

О. ПАЛАГІН, О. КУРГАЄВ

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ: ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ

Епоху аналітизму й властиву йому диференціацію науки завершено. Реальні проблеми, що постають перед людством, набагато складніші за наукові. Сучасна наука не в змозі їх кардинально вирішити. Одна з причин — роз'єднаність наукових дисциплін, а отже, нескоординованість роботи наукових установ, їхньої тематики. Елементарна синхронізація наукових досліджень дала б вагомий синергетичний ефект. Її суть — проведення моніторингу та системного аналізу інтегрального стану предметних галузей.

Глобальний приклад роз'єднаності — розвиток нашої цивілізації. Через нерівномірність розвитку окремих її напрямків завдано величезної шкоди нашій планеті й навколосемному простору. Зокрема, розвиток матеріального виробництва і пов'язана з ним утилізація природних ресурсів призвели до екологічної деградації навколишнього середовища. Ще один приклад — проблемна ситуація в нашій країні: брак системного підходу й інтегральних моделей соціально-економічної системи, що завели націю в непрохідні хащі.

Одним із анахронізмів, властивих традиційній парадигмі розвитку науки, є *насильницьке порушення її природного життєвого циклу, а саме: створення наукоємного інноваційного продукту. Зокрема, йдеться про штучний розподіл досліджень на фундаментальні і прикладні. До речі, свого часу цю проблему розв'язали в масштабах НАН України завдяки впровадженню ідеї цілеспрямованих фундаментальних досліджень.*

Прогрес міждисциплінарних наукових досліджень (МНД) у межах традиційної парадигми розвитку науки стримують:

- диференціація, нерівномірність та замкненість наукових дисциплін і теорій;
- слабкість системологічних досліджень еволюції наукових теорій та відсутність системології міждисциплінарної взаємодії як галузі знань;
- неконструктивність спроб побудови формалізованої наукової картини світу;

© ПАЛАГІН Олександр Васильович. Академік НАН України. Заступник директора Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України.

КУРГАЄВ Олександр Пилипович. Доктор технічних наук. Провідний науковий співробітник Інституту (Київ). 2009.

- *відсутність* ефективних організаційних методів і засобів *кооперативної взаємодії в трансдисциплінарних колективах*;
- *недостатня розвиненість* інформаційно-технологічної підтримки всього життєвого циклу МНД.

Разом із тим існують *реальні способи* кардинально змінити ситуацію на краще.

1. В Україні, зокрема в Національній академії наук, є потужний сектор високопродуктивних суперкомп'ютерних систем, що відкрив шлях до розв'язання нових ресурсоємних завдань науки і промисловості, починаючи з молекулярної біології, генної інженерії, квантової фізики і хімії, закінчуючи проектуванням нових видів озброєнь, літакоапаратів тощо. Він став основою вирішення завдань надвисокої складності стратегічного значення.

2. Створено базову телекомунікаційну інфраструктуру, яку будують на сучасних оптоволоконних і радіоканалах, що підтримують високу швидкість обміну інформацією, *співмірну* зі швидкістю її оброблення.

3. Інтенсивно розвивають інформаційно-мережеві технології *нового покоління*, що отримали назву *інтелектуальних* [1]. Їхнє призначення — відокремлення функціонального складника від телекомунікаційного. Вони побудовані на фундаменті knowledge engineering із використанням сучасних суперкомп'ютерних та грид-систем і досконалих формальних математичних методів [2].

4. Принципово важливо при цьому правильно оцінити й використати *системоутворювальну функцію інформатики* й усієї галузі інформаційних технологій насамперед у науці, високих (чи критичних) технологіях та пов'язаних із ними складних МНД і проектах [3].

5. Окремий фактор — можливості й розвиток національних інформаційних ресурсів у сфері нематеріальних активів нової економіки — економіки знань.

ХАРАКТЕРИСТИКА СУТНОСТІ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Стале знання сукупності наукових дисциплін можна представити у формі інтегрованої ієрархічної мережі наукових теорій (різного рівня розвиненості, формальності, змістовності й охоплення дійсності), складники яких, можливо, пов'язані через спільні об'єкти дійсності.

Теоретичне знання функціонує як складна система внутрішньодисциплінарних і міждисциплінарних взаємодій, спрямованих на розв'язання актуальних проблем еволюції науки й розвитку суспільства. Загальновідомо, що в еволюційному процесі розвитку науки раз у раз виникають революційні зміни схем пізнавальної діяльності (*парадигми*), що уособлюють прогресивну систему ідеалів і норм дослідження [4].

Усякий пізнавальний процес має двоспрямовану природу — від менш до більш змістовного, від менш до більш загального знання. Прагнення єдності знання при максимальній широті охоплення реальності зумовлене єдністю світу, на відображення якого це знання в науці спрямоване, а зростання змістовності — безперервне проникнення науки в глибинну сутність нашої дійсності, що визначає чимраз адекватнішу її модель [5].

