оригінальних наукомістких електронних виробів	Серед цих виробів: мікроелектронний цифровий апарат для фіксації тривимірних зображень «Стереовізор», мобільний телефон з голосовим управлінням	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Передано до освоєння у серійному виробництві низку мікроелектронних наукомістких виробів	Серед цих виробів: голосовий телефонний секретар, цифровий диктофон з голосовим управлінням, усний словник-перекладач «Тлумач», система «Відеосекьюріті приміщення», біомедичні прилади персоніфікованого призначення «Фазаграф» та «Тренар – 01»	Промисловість	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Створені та апробовані програмно-аналітичні засоби, що забезпечують спілкування і розпізнавання	Забезпечують спілкування з комп'ютерними системами природною мовою, здійснюють розпізнавання об'єктів навколишнього середовища, сприйняття і обробку знань та інформаційних сигналів складної природи	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)

Продовження табл. Д.1

1	2	3	4	5
2007	Розроблено програмне забезпечення інформаційної технології розпізнавання об'єктів зовнішнього світу з використанням баз знань про них	Перша черга експериментальної комп'ютерної системи образної технології, дослідні зразки мікроелектронних приладів «Тлумач-3», «Вокофон-3»	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Підготовлено та передано для промислового виробництва низку мікроелектронних наукомістких виробів з конструкторською документацією	Прості у користуванні прилади «домашньої медицини», що можуть використовуватись у лікувальних закладах різних рівнів; цифровий диктофон з голосовим управлінням, голосовий секретар, усномовний словник-перекладач, мобільний телефон з голосовим управлінням	Промисловість, медицина	Технологічне відставання (шостий уклад)
2008	Виконано роботи по створенню експериментального зразка багатоцільової комп'ютерно-телекомунікаційної платформи образного комп'ютера	Дослідні зразки платформи образного комп'ютера	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Відпрацьована на реальних об'єктах інтелектуальна інформаційна технологія моделювання рухових функцій людини на основі обробки біосигналів	Відпрацьована технологія моделювання рухових функцій людини	Медицина	Депопуляція і старіння населення
	Розроблено діючі програмно-апаратні засоби перетворення усної мови та тексту	Засоби, що забезпечують перетворення усної мови на текст та тексту на усну мову, усний переклад з української та іншої мови за заданою тематикою	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)

Продовження табл. Д.1

1	2	3	4	5
	Розроблено програмно-апаратні засоби для автоматизованої обробки електроміографічних сигналів, що відображають рухи людини	Засоби дозволили створити технологію та діючий макет електронного модуля корекції активності м'язів-антагоністів. А клінічні випробування дослідних зразків приладу «Тренар-01» підтвердили перспективність його застосування	Медицина	Депопуляція і старіння населення
	Розроблено комп'ютерну технологію персоніфікованої консультативно-додаткової оперативної допомоги хворим на діабет	Створено дослідний зразок портативного електронного пристрою «Діабет +»	Медицина	Депопуляція і старіння населення
2009	Створені і апробовані програмно-алгоритмічні засоби, що забезпечують спілкування та здійснюють розпізнавання	Забезпечують спілкування з комп'ютерними системами природною мовою, здійснюють розпізнавання об'єктів навколишнього середовища, сприйняття і обробку знань та інформаційних сигналів складної природи	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Розроблено та апробовано програмні засоби реалізації прогностичної функції управління мобільною автономною системою	Управління мобільною автономною системою за різнорідною сенсорною інформацією, а також програмні засоби адаптивного планування процесами управління цією автономною системою за цілеспрямованими інфраструктурами	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Укладені та реалізуються ліцензійні угоди на передачу до серійного виробництва 5 високотехнологічних наукомістких виробів, характеристики та економічні показники яких перевищують закордонні аналоги, а по ряду з них аналоги відсутні	Два вироби цифрової медицини «Фазаграф» та «Тренар-01» пройшли необхідні медичні випробування і мають дозвіл на використання у медичній практиці. Дослідно-промислові зразки цих виробів передано у медичні та оздоровчі заклади України для апробації в реальних умовах	Медицина	Депопуляція і старіння населення

Закінчення табл. Д.1

1	2	3	4	5
2010	Розроблені моделі повнофункціонального програмного середовища комп'ютерно-телекомунікаційної платформи	Платформа здатна інтегрувати базові програмно-апаратні модулі інтелектуальних інформаційних технологій в єдину систему	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Розроблено та передано на завод «Електрон» (м. Львів) дослідно-конструкторську документацію на виробництво конкурентоспроможних мікропроелектронних пристроїв мовленнєвої інформатики	Початок виробництва усного словника-перекладача – «Тлумач-3», голосового електронного секретаря, цифрового голосового диктофону, мобільного телефону з голосовим управлінням	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Розроблено технологію ідентифікації особи за зображенням її обличчя на основі тривимірної генеративної моделі.	В рамках укладеного ліцензійного договору із заводом «Електрон» проведено роботи з підготовки до серійного промислового виробництва системи «Відеосек'юріті»	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (шостий уклад)
	На ВАТ «Київський завод автоматики ім. Петровського» виготовлено установчу партію пристрою «Фазаграф»	Прилади передані у більш ніж 30 медичних і клінічних закладів України для їх використанням за призначенням	Медицина	Депопуляція і старіння населення

Складено за [76 – 80].

