

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin
(editors)

**Information Models
of
Knowledge**

**ITHEA[®]
KIEV – SOFIA
2010**

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)

Information Models of Knowledge

ITHEA®

Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0048-1

First edition

Recommended for publication by The Scientific Council of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA
ITHEA IBS ISC: 19.

This book maintains articles on actual problems of research and application of information technologies, especially the new approaches, models, algorithms and methods for information modeling of knowledge in: Intelligence metasynthesis and knowledge processing in intelligent systems; Formalisms and methods of knowledge representation; Connectionism and neural nets; System analysis and synthesis; Modelling of the complex artificial systems; Image Processing and Computer Vision; Computer virtual reality; Virtual laboratories for computer-aided design; Decision support systems; Information models of knowledge of and for education; Open social info-educational platforms; Web-based educational information systems; Semantic Web Technologies; Mathematical foundations for information modeling of knowledge; Discrete mathematics; Mathematical methods for research of complex systems.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria (www.foibg.com).

Printed in Ukraine

Copyright © 2010 All rights reserved

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. www.ithea.org ; e-mail: info@foibg.com

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

® ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co., Bulgaria

ISBN 978-954-16-0048-1

C/o Jusautor, Sofia, 2010

Philosophy and Methodology of Informatics

ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Александр Кургаев, Александр Палагин

Аннотация: Сформулирована проблема эффективности междисциплинарных научных исследований; выявлены наиболее существенные признаки научного знания, ограничивающие область оптимума производительности труда ученых; выявлена иерархия проблемных ситуаций на пути роста производительности труда ученых; обоснован путь разрешения этих проблемных ситуаций.

Ключевые слова: междисциплинарные научные исследования; ставшее научное знание; производительность труда ученых; оптимизация производительности труда ученых.

ACM Classification Keywords: A.0 General Literature; J.4 Social and Behavioral Sciences; M.4 Intelligence Metasynthesis and Knowledge Processing in Intelligent Systems

Введение

Развитие мирового сообщества постоянно сопровождается множеством проблем, лишь часть которых получает общественное признание, формулируется в явной форме и консолидирует научные, организационные, материальные и финансовые усилия общества на их решение в форме научно-технических программ (НТП).

Накоплен многочисленный, в целом, позитивный опыт формирования и выполнения НТП решения многих проблем [Кун, 1977]. Однако наравне со значительным позитивным опытом формирования и выполнения НТП имеют место определенные недостатки как *организации*, так и, собственно, самого *проведения* научных исследований, особую остроту приобретающие при решении проблем практики развития общества, необходимо требующих междисциплинарных исследований, усложняющих труд ученых до почти непреодолимого барьера в связи со сверхвысокой сложностью их специфического содержания. Их следствием является потеря части народнохозяйственного эффекта от выполнения каждой из НТП и всего их множества.

Задачей статьи является выявление проблемных ситуаций на пути прогресса междисциплинарных исследований и наиболее существенных признаков информационных технологий, адекватных естественным процессам решения проблем.

1. Характеристика сущности междисциплинарных исследований

Теоретическое знание функционирует и развивается как сложная система внутри дисциплинарных и междисциплинарных взаимодействий, целенаправленных на решение актуальных проблем эволюции науки и практики общества. Общепризнано, что эволюционное развитие науки время от времени прерывается революционными изменениями схемы (*парадигмы*) деятельности познания, воплощающей прогрессивную систему идеалов и норм исследования [Кун, 1977].

Всякий познавательный процесс имеет двунаправленную природу – от менее к более содержательному и от менее к более общему знанию. Стремление к единству знания при максимальном охвате реальности обусловлено единством мира, к отображению которого в науке это знание направлено, а рост

содержательности – непрерывным проникновением науки во все более глубокую сущность действительности, определяя все более адекватную ее модель [Поппер, 1983].

В самом общем виде внутри дисциплинарный генезис знания включает две составляющие: от частных теорий, решающих специфичные проблемы части объектов дисциплины, – к фундаментальной теории, фиксирующей самые общие знания относительно всей области дисциплины, и от фундаментальной теории – к частным теориям, углубляющим ее знания.