У найзагальнішому вигляді внутрішньодисциплінарна генеза науки має два складники: приватні теорії, що вирішують специфічні проблеми щодо частини об'єктів дисципліни, і фундаментальні, які фіксують найзагальніші знання щодо всієї галузі дисципліни: від фундаментальної окремих теорій, що поглиблюють її

Усяке міждисциплінарне дослідження полягає у виявленні нових відношень між поняттями вихідних дисциплін, у встановленні нової системи законів, що їх пов'язують, і синтезі прагматики розв'язання нових, дедалі складніших завдань. При цьому знання вихідних дисциплін можуть

залишатися незмінними (найпростіший, *лінійний*, випадок міждисциплінарної взаємодії), включеними цілком (або вибірково) у нову ієрархічну структуру чи зазнавати модифікацій, розвиватися завдяки процесам обміну парадигмальними настановами, поняттями і методами різних наук (*нелінійна* міждисциплінарна взаємодія), що є відображенням сутності міждисциплінарної проблеми. Нелінійна міждисциплінарна взаємодія сукупно з проблемною орієнтацією — загальноновизнана норма еволюції сучасної науки [6].

При цьому де-факто формується нова трансдисциплінарна теорія, можливо, й наукова галузь і нескінченно повторюється ітераційний процес (від одних дисциплін — через міждисциплінарне дослідження — до нових дисциплін із новим предметом дослідження) у напрямку наближення до цілісної загальнонаукової картини світу.

Щодо реального стану справ у науці. Проблемні ситуації, які виникають на шляху нескінченного процесу пізнання, постійно ускладнюються, охоплюють щораз більше явищ дійсності, і переважна частина їх потребує проведення міждисциплінарних досліджень.

Об'єктом наших студій є *процеси міждисциплінарних наукових досліджень*, а їх предметом — *методологія та інформаційні технології підтримки розв'язання міждисциплінарних наукових проблем*.

Розвиток світового суспільства загалом і кожної держави зокрема супроводжує чимало проблем, шляхи подолання яких або зовсім невідомі, або надто складні чи мало-ефективні для практичного втілення. Лише частина їх отримує загальне визнання, чітке формулювання і приводить до консолідації наукових, організаційно-технічних, матеріальних і фінансових зусиль суспільства для вирішення цих проблем у вигляді науково-технічних досліджень і програм (НТП) відповідного рівня.

У Національній академії наук України накопичено багаторічний (загалом позитивний) досвід формування й виконання НТП МНД для вирішення складних проблем. Його можна відслідкувати за результатами сформованих і дієвих програм, наприклад: «Нанотехнології», «Сенсорика», «Матеріалознавство», «Інформація, Мова, Інтелект» тощо. Однак повний і точний перелік не вичерпує всіх НТП, необхідних для розвитку України.

Нарівні зі значним позитивним досвідом виконання НТП МНД наявні й певні недоліки *організації* і власне самого проведення міждисциплінарних наукових досліджень. Більшість із них пов'язана з відсутністю досвіду в забезпеченні ефективної *міждисциплінарної взаємодії* на рівні конструктивних наукових теорій та неможливістю безпосередньо застосувати стале наукове знання не тільки в суміжних, але й у будь-якій конкретній предметній галузі. Значна частина недоліків цих *організаційних* процесів полягає в суб'єктивності визначення пріоритетності проблем міждисциплінарного характеру і взаємозв'язку між ними, зокрема під час управління кожною з програм. Причина вказаних недоліків — відсутність належної методологічної та інформаційно-аналітичної підтримки етапів життєвого циклу МНД, зокрема їхнього інноваційного складника.

Інтегрований результат зазначених недоліків — недостатня продуктивність фахової праці науковців. Аналогічна ситуація характерна для всіх наукових досліджень. Особливої гостроти це набуває саме в МНД, ускладнюючи працю науковців у сучасних умовах до майже непереборної межі через надвисоку складність, специфічний характер і зміст *міждисциплінарних досліджень, різноманітність* форм сталого наукового знання, *недетермінізм* творчого процесу здобування, *конструктивізації та системної інтеграції* наукових знань окремих наукових дисциплін у концептуально єди-

не нове знання, що дозволить розв'язати складну наукову проблему.

Тобто в міждисциплінарних дослідженнях найвиразнішого вигляду *проблемні ситуації* набувають на кожному з етапів сучасного процесу фахової праці науковців. Наслідки вказаних недоліків і *загальної проблемної ситуації* – втрата значної частини народногосподарського ефекту від результатів виконання таких НТП, нівеляція наукових здобутків і, врешті-решт, зменшення внеску науки у вирішення нагальних проблем розвитку суспільства.

Отже, сутність наукової проблеми оптимізації інформаційної підтримки МНД проявляється в **проблемі 0-го рівня** (*продуктивність праці*) – забезпечення суспільно значущого зростання продуктивності фахової праці науковців під час проведення міждисциплінарних досліджень завдяки подоланню перешкод у *міждисциплінарній взаємодії* в сучасній науці.

Розв'язання цієї проблеми є ключем, що прискорить темпи розвитку науки і науково-технічного прогресу суспільства в цілому, оскільки «*всі складники сучасної цивілізації започатковано в наукових лабораторіях*». Це буде можливо лише після створення методології, інформаційних систем і технологій, адекватних процесам фахової праці науковців.