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Найбільш значущі результати виконання ДЦНТП НАН України «Впровадження і застосування Grid-технологій» за 2010 – 2013 рр.

Рік	Напрямок програми	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5	6
2010	Розвиток матеріально-технічної бази Grid-технологій	Об'єднання 26-ти обчислювальних кластерів різних організацій НАН та МОН України	Створена сучасна потужна обчислювальна платформа державного рівня для вирішення надскладних завдань різного призначення	ІКТ	Технологічне відставання (6 уклад)
2011	Розвиток матеріально-технічної бази Grid-технологій	Посилено матеріально-технічне і функціональне забезпечення базового, регіональних і ресурсних центрів Українського національного гріду (УНГ), а також обчислювальні ресурси 10 Grid-кластерів	Створена сучасна потужна обчислювальна платформа державного рівня для вирішення надскладних завдань різного призначення	ІКТ	Технологічне відставання (6 уклад)
		Побудовано новий кластер і 4 Grid-платформи доступу до Grid-мережі			
		Потенційний обчислювальний ресурс збільшено до 31-го Grid-кластера, які мають понад 3000 процесорних ядер, і понад 400 Терабайтів сховищ для зберігання даних			
	Застосування Grid-технологій у фундаментальних дослідженнях	З використанням кластерних та Grid-обчислень реалізовано проекти з фізики високих енергій, астрономії і астрофізики, молекулярної і клітинної біології і медицини, фізики твердої та м'якої речовин, нанотехнологій	Реалізація проектів уундаментальних дослідженнях	-«-	-«-

Продовження табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
		і нових матеріалів, геофізики і навколишнього середовища, моделювання економічних процесів			
		Налагоджено зв'язки з європейськими і світовими Grid-проектами для обробки експериментальних даних Великого адронного колайдера	Обробка даних Великого адронного колайдера	-«-	-«-
		Досягнуто значні успіхи в роботі віртуальної Grid-організації Moldyngrid, де методи молекулярної динаміки і Grid-технології застосовуються для дослідження складних біологічних молекул	Grid-технології для дослідження складних біологічних молекул	-«-	-«-
2011	Застосування Grid-технологій у прикладних дослідженнях	Здійснено перший етап посилення пропускної здатності каналів передачі даних між Grid-кластерами та проведено підключення до європейської Grid-інфраструктури	Вдосконалення УНГ і підключення до європейської Grid-інфраструктури	-«-	-«-
	Підготовка фахівців з Grid-технологій	Створено два дисплейні класи для теоретичної і практичної підготовки фахівців з Grid-технологій, а чотири українських Grid-кластери підключено до міжнародної навчальної Grid-мережі	Класи для підготовки фахівців з Grid-технологій	-«-	-«-
2012	Розвиток матеріально-технічної бази Grid-технологій	На виконання угоди про співробітництво між European Grid Infrastructure та УНГ пройшли тестування та сертифікацію перші 11 українських Grid-кластерів, які працюють у відповідності до високих європейських вимог	Сертифікація 11 українських Grid-кластерів	ІКТ	Технологічне відставання (6 уклад)
		Збільшено загальний обчислювальний ресурс до 39-ти Grid-кластерів, які мають більше 4000 процесорних ядер, і понад 500 Терабайтів сховищ для зберігання даних	Збільшення обчислювального ресурсу	-«-	-«-

Продовження табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
2012		Посилено пропускну здатність каналів обміну даними між найпотужнішими Grid-кластерами до 10 Гігібіт за секунду	Посилення пропускної здатності каналів обміну даними	-«-	-«-
	Застосування Grid-технологій у фундаментальних дослідженнях	Розроблено та розпочато широке застосування спеціалізованих програмних пакетів для використання Grid-технологій в різноманітних наукових і науково-технічних дослідженнях	Застосування спеціалізованих програмних пакетів у дослідженнях	-«-	-«-
		У галузі фізики високих енергій у програмі досліджень на Великому адронному колайдері українські вчені стали співавторами відкриття нового бозона – кандидата на роль бозона Хіггса	Співавторство у відкритті нового бозона (Хіггса)	-«-	-«-
		Значного успіху досягнуто в проектах біологічного напрямку, де Grid-технології застосовуються для дослідження складних біологічних молекул	Дослідження складних біологічних молекул	-«-	-«-
	Застосування Grid-технологій у прикладних дослідженнях	Збільшилась кількість тематичних проектів, спрямованих на вирішення важливих практичних задач. Реалізовано пілотні проекти з медичної тематики, задач матеріалознавства, аналізу стану навколишнього середовища, прогнозування і захисту від надзвичайних природних явищ, таких, наприклад, як повені	Реалізація пілотних проектів з прикладних досліджень	-«-	-«-
2012	Підготовка фахівців з Grid-технологій	Продовжувалась робота з міжнародною навчальною Grid-мережею	Підготовка фахівців з Grid-технологій	-«-	-«-