Всякое междисциплинарное исследование включает: выявление новых отношений между терминами исходных дисциплин, установление новой системы законов, связывающей их, и синтез прагматики решения новых, все более сложных задач. При этом знания исходных дисциплин могут остаться неизменными (простейший, *линейный* случай междисциплинарного взаимодействия), включенными целиком (или выборочно) в новую иерархическую структуру, или подвергнуться модификации, развитию за счет процессов обмена парадигмальными установками, понятиями и методами между разными науками (*нелинейное* междисциплинарное взаимодействие), диктуемыми междисциплинарным характером проблемы. Но во всех случаях происходит углубление научных знаний и расширение, уточнение области объектов действительности, исследуемых исходными дисциплинами [Степин, 2003].

Нелинейное междисциплинарное взаимодействие в сочетании с проблемной ориентацией уже стало общепризнанной нормой глобальной эволюции современной науки ([Степин, 2003], [Кургаев, 2008]).

В результате этого процесса, де-факто, формируется новая дисциплина и бесконечно повторяется итерационная последовательность событий (от одних дисциплин через междисциплинарное исследование – к новым дисциплинам с новым предметом исследования) в направлении приближения к целостной общенаучной картине мира.

Реальное положение дел в науке характеризуется тем, что проблемные ситуации, возникающие на пути бесконечного процесса познания, непрерывно усложняются, включают все большую область явлений действительности и все большее их число для своего разрешения требует проведения междисциплинарных исследований ([Степин, 2003], [Кургаев, 2008], [Палагин, Кургаев, 2009]). [

На основании высказанного, наиболее существенными признаками междисциплинарных исследований можно считать следующие:

- *активное владение* широким кругом знаний;
- *унификация формы* представления знаний разных научных дисциплин применительно к решению актуальной проблемы;
- *недетерминизм* творческого процесса содержательного соединения недостаточно конструктивных научных знаний, накопленных разными дисциплинами, в такое концептуально единое новое знание, создание которого и является целью соответствующей НТП.

Сложившееся состояние дел не может существовать долго, поскольку непрерывно усложняет научную работу, что ведет к постоянному снижению эффективности труда ученых, вследствие чего снижается значимость новых знаний и, в конечном итоге, уменьшается вклад науки в решение неотложных проблем эволюции общества, угрожая его полной потерей.

На основании изложенного, сущность проблемы эффективности исследований, в конечном итоге, сводится к следующей **проблеме 0-го** уровня:

Достижение общественно значимого роста производительности труда ученых за счет усовершенствования информационных технологий, целенаправленного на преодоление преград на пути прогресса науки.

2. Необходимость решения проблемы в форме НТП

Сформулированная **проблема 0-го** уровня – фундаментальна, ее решение зависит от целого комплекса условий (научных, организационных, материально-технических, финансовых и кадровых), среди которых

определяющим является творчество специфичных знаний многих научных дисциплин. Оставаясь основным предметом методологии науки, процессы познания и их компоненты исследуются при решении своих специфичных проблем в кибернетике и математике, теории сложных систем, лингвистике, логике и во всем спектре компьютерных наук: от вычислительной техники до систем обработки знаний и искусственного интеллекта.

2.1 Непродуктивная составляющая труда ученых. В самой абстрактной форме научная деятельность осуществляется согласно итерационной структуре (рис. 1).