Проблема 0-го рівня фундаментальна. Її розв'язання залежить від комплексу умов (наукових, організаційних, матеріально-технічних, фінансових і кадрових).

Кожну з реальних проблем, з формального погляду, можна представити як певну ієрархічну мережу складників проблем, що належать до різних наукових теорій або дисциплін.

У світовій науці *відсутня системна методологія* та певна форма загальноприйнятої чи *провідної конструктивної наукової теорії*, які б забезпечили постановку й ефективно розв'язання довільних наукових проблем не лише міждисциплінар-

них досліджень, але й окремих розділів науки. Основними чинниками такої ситуації є її (методології) *надвисока складність та комплексний характер*. Залишаючись основним предметом методології науки, процеси пізнання й наукові проблеми, пов'язані з ними, досліджують кібернетика і математика, теорії складних систем, лінгвістика, логіка та весь спектр Computer Science: від обчислювальної техніки до систем оброблення знань і штучного інтелекту.

Наявність достатнього обсягу сталого знання, що може стати основою для подальшого дослідження, є запорукою успіху. На цьому ґрунтується й безпосередня залежність продуктивності фахової праці науковців від працевитрат на *пошук, виявлення, усвідомлення* актуально необхідного фрагмента сталого знання і *оперування* ним у ході досліджень. Обсяг усіх цих чотирьох складників працевитрат зумовлює досконалість форми подання сталого знання для його циркуляції в суспільстві. Найсуттєвіші ознаки сталого знання:

- *реальність* (діапазон: від очевидної до прихованої форми);
- *конструктивність* (від придатності до непридатності для безпосереднього використання під час розв'язання проблем). Стале знання відповідно до загальноприйнятого уявлення про дуальність світу набуває конструктивності у двох проявах: інформаційному (програми, бази знань, бази даних тощо) й матеріальному (патенти, проекти конструкцій тощо);
- *уніфікованість* (вимірює різноманітність форм);
- *поширеність* (від загальновідомих, вузькопрофесійних до невідомих знань).

До них варто додати вимоги *інтегральної повноти* (діапазон: від інтегральних знань до фрагментарних положень) та *когнітивності*, що пов'язана з природністю сприйняття (насамперед користувачем).

Очевидно, глобальний мінімум працевитрат або максимум продуктивності фахової праці науковців можливі лише на дуже незначній (стосовно сукупного сталого знання всього поля науки) дискретній підмножині знань, що представлені в єдиній уніфікованій формі та водночас є загальновідомими щодо всього поля науки (або дисциплін, до яких належить досліджувана проблема), реальними, конструктивними, інтегрально-повними та когнітивно-досконаліми. Форму знань, що відповідає цим умовам, назвемо *канонічною* [6].

Усі працевитрати на *пошук, усвідомлення і трансформацію* сталого знання, тобто на його багатократне вторинне опрацювання, *непродуктивні* щодо вирішення кожної з поточних проблем. Їхній обсяг становить лівову частку сукупних витрат праці щодо розв'язання окремих проблем і навіть перевищує витрати на первинне створення сталого знання. Щобільше, ця частина фахової праці науковців малокорисна для суспільства, бо в кожному дослідженні її виконують *ad hoc* (щодо специфічних умов поточної проблеми). При цьому невпинно зростає ентропія сталого знання на загальному просторі науки.

СПОСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Δослідження та розроблення комплексу інформаційних технологій і систем підтримки МНД, створення умов для суттєвого зростання продуктивності фахової праці науковців, підвищення ефективності, рівня й місця української науки в державі та світовій спільноті дозволяють нам сформулювати і запропонувати широкому загалу програму оптимізації системно-інформаційної підтримки міждисциплінарних наукових досліджень.

Пропонуємо кардинально змінити головну парадигму та методи управління процесами здобування, організації, подання й використання наукового знання, у результаті чого зміниться ставлення до нього суспільства, а отже, й до науки в цілому.

По-перше, з огляду на природний розвиток науки і зростання вимог до неї з боку суспільства основою управління міждисциплінарними дослідженнями має стати інтегрована інформаційно-технологічна система, що забезпечить організаційні процеси, моніторинг наукових досліджень, регламентуватиме всі етапи їхнього життєвого циклу і електронного документообігу, аналіз й оцінення результатів досліджень і прийняття на цій основі рішень та визначення актуальних напрямів тощо. На цих засадах необхідно створити *загальний інтегрований простір трансдисциплінарних знань*, де синергетично взаємодіятимуть численні колективи професіоналів різних предметних галузей, що зосередять увагу на розв'язанні найважливіших трансдисциплінарних науково-практичних проблем. Їхню роботу в реальному часі і просторі підтримуватимуть досконалі інформаційні технології.

По-друге, потрібно подолати стереотип, відповідно до якого *наукове знання* (незалежно від його профілю, рівня та засобів отримання результатів) є *різновидом сировини*, використання якої неможливе без додаткових витрат на її перероблення в процесі продукування нового знання та / або створення корисної матеріальної / нематеріальної продукції.