Продовження табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
2013	Розвиток матеріально-технічної бази Grid-технологій	Продовжено та поглиблено інтеграцію на технічному рівні УНГ в Європейську організацію EGI (European Grid Infrastructure), посилено співпрацю українських, зокрема академічних, Grid-кластерів з європейськими національними Grid-інфраструктурами та з окремими міжнародними віртуальними організаціями (у Польщі, Німеччині, Франції)	Поглиблення інтеграції УНГ на технічному рівні як в середині Grid-кластерів, так і з міжнародними організаціями	ІКТ	Технологічне відставання (6 уклад)
	Застосування Grid-технологій у фундаментальних дослідженнях	Активна участь установ-виконавців програми у дослідженнях з фізики високих енергій на Великому адронному колайдері в ЦЕРНі (експерименти ALICE і CMS). Виконавці проекту з ННЦ «ХФТІ», як учасники експерименту CMS, стали співавторами відкриття бозону Хіггса.	Участь у програмах досліджень з фізики високих енергій	-«-	-«-
		Значні успіхи досягнуто в проектах з астрофізики і космології	Дослідження з астрофізики і космології	-«-	-«-
		Успіхи в проектах біологічного напряму, в яких Grid-технології застосовуються для дослідження складних біологічних молекул	Перспектива комп'ютерного проектування нових ліків; розроблення нових засобів захисту рослин	Медицина; сільське господарство	Депопуляція і старіння населення Продовольча проблема
	Застосування Grid-технологій у прикладних дослідженнях	Впровадження Grid-технологій у практичній медицині (спільно з Інститутом ядерної медицини та променевої діагностики і Інститутом серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України)	Впровадження Grid-технологій в практичній медицині	Медицина	Депопуляція і старіння населення

Закінчення табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
	Підготовка фахівців з Grid-технологій	Продовжувалась робота з міжнародною навчальною Grid-мережею	Підготовка фахівців з Grid-технологій	ІКТ	Технологічне відставання (6 уклад)

Складено за [80 – 83].

Додаток 3

Таблиця 3.1

Найбільш значущі результати виконання ДЦНТП НАН України «Розробка інтелектуальних суперкомп'ютерних систем сімейства СКІТ, забезпечення їх ефективного функціонування та створення інформаційних технологій, сучасного математичного, програмно-технічного забезпечення для розв'язання складних та надскладних науково-практичних задач (Інтелект)» за 2013 р.

Напрям програми	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5
Подальший розвиток кластерного комплексу СКІТ	Модернізовано сховище даних суперкомп'ютерного комплексу СКІТ, збільшено його корисний об'єм до 120 ТБ, підвищено швидкодію до 1 Гбайт/с (у 8 разів)	Підвищення характеристик комплексу СКІТ	Усі галузі, ІКТ	Технологічне відставання (6 уклад)
	Налаштовано використання інтерконекта суперкомп'ютеру СКІТ-4	Налаштування СКІТ-4	-«-	-«-
	Модернізовано топологію мережі передачі даних комплексу СКІТ, що дозволило додатково збільшити швидкість обміну даними між паралельною файловою системою та вузлами кластерів СКІТ-3 та СКІТ-4 на 5%	Збільшення швидкості обміну даними	-«-	-«-
	Сховище даних комплексу СКІТ використовується науковими установами для обробки та збереження надвеликих обсягів даних	Використання сховища даних комплексу СКІТ	-«-	-«-
Розвиток інтелектуальних ІТ, сучасного математичного та програмно-технічного	Розроблено методи розв'язання векторних дискретних оптимізаційних задач великої розмірності за умов невизначеності й ризику, пов'язані з розпаралелюванням процесу оптимізації	Зменшення вартості і часу прийняття рішень у складних ситуаціях	-«-	-«-
	Побудовано градієнтні методи ідентифікації параметрів: шаруватих середовищ в рамках усталених та неусталених дифузійних процесів; шаруватих	Методи ідентифікації параметрів шаруватих середовищ і циліндричних тіл	-«-	-«-

Закінчення табл. 3.1

1	2	3	4	5
забез-печення	циліндричних тіл в рамках усталеної та неусталеної дифузії			
	Для комплексу НАДРА-3D розроблено спеціалізований програмний інструментарій створення та редагування цифрових моделей багатокомпонентних шаруватих 3D-середовищ	Програмний інструментарій створення та редагування цифрових моделей	-«-	-«-
	Розроблено методи ідентифікації різноманітних параметрів математичних моделей дифузії в шаруватих тілах та шаруватих тілах обертання, які дозволяють неруйнівним способом визначити характеристики окремих складових зазначених тіл з метою вирішення проблем подовження ресурсу складних сучасних об'єктів різного призначення, вирішення проблем раціонального природокористування, визначення характеристик нових матеріалів тощо	Розвязання задач теплоенергетики, машинобудування, дослідження проблем екології, раціонального природокористування, очистки питної води, нафтопродуктів тощо	-«-	-«-
	Запропоновано підходи до побудови математичних моделей оптимізації економічних та виробничих процесів, енергозбереження, обчислювальної біології, які формулюються в термінах комп'ютерної оптимізації	Можливість отримати науково обгрунтовані прикладні результати для прийняття рішень у різних сферах застосування	-«-	-«-

Складено за [83].