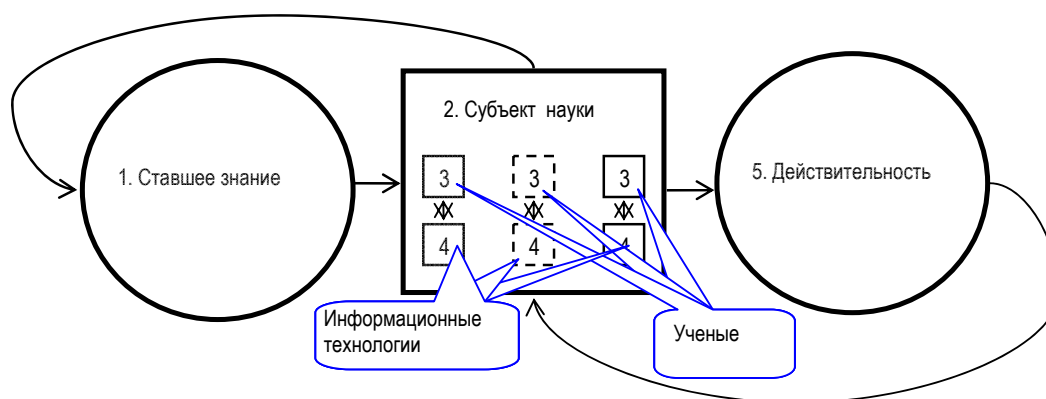


Рис.1. Итерационная структура научной деятельности

Из этого следует непосредственная зависимость производительности труда ученых от трудозатрат на *поиск, выявление, осознание* актуально необходимого фрагмента ставшего знания и *оперирования* им в ходе исследований. В свою очередь, объем всех этих составляющих трудозатрат определяется совершенством формы представления ставшего знания, циркулирующего в обществе, т.е. уровнем его наиболее существенных признаков:

- *известности* (диапазон: от общеизвестных, узкопрофессиональных до неизвестных знаний);
- *явности* (диапазон: от явной до неявной формы);
- *унифицированности* (измеряется разнообразием форм);
- *конструктивности* (диапазон: от пригодности до непригодности для непосредственного использования при решении проблем).

Очевидно, глобальный минимум трудозатрат или максимум производительности профессионального труда ученых существует лишь на очень небольшом дискретном подмножестве (относительно совокупного ставшего знания всего пространства науки) знания, – представленном в единой унифицированной форме, явном, конструктивном и общеизвестном относительно всей науки (или общеизвестном относительно дисциплин, к которым принадлежит исследуемая проблема). Форму знаний, отвечающую этим условиям, назовем *канонической* (рис. 2).

Обычно, *оптимальные условия отсутствуют* по многим причинам и, преимущественно, имеет место некоторое сочетание негативных признаков знания: *не явность, не известность* (общая или относительно некоторой дисциплины), *не конструктивность* и *не унифицированность*. Во всех этих случаях, вместо непосредственного исследования текущей проблемы ученые тратят усилия на *поиск* (в условиях полного или частичного отсутствия гарантий существования), *осознание* и *трансформацию* ставшего знания из неявного в явное, из неконструктивного в конструктивное и из разных форм к единой применительно к условиям текущей проблемы.

Все трудозатраты на *поиск*, *осознание* и *трансформацию* ставшего знания, т.е. на его многократную вторичную обработку, являются непродуктивными относительно решения каждой из множества текущих проблем; их объем достигает львиной доли совокупных затрат труда на решение отдельных проблем, а в сумме могут значительно превышать трудозатраты на первичное творчество ставшего знания. Более того, эта часть труда ученых не только общественно бесполезна, но даже наносит вред, поскольку в каждом конкретном исследовании выполняется *ad hoc* (т.е. относительно специфических условий текущей проблемы), непрерывно увеличивая энтропию ставшего знания в общем пространстве науки.



Рис. 2. Область максимума производительности профессионального труда ученых (общая площадь пяти колец) – лишь малая часть ставшего знания общего пространства науки

2.2 Альтернативные пути решения проблемы. На всем множестве возможных путей решения **проблемы 0-го уровня** есть две альтернативы: эволюционный – постепенным накоплением позитивных эффектов и революционный – за счет парадигмальных нововведений в развитие информационных технологий обработки и распространения научных знаний в обществе.

Эволюционному пути присущ ряд недостатков, в частности:

- поскольку процесс познания *недетерминирован*, а *пригодность* результатов науки (в современной форме) *к контролю* слишком *низка*, каждое исследование вносит в общую копилку две части знания – ту, что уменьшает энтропию информированности о действительности, и ту, что ее увеличивает. При этом состояние развития цивилизации не добавляет уверенности в уменьшении общей энтропии знаний при использовании наличных информационных технологий. Даже, если уменьшение и имеет место, то вполне очевидно, что его *темпы не соответствуют требованиям времени*;
- вследствие информационного "взрыва" и непрерывного расширения научного пространства, *объем ставшего знания уже сейчас достиг критической черты* способности ученых на получение актуально необходимой части знания, усвоение и активное его использование;

- принципиально *неприемлема компенсация* непродуктивной составляющей труда ученых за счет *экстенсивного развития* науки;
- допустимо утверждать, что современное *состояние развития* науки близко к *кризисному*.