В основу *нової парадигми* пропонуємо покласти таке фундаментальне положення: *стале конструктивне наукове знання в уніфікованій формі* — це не лише головний результат наукової діяльності, що забезпечує розвиток науки і загальний прогрес цивілізації, але й найприйнятніший різновид *основного капіталу суспільства*. Проте сучасному науковому знанню поки що бракує суттєвих конструктивних ознак. Назвемо лише ті, що перетворюють його в *кінцевий товар*:

- здатність до *безпосереднього використання*;
- *вимірюваність* показників обсягу та якості;

- *собівартість*, ринкова *ціна* та *вартість*;
- *дієві норми* щодо *прав та обов'язків* виробника і споживачів.

Отже, один із головних векторів цієї програми — визначення та втілення необхідних і достатніх умов для ефективного функціонування *сталого знання*.

Для цього потрібно перейти від режиму недетермінованого продукування та використання знань суб'єктами наукового процесу до режиму *ефективного управління знаннями* та їх застосування (knowledge management). При цьому актуалізуються не лише знання та їхня якість, але й *мета-знання* (тобто знання про знання), що забезпечують функціонування агентних технологій і ринкових механізмів, передусім їхній товарний статус.

ІЄРАРХІЯ ПРОБЛЕМ

|| з подоланням проблеми 0-го рівня безпосередньо пов'язана група **проблем 1-го** рівня, про наявність якої свідчать об'єктивні фактори сучасного розвитку науки:

- *відсутність* ефективних методів і засобів системної інтеграції знань та міждисциплінарної взаємодії;
- *низька ефективність* сучасних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу наукових досліджень;
- *відмінність* форм наукового знання, що циркулюють в інформаційній інфраструктурі та сучасному суспільстві, *від канонічної*.

Пропонуємо таку схему подолання вказаних проблем (рис. 1).

Як бачимо з рисунка, **ІТ-МНД** полягає у формуванні наукової теорії та розробленні нових інформаційних технологій, придатних для постановки й розв'язання наукових проблем МНД високої складності; а **ІТ-інфраструктура** — у розробленні інформаційних технологій інфраструктури управління МНД та функціонуванні наукового знання у формі, придатній для його

безпосереднього застосування під час вирішення проблем.

Кожна з проблем 1-го рівня є комплексною й потребує додаткових досліджень із різних наукових дисциплін задля розв'язання **проблем 2-го** й глибших рівнів на шляхові подолання таких проблемних ситуацій, як:

- *відсутність* загальної методології та теоретичних засад постановки й вирішення міждисциплінарних наукових проблем;
- *низький* науково-технологічний *рівень управління знаннями*;
- *різноманітність* наявних форм сталого наукового знання (тобто структур і мов теорій), притаманних різним науковим дисциплінам, порівняно з *уніфікованою* формою концептуально єдиного нового знання, на отриманні якого зосереджено відповідну НТП МНД;
- *недостатня* конструктивність наявних наукових знань, тобто здебільшого їх непридатність для безпосереднього використання під час розв'язання поточних та нових наукових проблем і практичного застосування;
- *складність, різноманітність і невизначеність* природних творчих процесів постановки й вирішення наукових проблем;
- *неадекватність* сучасних інформаційних технологій, моделей і мов представлення знань (творчим) процесам постановки й вирішення наукових проблем; *неадекватність* теперішніх мережевих інформаційних технологій точності та релевантності пошуку актуального наукового знання, його опрацювання тощо.

Окрім зазначеного, виокремимо низку факторів економічного характеру. Проблеми інтелектуальної власності та інноваційної стратегії розвитку України залишаються не врегульованими. Нове наукове знання творчі особистості здобувають інтенсивною працею, що коштує для них надзвичайно дорого, а *продають його задешево*, фактично за ціною носія, витраченого на фіксацію