Додаток К

Таблиця К.1

Найбільш значущі результати виконання ДЦНТП НАН України «Розроблення і освоєння мікроелектронних технологій, організація серійного випуску приладів і систем на їх основі» за 2008 – 2011 рр. та з урахуванням подовження на 2012 р.

Рік	Напрям програми	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5	6
2008	Створення детекторів радіації та сенсорів	Відпрацьовано методику виготовлення 32-канальних детекторів рентгенівського випромінювання з підвищеною просторовою роздільністю на базі сцинтиляційних лінійок різної товщини (0,4; 0,6; 0,8 та 1 мм)	Методика виготовлення 32-канальних детекторів рентгенівського випромінювання	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Розроблено новий спосіб реєстрації швидких нейтронів, що базується на механізмі непружного розсіяння в гратці неорганічних сцинтиляторів, а результати тестувань підтвердили високу ефективність цієї методики	Новий спосіб реєстрації швидких нейтронів	-«-	-«-
		Розроблені принципові електричні схеми нового типу і виготовлені макети зарядочутливого попереднього підсилювача та підсилювача-формача імпульсів на основі активного фільтру для блоків детектування на CdZnTe.	Використання в приладах вимірювання аварійних доз та приладах моніторингу радіаційної обстановки на АЕС	Ядерна енергетика	Нова енергетика
		Проведено коригування технології виготовлення ультрафіолетових сенсорів на ZnSe(Te) з метою підвищення чутливості в короткохвильовій області спектра (λ ~ 200 нм), зменшення опору омічного контуру та підвищення кількості виходу придатних приладів	Коригування технології виготовлення ультрафіолетових сенсорів	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)

Продовження табл. К.1

1	2	3	4	5	6
		Здійснено ряд заходів по впровадженню у виробництво кремнієвих p- і n- фотодіодів, що мають енергетичну роздільну здатність на джерелі гамма-випромінення на рівні кращих світових зразків	Впровадження у виробництво кремнієвих p- і n-фотодіодів	-«-	-«-
		Створено технологію виготовлення детекторів CdZnTe для широкодіапазонного, аварійного та спектрометричного блоків детектування	Технологія виготовлення детекторів CdZnTe	-«-	-«-
2008	Розробка технології виготовлення нанокераміки	Розроблено метод синтезу квантових точок CdSe/ZnS з доступних та безпечних синтетичних попередників кадмію і цинку	Метод синтезу квантових точок	-«-	-«-
	Виробництво високоякісних підкладок із сапфіру	Проведено пусконалагоджувальні роботи та введено в дію дві резистивні установки для вирощування сапфіра методом Киропулоса	Введено в дію дві резистивні установки для вирощування сапфіра	-«-	-«-
	Випуск фотоприймальних пристроїв, випромінювачів	Розроблено основні складові оптоелектронної компонентної бази для створення виробничо-технологічної бази та налагодження малосерійного виробництва приладів інфрачервоного (ІЧ)-бачення на основі фотоприймальних пристроїв	Складові оптоелектронної компонентної бази	-«-	-«-
	Виробництво надвисокочастотної елементної бази	Виконано роботу по створенню багатоелементних фотоприймальних пристроїв ІЧ-діапазону на основі CdHgTe. Виготовлено дослідний зразок ІЧ-фотоприймальної матриці формату 128 х 128 для спектрального діапазону 3–5 мкм.	Фотоприймальна матриця для пристрою ІЧ-діапазону	-«-	-«-
		Розроблена технічна документація, що забезпечує можливість виготовлення макетів діодів, параметри яких стабільні в інтервалі температур -60 ÷ +80^{0}С та при термоциклі в такому ж інтервалі температур	Можливість виготовлення макетів діодів	-«-	-«-

Продовження табл. К.1

1	2	3	4	5	6
2009	Створення детекторів радіації та сенсорів	Проведена підготовка до промислового виробництва ультрафіолетових та рентгенівських сенсорів, ультрафіолетового вимірювача та рентген-тестера	Підготовка до промислового виробництва сенсорів, вимірювача та тестера	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Завершено монтажні і пусконалагоджувальні роботи з двома ростовими установками для отримання напівпровідникових кристалів діаметром до 50 мм	Ростові установки для отримання напівпровідникових кристалів	-«-	-«-
		Розроблено новий спосіб пасивації поверхні кристалічних CdZnTe-спектрометрів іонізуючого випромінювання, який забезпечує зменшення струмів втрат більш ніж у 20 разів	Новий спосіб пасивації поверхні кристалічних CdZnTe-спектрометрів іонізуючого випромінювання	-«-	-«-
2009		Виготовлено та досліджено характеристики p- і n-фотодіодної лінійки, яка дозволяє майже на порядок підвищити просторову роздільну здатність рентгенівських сцинтиелектронних детекторів	p- і n-фотодіодна лінійка, що покращує рентгенівські сцинтиелектронні детектори	-«-	-«-
	Розробка технології виготовлення нанокераміки	Вдосконалено метод отримання напівпровідникових квантових точок з фотолюмінесценцією у діапазонах 420–450 нм, 530–540 нм, 570–580 нм і 620–630 нм	Метод отримання напівпровідникових квантових точок	-«-	-«-
		Знайдено оптимальну відносну концентрацію компонентів композитної системи, що забезпечує максимальну інтенсивність люмінесценції квантових точок		-«-	-«-