Тем самым налицо проблемная ситуация, не разрешимая при текущем положении дел. Поскольку острота проблемной ситуации побуждает к решительным действиям для ее разрешения, указанные недостатки и трудности эволюционного развития событий вынуждают сосредоточить усилия на разработке и реализации альтернативного пути, тем более что по общему убеждению *времени на промедление у науки нет!*

В целом, путь парадигмальных нововведений вполне естественный, подтвержден фактами развития как отдельных научных дисциплин, так и всей науки, и многократно себя оправдал.

2.3 Основная идея решения проблемы. Предлагается кардинально изменить методы добычи, представления и использования научного знания и, как следствие, – отношение к знанию со стороны общества, самих ученых и, в конечном итоге, к науке в целом [Палагин, Кургаев, 2009].

В современном обществе общепринято убеждение, что *научное знание* (независимо от его профиля, уровня и места, времени создания и субъекта-творца) является *разновидностью сырья*, использование которого *невозможно* без затрат дополнительных ресурсов на его переработку в процессе творчества нового знания и/или создания более или менее полезной материальной или информационной продукции. Оснований для него вполне достаточно, о чем свидетельствует практика мировой науки, а все ученые смиренно принимают его как неизбежное зло или, наоборот, как общественное разрешение на несовершенство результатов личного труда.

Очевидно, такое состояние дел не удовлетворяет никого. Во взаимодействии общества с наукой каждый заинтересован получить наибольший вклад в свое развитие: общество от науки, а наука от общества. Выход из этой проблемной ситуации есть лишь один – пойти навстречу друг другу, наполнив конструктивным содержанием и приняв к совместной реализации общеизвестный тезис: "*Наука – непосредственная производительная сила прогресса общества!*". В основу новой парадигмы предлагается положить фундаментальное утверждение.

Утверждение. *Ставшее знание в канонической форме – самая совершенная разновидность основного капитала общества, обеспечивающая развитие науки и прогресс цивилизации.*

Основания для него есть и сейчас, поскольку его составляющим присущи общие признаки (пригодность для тиражирования, модификации, развития, улучшения безопасности и комфорта жизни и труда, роста темпов прогресса общества, образования прибыли и др.). Относительно же качества перечисленных признаков, безусловно, что у знаний они существенно лучше, чем у материальных разновидностей основного капитала, причем только научное знание в состоянии определить и непрерывно корректировать развитие цивилизации в направлении ее гармонии с природой. Несмотря на это, очевидно, что относительно современности предложенное утверждение ложно, поскольку у научного знания еще отсутствуют такие наиболее существенные признаки конечного товара и условия для его существования в обществе, как:

- пригодность для *непосредственного использования*;
- *измеримость* показателей количества и качества;
- рыночная *цена и стоимость*;
- *действенные нормы прав и обязанностей* производителя и потребителей.

Суть решения **проблемы 0**-го уровня состоит в воплощении необходимых и достаточных условий для действенного функционирования ставшего знания как товара и стимулирования этого процесса. Главным

средством достижения этих условий должно стать решение множества научных проблем относительно создания системы новых компьютерных информационных технологий, адекватных естественным процессам решения проблем в науке.

2.4 Иерархия проблемных ситуаций. На пути решения **проблемы 0-го уровня** возникает группа **проблем 1-го уровня**, о наличии которых свидетельствуют проблемные ситуации 1-го уровня, подтверждаемые фактами современного состояния науки:

- *неадекватность* компьютерной обработки знаний естественному процессу научных исследований;
- *отличие формы* научного знания, используемого для конструктивного решения проблем от той формы, что циркулирует в инфраструктуре распространения знания в обществе.