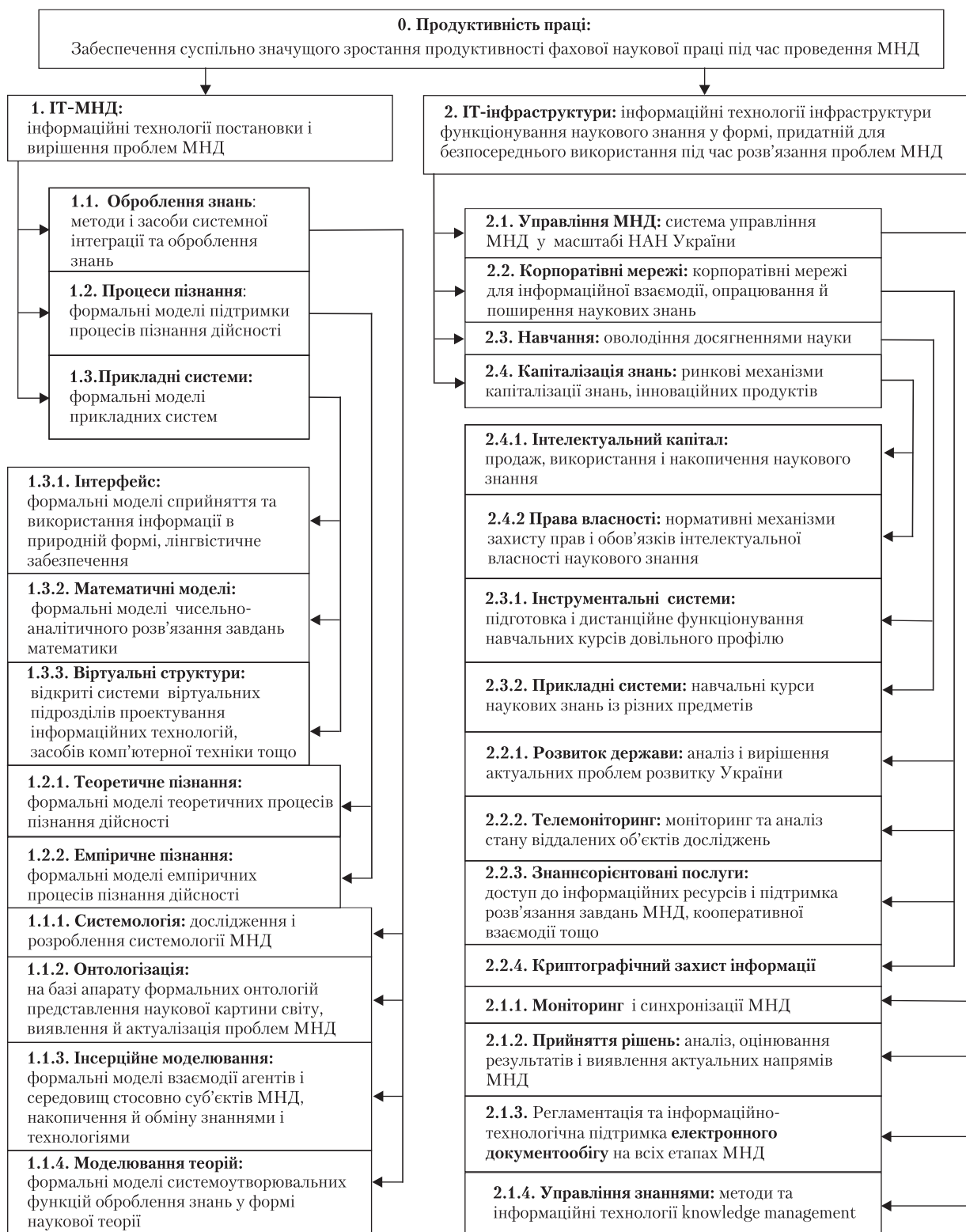


Рис.1. Ієрархія проблем міждисциплінарних наукових досліджень

знання. Унаслідок цього маємо дисбаланс в оплаті праці науковців в Україні й за кордоном, що призводить до відтоку перспективних спеціалістів у бізнесові структури, еміграції вчених і талановитої молоді, втрасти стійких ланок, естафети передачі знань і досвіду в наукових колективах.

Процес редукції (виявлення проблемної ситуації, формулювання відповідних проблем і просування вглиб до наступної пари «проблемна ситуація — проблеми») щодо визначеної проблеми 0-го рівня можна розгортати аж до проблем окремих проєктів або навіть їхніх складників. Викладеного цілком достатньо для обґрунтування комплексності та міждисциплінарного характеру досліджень.

ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ

Насамперед це створення інформаційних технологій, що базуються на комп'ютерно-мережевих системах нового покоління (інтелектуальних корпоративних мережах, Українській академічній гід-системі тощо), які інтегрують високошвидкісну телекомунікаційну систему, знаннеорієнтовані архітектуру, засоби оброблення та подання інформації, математичне забезпечення.

Ядро інтегрованих інформаційних технологій для МНД становлять системноінтегровані бази конструктивно представлених знань, розподілені знаннеорієнтовані послуги, що забезпечують високоорганізований доступ до інформаційних і обчислювальних ресурсів, виконання таких функцій, як: виявлення закономірностей, сортування даних та підтримка прийняття рішень, підготовка завдань, планування, виконання трансдисциплінарних завдань, віртуалізація кооперативної взаємодії, аутсорсинг, застосування сучасних методів оброблення мультимедійних інформаційних ресурсів у віртуальному гіперпросторі, проведення відеоконференцій тощо.

ОЧІКУВАНІ НАСЛІДКИ

У результаті виконання зазначеної програми буде сформовано *концептуально єдиний інтегрований інформаційний простір сталого знання*, представленого в канонічній формі, та сукупність адекватних взаємоузгоджених комп'ютеризованих інформаційних технологій ефективною підтримки всіх складників фахової праці науковців: від постановки та конструктивного вирішення довільних наукових проблем до безпосереднього практичного впровадження наукового знання.