Продовження табл. К.1

1	2	3	4	5	6
	Випуск фотоприймальних пристроїв, випромінювачів	Виготовлено експериментальні зразки ультрафіолетових фотоприймачів на карбіді кремнію з діапазоном фоточутливості 200–430 нм	Зразки ультрафіолетових фотоприймаччів	-«-	-«-
	Виробництво надвисокочастотної елементної бази	Розроблено макет тепловізійної камери діапазону спектра 3–5 мкм, параметри якої не поступаються кращим світовим зразкам	Макет тепловізійної камери діапазону спектра 3–5 мкм	-«-	-«-
		Виготовлено макети зразків кремнієвих імпульсних лавинопролітних діодів 8-міліметрового діапазону з термостабільними контактами	Макети зразків кремнієвих імпульсних лавинопролітних діодів	-«-	-«-
2010	Створення детекторів радіації та сенсорів	Створено три типи високочутливих сенсорів для реєстрації ультрафіолетового випромінювання в діапазоні 200–400 нм.	Високочутливі сенсори для реєстрації ультрафіолетового випромінювання	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Розроблено та досліджено характеристики детекторів рентгенівського випромінювання з підвищеним просторовим розділенням для нового покоління пристроїв формування рентгенівського зображення	Детекторив рентгенівського випромінювання нового покоління	-«-	-«-
		Виготовлено зразок спектрометричного порталу для контролю на митниці легкового автотранспорту, випробування якого показало, що за основними параметрами він не поступається закордонним аналогам	Спектрометричний портал для контролю на митниці легкового автотранспорту	-«-	-«-

Продовження табл. К.1

1	2	3	4	5	6
2010		Вирощено монокристали, розроблено конструкції і виготовлено блоки детектування на основі монокристалів вольфрамату кадмію $CdWO_4$ для стаціонарного спектрометричного порталу, сумісного з металодетектором	Блоки детектування для спектрометричного порталу, сумісного з металодетектором	-«-	-«-
		Виготовлено широкодіапазонні блоки детектування на основі CdZnTe-сенсорів для контролю іонізуючого випромінювання атомних станцій, сховищ відпрацьованого ядерного палива і радіоактивних відходів	Блоки де тектування для контролю іонізуючого випроміню-вання АЕС тощо	-«-	-«-
2011	Створення детекторів радіації та сенсорів	Розроблено та виготовлено експериментальні зразки автономного радіометра-дозиметра на основі мікрозбірок та цифрового керуючого модуля і напівпровідникових детекторів CdZnTe	Зразки автономного радіометра-дозиметра	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Виготовлено дослідні зразки 64-х та 128-канальних рентгенівських детекторів низько- та високо-енергетичного діапазонів, створено дільницю для промислового виробництва портальних моніторів та рентгенівських сканерів	Підготовка виробництва портальних моніторів та рентгенівських сканерів	-«-	-«-
	Випуск фотоприймальних пристроїв, випромінювачів	Створено чотиришаровий світлодіод з композитним емісійним шаром, що випромінює біле світло за рахунок складення допоміжних кольорів – синього і померанчевого, а також розроблено лабораторний технологічний регламент на створення цих світлодіодів	Світлодіод з композитним емісійним шаром, що випромінює біле світло	-«-	-«-
	Виробництво надвисокочастотної елементної бази	Створено тепловізор на основі фоточутливої матриці спектральних діапазонів 3–5 мкм та 8–12 мкм та потужний генераторний НВЧ-модуль на кремнієвих імпульсних лавинопролітних діодах 8-міліметрового діапазону	Тепловізор на основі фоточутливої матриці	-«-	-«-