Каждая из указанных проблемных ситуаций 1-го уровня, в свою очередь является комплексной и требует проведения исследований разных научных дисциплин для решения **проблем 2-го уровня**, о наличии которых свидетельствуют, в частности, проблемные ситуации:

- *недостаточная* конструктивность научных знаний, их *непригодность* для непосредственного использования для решения текущих и новых проблем и внедрения в практику;
- *разнообразие* существующих форм ставшего знания (т.е. структур и языков теорий), присущих разным научным дисциплинам, в сравнении с *унифицированной* формой концептуально единого нового знания, для творчества которого и формируется соответствующая НТП;
- *сложность, разнообразие и неопределенность* естественных творческих процессов постановки и решения научных проблем, их разновидностей и компонент;
- *неадекватность* компьютерных информационных технологий, моделей и языков представления знаний естественным творческим процессам постановки и решения научных проблем;
- *неадекватность* действующей Internet-технологии потребностям ученых относительно точности и релевантности поиска актуально необходимого научного знания;
- *производство* нового научного знания осуществляется интенсивным трудом творческих личностей и достается *дорогой ценой*, а *продается* излишне *дешево*, почти по цене носителя, истраченного на фиксацию этого знания.

3. Ожидаемые результаты

В результате выполнения исследований, направленных на разрешение перечисленных проблемных ситуаций, должны быть определены концептуально единое пространство ставшего знания в каноничной форме и совокупность адекватных взаимно согласованных информационных технологий эффективной поддержки всех составляющих профессионального труда ученых по конструктивному решению произвольных научных проблем и непосредственному внедрению нового научного знания в практику.

Анализируя суть причин и следствий парадигмальных нововведений в развитие компьютерных систем, можно удостовериться на многих фактах, что вся эволюция компьютерной науки связана с получением именно этих результатов. Если при зарождении компьютеров основное внимание было сосредоточено на вопросах осуществимости конструктивных вычислений и достижении рекордных значений количественных показателей, то со временем на передний план вышли вопросы *адекватности* информационно-аналитической поддержки всех составляющих естественного процесса решения научно-практических проблем. В настоящее время основное внимание сосредоточено на реализациях систем обработки знаний, представленных разными формальными моделями с использованием современных математических методов и архитектурных решений, в частности, с аппаратной поддержкой этих методов.

За счет придания ставшему знанию сочетания наиболее существенных креативных признаков, в условиях всесторонней действенной их поддержки средствами адекватных информационных технологий и

правовыми нормами, научные знания приобретут упомянутые выше, но отсутствующие сейчас, признаки конечного товара:

- пригодность для *непосредственного использования*;
- *измеримость* показателей количества и качества;
- рыночную *цену и стоимость*.

Эффективность разрешения приведенных выше проблемных ситуаций определяется суммой эффектов (в целом разного качества) от приобретения этих и других признаков.

Заключение

Обосновано:

- область максимума производительности профессионального труда ученых ограничена ставшим знанием в канонической форме, т.е. явным, конструктивным и представленным в унифицированной форме;
- междисциплинарный характер сформулированной **проблемы 0**-го уровня;
- целесообразны парадигмальные нововведения в развитие информационных технологий обработки и распространения научных знаний в обществе.

Предложено принять к воплощению новое отношение к научному знанию (как к *самой совершенной разновидности основного капитала общества*) за счет придания ему отсутствующих в настоящее время наиболее существенных признаков конечного товара и создав наиболее благоприятные условия для его существования и развития в научной и общественной практике.

Библиография

- [Кун, 1977] Кун Т. Структура научных революций / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
- [Поппер, 1983] Поппер К. Логика и рост научного знания. Избранные работы / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1983. – 496с.
- [Степин, 2003] Степин В.С. Теоретическое знание. Структура, историческая эволюция. – М.: Прогресс-Традиция, 2003. – 744 с.
- [Кургаев, 2008] Кургаев А.Ф. Проблемная ориентация архитектуры компьютерных систем. – Киев: Сталь, 2008. – 540с.
- [Палагин, Кургаев, 2009] Палагин О.В., Кургаев О.П. Міждисциплінарні наукові дослідження: оптимізація системно-інформаційної підтримки // Вісник Національної академії наук України. – 2009. – № 3. – С. 14-25.

Информация об авторах



Александр Кургаев – доктор технических наук; ведущий научный сотрудник Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины; проспект Глушкова, 40, Киев 187, Украина; e-mail: afkurgaev@ukr.net

Основные области научных исследований: информационные машины и системы обработки знаний, представленных в форме научных теорий



Александр Палагин – академик НАН Украины; заместитель директора Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины; проспект Глушкова, 40, Киев 187, Украина; e-mail: palagin_a@ukr.net

Основные области научных исследований: системная интеграция трансдисциплинарных научных знаний, онтологический инжиниринг