Створення *інтегрованих інформаційних технологій*, що забезпечать виконання науково-дослідних робіт не лише в конкретній предметній галузі, але й під час розв'язання *складних міждисциплінарних проблем* у межах НАН України, — реальний шлях розв'язання поставленої проблеми. Новий арсенал поповнять високоефективні засоби створення нового покоління комп'ютерів, кооперативна взаємодія дослідників, трансдисциплінарна інтеграція знань, інтелектуальний пошук інформації, конструктивізація та когнітивізація знань тощо.

Завдяки поєднанню найсуттєвіших креативних ознак (реальна, уніфікована, конструктивна форма) та за умов усебічної їх підтримки засобами інформаційних технологій і законодавством наукові знання набудуть ознак кінцевого товару: готовність до *безпосереднього застосування, вимірваність* показників обсягу та якості, ринкової *ціни й вартості*. Ефективність результатів наведеної ієрархії проблем визначить підсумок ефектів (загалом різної якості). Якість сталого знання, отриманого з довільних наукових досліджень, можна вичерпно подати в чотиривимірному просторі найсуттєвіших ознак: *проблема* (у результаті розв'язання якої з'являється нове знання), *зміст і форма* знання, *фрагмент дійсності*, на який поширюється знання. Наприклад, на основі логічних формул можна визна-

чити набір відношень між різними проблемами (зокрема, відношення наслідку), а на основі структури зв'язків певної проблеми з іншими — близькість її до *фундаменту* чи *периферії* відповідної дисципліни й залежність від неї інших проблем.

Тільки канонічна форма сталого знання дає можливість виміряти показники обсягу та якості наукових результатів і відповідно об'єктивно *оцінити, порівняти й проконтролювати* результати наукових досліджень. Зокрема, стануть можливими вимірювання відносного рівня окремих досліджень, підтримка інтелектуально складних процесів теоретичного, емпіричного пізнання, трансформації прихованого знання в реальне, встановлення партнерської взаємодії дослідника з інформаційною системою.

Нова якість комфорту позначиться на розвитку науки додатковим зниженням витрат праці науковців у частці її творчого складника, багатограннішим проявом особистого інтелекту науковців щодо *вдосконалення якості* результатів розв'язання проблем, зростанням *привабливості і престижу* наукової роботи в суспільстві.

Нова інформаційна технологія базується на накопиченні знань у канонічній формі. Перевірені знання придатні для багаторазового використання доти, доки не зміниться дійсність чи наше уявлення про неї. Праця, вкладена в знання, накопичується й набуває якості інтелектуального капіталу, а характер оновлення праці збігається з характером оновлення капітальних засобів. Цей компонент оцінюють як різницю між підсумковою вартістю виконаної роботи, вкладеної в знання, що взяте за основу під час вирішення проблем, та вартістю праці, витраченої на коригування й поповнення знань.

Первинна вартість C певного знання в канонічній формі перебуває в діапазоні

$$C_0(1+k) \leq C \leq k \cdot P,$$

де C_0 — собівартість знання, k — середньостатистична норма прибутку в інформаційній галузі, P — середньостатистичний при-

буток споживачів від використання знань, вартість яких оцінюють. Ринкова ж вартість залежить від попиту і конкурентних пропозицій.

Основний ефект від набуття знаннями ринкової *ціни* та *вартості* полягає в залученні науки до *безпосередньої участі* в економічній діяльності суспільства, створенні *додаткового стимулу* для її розвитку. Він базується на створенні сприятливих умов для розвитку персоніфікованих людино-машинних інтелектуальних систем, де інформаційні технології є каталізатором, підсилювачем процесу інтелектуальної діяльності науковців, що забезпечить безперервне накопичення їхніх знань та реалізацію амбіцій щодо розвитку інтелектуального капіталу.

На основі цього будуть розширені *можливості* суспільно значущого зростання продуктивності фахової праці науковців під час розв'язання міждисциплінарних проблем, адже підсумковий результат праці кожного окремого креативного колективу (вимірюваний колективним здобутком нових знань) завдяки *творчій взаємодії* суттєво перевищить суму ймовірних результатів його працівників поза межами колективу.

Структура ефективного процесу функціонування знань у суспільстві (рис. 2) включає: 1 — стале знання; 2, 3 — інформаційний та матеріальний прояви знань у канонічній формі відповідно; 4 — поточні проблеми науки й суспільства; 5 — проблеми в неприхованій формі; 6 — множина структур із креативних колективів (7); 8 — структура управління господарчими суб'єктами (9) суспільства; 10 — освітянські структури; 11 — експертиза здобутих знань щодо їхньої новизни, досконалості, корисності; сертифікація знань; 12 — ринок знань; 13 — експертиза проблем щодо їхньої новизни, важливості, актуальності; сертифікація проблем. Нові або суттєво оновлені компоненти (відносно сучасної) інформаційної інфраструктури поширення знань на рисунку затемнено.

Запропонована модель демонструє таку взаємодію її компонентів, які завдяки взаємоузгодженому поєднанню позитивних ефектів кількох контурів зворотного зв'язку справді створюють найсприятливіші умови для стимулювання інформаційного розвитку всіх складників держави — науки, освіти і господарства з його розгалуженою багаторівневою системою управління.