Закінчення табл. К.1

1	2	3	4	5	6
2012	Виробництво високоякісних підкладок із сапфіру	Розроблено технологію вирощування об'ємного сапфіра вагою до 60 кг методом Кіропулоса, вирощування сапфірових пластин методом Степанова 120 мм завширшки та технологію отримання високоякісних підкладок для структур «кремній на сапфірі», світлодіодів та інших комплектуючих приладів мікроелектроніки	Технології вирощування об'ємного сапфіра вагою до 60 кг, вирощування сапфірових пластин 120 мм завширшки, отримання високоякісних підкладок	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Отримано структурно-досконалі підкладки із сапфіру діаметром (50,80 ± 0,05) мм, товщиною [(0,30–0,50) ± 0,02] мм з кристалографічними орієнтаціями (0001) (10¯12) за стандартом USA MIL-0-13830. Показано придатність підкладок для епітаксії, а експериментальні зразки демонструвались на виставках потенційним закордонним замовникам	Структурно-досконалі підкладки із сапфіру за стандартом USA MIL-0-13830	-«-	-«-
		На основі порівняного техніко-економічного аналізу технологій вирощування сапфіру різними методами розроблено технічні вимоги до промислового обладнання для вирощування сапфіру методами Кіропулоса і Степанова, а також до сервісного обладнання, необхідного для маніпуляцій та механічної обробки кристалів вагою більше 60 кг. Технологічне обладнання виготовлено у відповідності до технічних вимог вітчизняних підприємств	Технічні вимоги до промислового обладнання для вирощування сапфіру методами Кіропулоса і Степанова, а також до сервісного обладнання	-«-	-«-
		Створено дослідно-промислові ділянки вирощування кристалів та виготовлення підкладок для великих інтегральних схем, світлодіодів тощо	Дослідно-промислові ділянки вирощування кристалів та виготовлення підкладок	-«-	-«-

Складено за [76 –80].

Додаток Л

Таблиця Л.1

Найбільш значущі результати виконання ДЦКНТП НАН України «Розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів» на 2008 – 2012 рр.

Рік	Напрям програми	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5	6
2008	Розробка дослідних технологій виробництва наукоємних матеріалів для сенсорної техніки	Створено технологію вирощування тонкоплівкових гетероструктур в системі широкозонних сполук A^2B^6, яка дозволяє виготовляти сенсори ультрафіолетового (УФ)-випромінення нового покоління. Превага розробки – використання вітчизняної технологічної бази, економічність якої вища ніж у існуючих зарубіжних аналогів	Створено технологію, яка дозволяє виготовляти сенсори УФ-випромінення нового покоління	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Створено і запатентовано напівпровідниковий матеріал – оптичний германій нового типу, який характеризується покращеними характеристиками порівняно з існуючим у світі промисловим матеріалом і є перспективним для використання насамперед у новітніх галузях інфрачервоної (ІЧ)-техніки	Створено напівпровідниковий матеріал – оптичний германій нового типу	-«-	-«-
	Використання мікро- і оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем	Розроблено методику безконтактного вимірювання температури у високотемпературних технологічних процесах	Методика безконтактного вимірювання температури	-«-	-«-
		Запропоновано новий спосіб вимірювання вологості природного газу безпосередньо в газовій транспортній	новий спосіб вимірювання вологості	-«-	-«-

Продовження табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
		магістралі зі значним вмістом концентрацій важких вуглеводнів і сторонніх домішок	природного газу в газовій транспортній магістралі		
	Створення біомультисенсорних багатофункціональних технологій та інформаційних систем	Розроблено та налагоджено промислову технологію виготовлення кріогенних сенсорів температури, магнітного поля і багатофункціональних сенсорів для одночасного вимірювання низьких температур та сильних магнітних полів	Виготовлення кріогенних сенсорів температури і магнітного поля	-«-	-«-
2008	Упровадження пристроїв та їх систем для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій	Вперше в Україні виготовлено і введено в експлуатацію експериментальний зразок унікального малогабаритного мікроелектронного вимірювача енергетичної щільності потоків сонячного електромагнітного випромінювання «ВЕО-01», який забезпечує визначення енергетичної ефективності складових частин геліоенергетичних установок наземного базування	Малогабаритний мікроелектронний вимірювач енергетичної щільності потоків сонячного електромагнітного випромінювання «ВЕО-01»	Енергетика	Нова енергетика
2009	Розробка дослідних технологій виробництва наукоємних матеріалів для сенсорної техніки	Створено наукоємні технології виготовлення оптохімічних сенсорів на основі багатошарових дифракційних граток з антикорельованим рельєфом	Оптохімічні сенсори на основі багатошарових дифракційних граток з анти-корельованим рельєфом	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Використання мікро- і оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем	Виготовлено мікроконструкції високоефективних енергозберігаючих сенсорних пристроїв для вимірювання тиску рідин та газів, характеристики яких відповідають світовим стандартам	Мікроконструкції сенсорних пристроїв для вимірювання тиску рідин та газів	-«-	-«-

Продовження табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
		Створено діагностичний комплекс неруйнівних ультразвукових методів виявлення дефектів та їх просторового розподілу у великих напівпровідникових кристалах, а також прецизійного вимірювання профілю механічних неоднорідностей поверхні кристалів	Діагностичний комплекс неруйнівних ультразвукових методів виявлення дефектів	-«-	-«-
	Створення біомультисенсорних багатофункціональних технологій та інформаційних систем	Розроблено і створено біомультисенсорні багатофункціональні технології виготовлення біорефрактометрів, чутливість та точність вимірів яких значно перевищують відомі аналоги	Біомультисенсорні багатофункціональні технології виготовлення біорефрактометрів	-«-	-«-
		Методом моделювання багатошарової інтерференційної тонкопівкової системи виготовлено мультипараметричний багатоелементний колориметричний газовий сенсор	Мультипараметричний багатоелементний колориметричний газовий сенсор		
	Упровадження пристроїв та їх систем для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій	Виготовлено мікросенсори температури для проведення експериментів з вивчення турбулентних потоків рідкого гелію в Національній лабораторії сильних магнітних полів м. Таллахассі (США) та в Центрі ядерних досліджень м. Гренобль (Франція)	Мікросенсори температури для проведення експериментів з вивчення турбулентних потоків рідкого гелію	Енергетика	Нова енергетика
		Державному підприємству «Завод «Арсенал» (м. Київ) передано експериментальні зразки інтегральних перетворювачів диференційного тиску для випробування і розроблення на їх основі побутових приладів обліку витрат природного газу	Інтегральні перетворювачі диференційного тиску для побутових приладів обліку газу	-«-	-«-