РОЛЬ І МІСЦЕ ІНФОРМАТИКИ

Ще раз наголосимо на системоутворювальній функції інформатики й нагадаємо про відсутність серед її складників розділу *системології* МНД, що безпосередньо впливає на розвиток фундаментальних і прикладних досліджень, передусім *інноваційних процесів*. Не варто доводити, що високі технології є здебільшого результатом складних МНД, точніше міждисциплінарної взаємодії. Це очевидно. *Методологія, шляхи та засоби* забезпечення цієї взаємодії нетривіальні, на що й орієнтовано презентовану Концепцію. Інформатика в цьому разі є не лише технологічним компонентом наукових досліджень, але й втілює позитивні філософські міркування та передбачення.

Різні наукові дисципліни й теорії використовують різні *типи абстракцій*, а отже, різні мови передання знань. Установлення взаємозв'язків між цими мовами — один із шляхів розвитку міждисциплінарної взаємодії. Один із важливих розділів сучасних інформаційних технологій — інтелектуальні пошукові системи — джерело постачання нової інформації, знань і забезпечення саме цієї взаємодії. Не менш важливий і пошук базової гіпотези, що виникає в онлайн-овому процесі досліджень.

Перехід від прямих методів досліджень до досліджень на основі професійного управління знаннями, представленими в уніфікованій конструктивній формі, створює нові можливості для розвитку науки в цілому.

P.S. Узагальнимо головні складники програми «ІТ-МНД»:

1. **Системологія** МНД.
2. **Математичні основи** МНД.
3. **Управління процесами** МНД:
 - а) моніторинг;
 - б) управління знаннями;
 - в) регламентація процесів і документів;
 - г) прийняття рішень (виявлення актуальних напрямів та ін.);
 - г) управління науково-технічними програмами.
4. **Формалізація знань, конструктивізація наукових теорій:**
 - а) побудова онтологізованих систем знань предметних областей:
 - 1) методика;
 - 2) глосарії;
 - 3) індексовані електронні онтологічні тлумачні словники;
 - 4) метаонтологія;
 - б) розроблення метамови представлення знань;
 - в) отримання знань з інформаційних джерел;
 - г) системна інтеграція знань.
5. **Розроблення комп'ютерної бази знань:**
 - а) архітектура;
 - б) структура;
 - в) реалізація.
6. **Економізація знань:**
 - а) вимірювані характеристики знань;
 - б) метазнання;
 - в) засоби підтримки інтелектуальної власності.
7. **Перша черга прикладних систем:**
 - а) системи управління стратегічного рівня:
 - 1) управління державою;
 - 2) управління економікою;
 - 3) управління наукою;
 - б) знаннеорієнтовані пошукові системи та системи отримання знань;
 - в) віртуальні науково-інноваційні центри;
 - г) персональні бази знань;
 - г) електронні курси та книги;
 - д) медико-екологічний моніторинг.

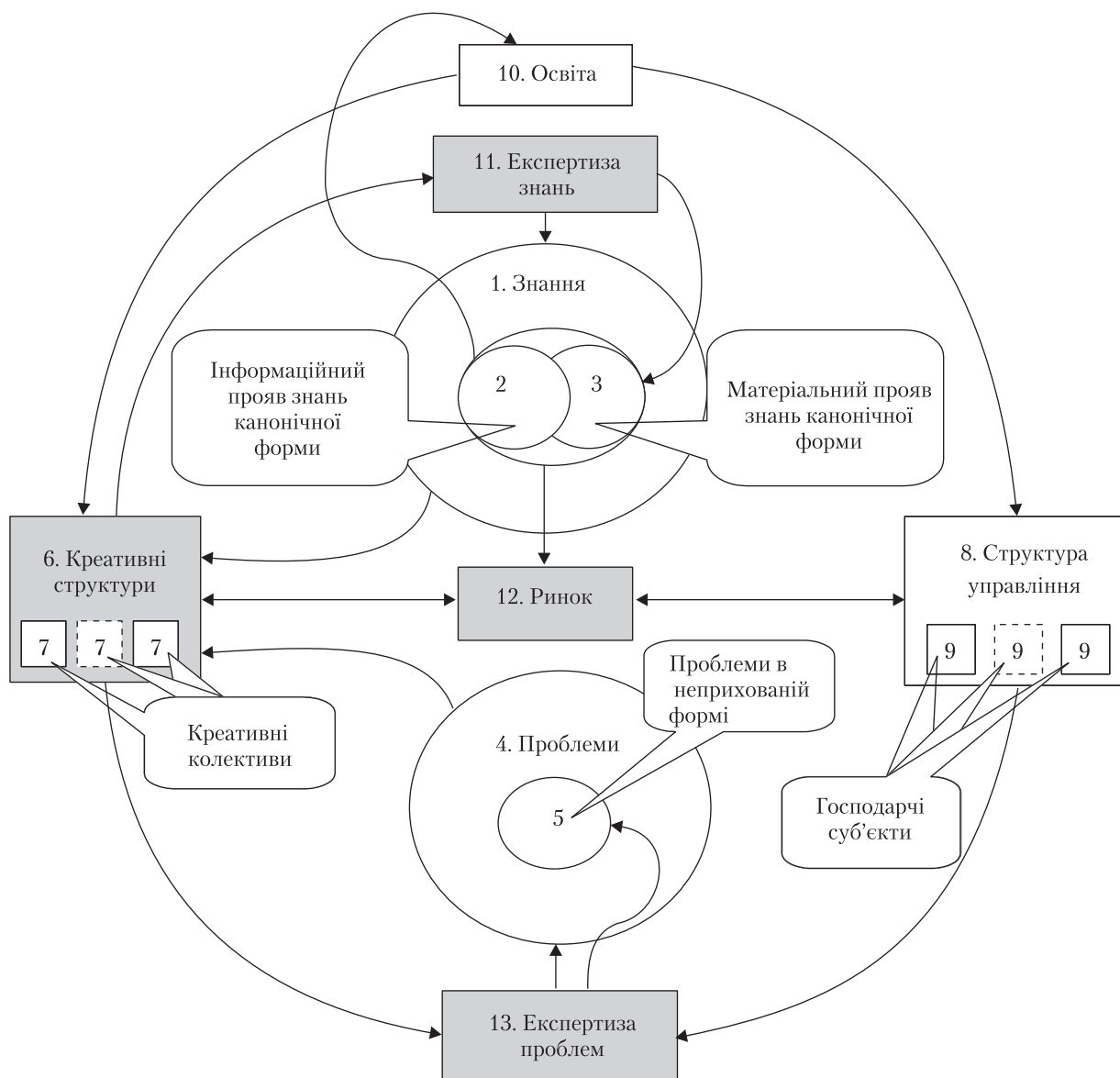


Рис. 2. Структура інформаційно ефективного функціонування знань

Завдяки наданню сталому знанню найсуттєвіших креативних ознак (інтегральна повнота, когнітивність, неприхована, уніфікована й конструктивна форма) та knowledge management (за умови їхньої дієвої підтримки адекватними засобами інформаційних технологій і законодавством) наукові знання не лише стануть ефективним інструментом вирішення науково-тех-

нічних проблем високої складності, але й набудуть ознак кінцевого товару.

Ефективність результатів виконання програми ІТ-МНД зумовляють такі чинники:

- перехід від недетермінованого режиму продукування та використання знань суб'єктами наукового процесу до режиму ефективного управління знаннями (на всіх етапах їхнього життєвого циклу) та наукою в цілому;

- принципова можливість розв'язання трансдисциплінарних проблем надвисокої складності;
- непродуктивні працевитрати науковців будуть суттєво скорочені завдяки безпосередньому використанню сталого інтегрованого наукового знання в канонічній формі;
- зростання результативності і якості вирішення проблем, зокрема завдяки об'єктивному оцінюванню й контролю результатів наукових досліджень;
- сталі знання стане інтелектуальним капіталом, а суб'єкти науки — безпосередніми учасниками економічної діяльності суспільства, що створить найсприятливіші умови для стимулювання розвитку як самої науки, так і креативного суспільства.

Насамкінець зауважимо, що всі згадані чинники ефективності виконання програми ІТ-МНД дозволять створити єдину Всесвітню Мережу Знань — World Knowledge Network, аналогічну до WWW чи GRID. Україна могла б започаткувати створення такої мережі.

1. Палагин А.В., Яковлев Ю.С. Системная интеграция средств компьютерной техники. — Винница: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2005. — 680 с.
2. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. — К.: Наук. думка, 2005. — 744 с.
3. Сергієнко І.В. Информатика та комп'ютерні технології. — К.: Наук. думка, 2004. — 432 с.
4. Кун Т. Структура научных революций / Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1977. — 300 с.
5. Поппер К. Логика и рост научного знания. Избранные работы / Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1983. — 496 с.

6. Кургаев А.Ф. Проблемная ориентация архитектуры компьютерных систем. — К.: Сталь, 2008. — 540 с.

О. Палагин, О. Кургаев

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ: ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ

Резюме

У статті виявлено найсуттєвіші ознаки наукового знання, що виокремлюють сферу існування оптимальної продуктивності фахової праці науковців; обґрунтовано й визначено шляхи подолання найсуттєвіших перешкод прогресові міждисциплінарних наукових досліджень у формі ієрархії наукових проблем, розв'язання яких необхідне для створення системи інформаційних технологій, адекватних природним процесам вирішення актуальних завдань.

Ключові слова: продуктивність наукової праці, трансдисциплінарна теорія, інтегральні знання, когнітивність.

O. Palagin, O. Kurgayev

INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH: OPTIMIZATION OF SYSTEM-INFORMATION SUPPORT

Summary

The most essential attributes of scientific knowledge which allocate area of existence of an optimum of productivity of professional work of scientists are revealed in the article, the process of overcoming of the most essential barriers to interdisciplinary scientific research progress as a hierarchy of scientific problems which solution is required for creation of system of the information technologies adequate to natural processes of actual task solution is proved and determined.

Key words: scientific work productivity, trans-disciplinary theory, integral knowledge, cognitivism.