Продовження табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
		Науково-виробничому підприємству «Рост» (м. Київ) передано експериментальні зразки перетворювачів тиску для випробування у системах автоматичного контролю технологічних процесів у цукровій промисловості	Зразки переворювачів тиску для систем контролю техпроцесів у цукровій промисловості	Харчова промисловість	Нестача продовольства
2010	Розробка дослідних технологій виробництва наукоємних матеріалів для сенсорної техніки	Виготовлено дослідно-промислову апаратуру для одержання діоксиду германію напівпровідникової чистоти із сировини різного походження, що забезпечує глибину вилучення германію з концентратів близько 99,0% від первісної маси германію у вихідній сировині	Дослідно-промислова апаратура для одержання діоксиду германію напівпровідникової чистоти	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		В наноструктурований сполуці на базі поруватого кремнію одержано випромінювання білого світла (зі спектром випромінювання близьким до сонячного) за рахунок керування інтенсивністю спектральних кольорів випромінювання	Наноструктурована сполука на базі поруватого кремнію, що може випромінювати світло близьке до сонячного	-«-	-«-
2010	Використання мікро- і оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем	Проведено експериментальні випробування термометрів опору та діодних сенсорів температури в діапазоні температур 1,8–4,2 К. Надвисока чутливість цих сенсорів порівняно з кращими зарубіжними аналогами дозволяє проводити унікальні дослідження при низьких та наднизьких температурах	термометрів опору та діодних сенсорів температури в діапазоні температур 1,8–4,2 К з надвисокою чутливістю	-«-	-«-
	Створення біомультисенсорних багатофункціональних технологій та інформаційних систем	Розроблено і створено мультисенсор-ну систему типу «електронний ніс» з автоматизованою подачею аналіту (легкі токсичні та екологічно небезпечні сполуки), яка вирішує проблему розпізнавання сумішей аналітів за їх хімічними образами	Мультисенсорна система типу «електронний ніс» з автоматизованою подачею аналіту	-«-	-«-

Продовження табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
	Упровадження пристроїв та їх систем для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій	Розроблено і створено експериментальні зразки нових кремнієвих фотоперетворювачів, використання яких в геліоенергетичних установках концентрат орного типу дозволяє на 20–30% знизити собівартість виробництва електроенергії у порівнянні з існуючими фотоелектричними пристроями	зразки нових кремнієвих фотоперетворювачів, що на 20–30% знижують собівартість виробництва електроенергії	Альтернативна енергетика	Нова енергетика
2011	Розробка дослідних технологій виробництва наукоємних матеріалів для сенсорної техніки	Розроблено технологію для вирощування кристалів германію при застосуванні високочастотного розплаву, яка забезпечує високу ступінь чистоти та структурної досконалості кристалів для виготовлення унікальних сенсорів іонізуючого випромінювання	Технологію для вирощування кристалів германію для виготовлення сенсорів іонізуючого випромінювання	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
2011	Використання мікро- і оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем	Виготовлено експериментальні зразки сенсорних пристроїв для визначення рівня світлих нафтопродуктів, витрат повітря, газу, рідини, а також динамічних змін тиску в циліндрах двигунів автомобілія, судових двигунів тощо. Виготовлені сенсори за своїми характеристиками знаходяться на рівні відомих світових фірм-виробників	Сенсорні пристрої для визначення рівня світлих нафтопродук-тів, витрат повітря, газу, рідини, а також динамічних змін тиску в циліндрах двигунів	-«-	-«-
		Створено експериментальний зразок аналітичного приладу для експрес-діагностики водно-спитрових розчинів з великим вмістом спирту та розроблено методики ідентифікації марок горілчаних напоїв на основі порівняння характеристик досліджуваних зразків з попередньо сформованою базою для еталонних напоїв	Прилад для експрес-діагностики водно-спитрових розчинів з великим вмістом спирту	Харчова промисловість	Нестача продовольства

Продовження табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
	Створення біомультисенсорних багатофункціональних технологій та інформаційних систем	Для дослідження багатомолекулярних білкових комплексів розроблено процедури, які дозволяють провести їх кількісний аналіз і отримати інформацію про просторову організацію багатокомпонентних комплексів молекул, білків та вірусів	Розроблено процедури, які дозволяють провести дослідження багато молекулярних білкових комплексів	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Створено лабораторний прототип високочутливого мультибіосенсора на основі низки біоселективних елементів та матриці іоноселективних польових транзисторів для визначення низки токсичних речовин при екологічному моніторингу довкілля	Прототип високочутливого мультибіосенсора для визначення токсичних речовин	Охорона навколишнього середовища	Забруднення навколишнього середовища
	Упровадження пристроїв та їх систем для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій	Проведено велику роботу з впровадження створених розробок на промислових підприємствах та в медичних установах	Впровадження створених розробок на промислових підприємствах та в медичних установах	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
	Розробка дослідних технологій виробництва наукоємних матеріалів для сен-сорної техніки	Розроблено технологію синтезу адсорбентних матеріалів на основі апатитоподібних наносистем. Проведено випробування зразків адсорбентів у якості матриць захоронення радіактивних відходів та накопичувчів екологічно шкідливих сполук	Технологія синтезу адсорбентних матеріалів, які можуть застосовуватися для захоронення радіактивних відходів	Усі галузі, ядерна енергетика, охорона довкілля	Забруднення навколишнього середовища, нова енергетика

Продовження табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
2012	Використання мікро- і оптоелектронних сенсорів, приладів та багатофункціональних сенсорних систем	Виготовлено макетні зразки дво- та тритермінальних електронних наносенсорів на основі багатошарових нітридних гетероструктур типу GaN/AlGaN, виготовлених на єдиній технологічній платформі та проведено випробування в якості базових елементів в інтегральних діагностичних, аналітичних, контрольно-вимірювальних та інформаційних інтелектуальних мультисенсорних системах	Електронні наносенсори для інтегральних діагностичних, аналітичних, контрольно-вимірювальних та інформаційних інтелектуальних мультисенсорних систем	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)
		Створено адаптивну систему контролю продукції фармацевтичної та харчової промисловості, яка дозволяє проводити експрес-встановлення відповідності стандарту (еталону) продуктів, склад яких невідомий (продукти харчування, напої, медичні препарати тощо)	Адаптивна система контролю продукції фармацевтичної та харчової промисловості	Фармацевтична і харчова промисловість	Депопуляція і старіння населення, нестача продовольства
	Створення біомультисенсорних багатофункціональних технологій та інформаційних систем	В поляризаційній оптиці виявлено новий ефект гігантської чутливості резонансного відбиття в біологічних середовищах, на основі якого створено модуляційний поляриметр, що відповідає рівню кращих світових зразків. Прилад дозволяє проводити надчутливу реєстрацію змін оптико-фізичних властивостей біологічних матеріалів під дією різноманітних фізичних, хімічних та медико-біологічних чинників	Модуляційний поляриметр, що дозволяє проводити надчутливу реєстрацію змін оптико-фізичних властивостей біологічних матеріалів	Усі галузі, ІКТ, електроніка	Технологічне відставання (шостий уклад)

Закінчення табл. Л.1

1	2	3	4	5	6
2012		Виготовлено поляриметричний пристрій надвисокої чутливості для дослідження розподілу термонапружень у твердих тілах, що дозволяє фіксувати механічні напруження на рівні 0,1 кг/см^2, які виникають при зміні температури на 0,01^{0}С	Поляриметричний пристрій надвисокої чутливості для дослідження розподілу термонапружень у твердих тілах	-«-	-«-
	Упровадження пристроїв та їх систем для високоефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій	Створено оригінальний комплекс електрооптичної діагностики, за допомогою якого визначено основні критерії сертифікації кристалів оптичного германію. Це дає можливість встановити придатність до використання кристалів для виробництва елементів інфрачервоної техніки	Комплекс електрооптичної діагностики для визначення основних критеріїв сертифікації кристалів оптичного германію	-«-	-«-
		Проведено спільні дослідження з фахівцями Інституту експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України та Національного інституту раку МОЗ України із застосуванням методики визначення кількості вільних радикалів та динаміки їх генерації у біологічних об'єктах з метою вивчення перебігу онкологічних захворювань	Застосуванняметодики визначення кількості вільних радикалів та динаміки їх генерації у біологічних об'єктах	Медицина	Депопуляція і старіння населення

Складено за [78 – 82].

Наукове видання

КИЗИМ Микола Олександрович

МАТЮШЕНКО Ігор Юрійович

NBIC-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ В КРАЇНАХ СВІТУ І УКРАЇНІ

Монографія

Підписано до друку 03.08.2015 р. Формат 60 х 84/16. Папір офсетний.
Гарнітура ArnoPro. Друк різографічний. Ум. друк. арк. 22,8.
Обл.-вид. арк. 28,7. Наклад 300 прим. Зам. № 780.

Видавничий Дім «ІНЖЕК»
61001, Харків, пр. Гагаріна, 20. Тел. (057) 7034021, 7034001.
e-mail: inzhek@vl.kharkov.ua; www. inzhek.kharkov.ua
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України суб'єктів
видавничої діяльності ДК № 2265 від 18.08.2005 р.
Надруковано у ВД «ІНЖЕК», Харків, пр. Гагаріна, 20.