

УДК 61:681.3:378.22

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ — ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ БУДУЩЕЙ МЕДИЦИНЫ. УБЕЖДЕНИЯ И РИСКИ

О. П. Минцер

*Национальная медицинская академия последипломного образования
имени П. Л. Шупика, Киев, Украина*

В статье рассмотрены стратегические вопросы развития медицинской информатики. Подчеркивается основная мысль о том, что системообразующее значение этого направления в значительной степени нивелируется как непониманием достаточно сложного понятийного аппарата, так и социальными принципами социального неприятия принципиально новых подходов. Подчеркивается также мысль о драматическом характере развития современной медицины, когда скорость разработки новых информационных технологий существенно превышает скорость усвоения новых подходов. Рассматриваются некоторые новые информационные технологии, освоение которых по тем или иным причинам происходит не на должном уровне. Это, в первую очередь, создание индивидуальной траектории обучения, онтология знаний, системная бимедицина, моделирование *in silico* и другие. Сделан вывод о том, что реальное проявление системообразующей роли информатики наиболее рельефно обнаружится при переходе к обществу знаний, структуризации знаний и трансдисциплинарным знание-ориентированным технологиям. Именно тогда концепции и методологии трансдисциплинарности, определенные с помощью упомянутой системологии междисциплинарного взаимодействия как самостоятельной отрасли знаний, позволят очертить предельные границы познания человеком как себя, так и окружающего мира, а информатика обеспечит кроме соответствующего математического базиса, также и технологии постановки и решения научно-технических проблем.

Ключевые слова: информатизация, общество знаний, онтологические модели, трансдисциплинарность, неформальное образование, информальное образование, мобильное образование, персонализированная медицина, мобильная медицина, системная биомедицина.

INFORMATIZATION IS THE MOST IMPORTANT ELEMENT OF FUTURE MEDICINE. BELIEFS AND RISKS

O. P. Mintser

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

The article discusses the strategic issues of the development of medical informatics. The main idea is emphasized that the backbone value of this direction is largely leveled by both a lack of understanding of a rather complex conceptual apparatus and social principles of social rejection of fundamentally new approaches. It also emphasizes the dramatic nature of the modern medicine development, when the speed of developing new information technologies significantly exceeds the speed of new approaches assimilation. Some new information technologies are considered,

the development of which for one reason or another is not done at the proper level. This is, first of all, the creation of a personal learning path, knowledge ontology, systemic biomedicine, *in silico* modeling, etc. It is concluded that the real manifestation of the system-forming role of computer science will most clearly manifest itself in the transition to a knowledge society, knowledge structuring and transdisciplinary knowledge-oriented technologies. It was then that the concepts and methodologies of transdisciplinarity, defined using the aforementioned systemology of interdisciplinary interaction as an independent branch of knowledge, will allow us to outline the ultimate boundaries of a person's knowledge of both himself and the world around him, and computer science will provide, in addition to the appropriate mathematical basis, the technology for setting up and solving scientific and technical problems.

Key words: informatization, knowledge society, ontological models, transdisciplinarity, non-formal education, informal education, mobile education, personalized medicine, mobile medicine, systemic biomedicine.

Вступление. Несмотря на то, что термин "информатизация" (англ. *informatization*) нашёл широкое распространение лишь в нескольких странах — России, Китае, Украине, Чехии и некоторых других, идея о роли информации превратилась в концепцию информационного общества [4]. Информационное общество в глобальном масштабе наряду с другими его качествами является единой человеческой цивилизацией с точки зрения информации, представленной как материал основы реализации идей нового общественно-политического мышления [1, 4].

Однако, информатизация нам представляется значительно более важной составляющей развития общества, принимая во внимание ее системообразующую функцию. Именно эта функция вроде и не замечается, хотя бы потому, что информация в силу объективных обстоятельств исторического развития не находилась в сфере человеческого труда, производства товаров, а также являлась бессознательным хоть и естественным дополнением в жизни, потребность в которой была реализована в той степени, которая казалась необходимой или даже меньшей. Но было бы неправильно думать о процессе информатизации лишь как о комплексе технических, технологических или социальных составляющих. Информатизация — это социально-технический, системный и прагматичный процесс, который важно

направить в гуманистическое русло. По-видимому, только тогда возможно будет говорить о государственном строе, в котором все принципы и идеалы человечества восторжествуют в полной мере [16].

Информатизация медицины, по сути, отражает все достижения и все трудности общего процесса, добавляя особую ответственность и особую гордость за успешные решения. Реализация стратегии информатизации медицины в значительной степени объединяет медицинские знания и делает их общедоступными. Нашли широкое применение в практике мобильная медицина [5, 13, 15, 18, 22], мобильное медицинское образование [6, 9, 12, 19], электронное здравоохранение [2, 12, 17]. Такое направление информатизации позволяет удовлетворить потребность мирового сообщества в медицинских сведениях и технологиях как на тактическом (помощь профессионалами, лекарственными средствами, медицинскими информационными системами и т. п.), так и на стратегическом (формирование индустрии и культуры здоровья) уровнях всего общества.

Очевидно, что процесс информатизации медицины слишком многогранен для освещения в небольшой статье. Поэтому остановимся лишь на нескольких важных направлениях, попытаюсь отобразить то общее, что есть в проблеме информатизации. Наверное, будет правильным начать с медицинского образования.

Информатизация и медицинское образование. Общеизвестно, что медицинское образование принципиально изменилось, и будет продолжать меняться в соответствии с научными достижениями и потребностями общества. В реформе медицинского образования все большее место занимают информационные технологии, такие как дистанционное обучение, платформенное обучения, обучение на рабочем месте, мобильное образование, использование систем дополненной реальности, искусственного интеллекта. Однако, поток информации, который обрушивается на обучающихся не всегда может сыграть положительную роль [11]. Выделение важных и валидных знаний в условиях неформального, а тем более информального образования

представляет существенную проблему, а, значит, пропорционально растут *риски* подготовки не личностей, а ремесленников, что, собственно говоря, мы наблюдаем, зачастую, как в практической медицине, так, особенно, в управлении медициной и образованием. Крайне важно привлечение в образование современных информационных подходов типа систем извлечения знаний, систем принятия решений и других. Однако далеко не все преподаватели владеют этим инструментарием.

"Потоковые" риски, к сожалению, не единственные. Превалирование компетентностной компоненты над знаниевой, продиктованное рыночными условиями, также увеличивает риски подготовки ремесленников. Нельзя не упомянуть и о постоянном, не всегда обоснованном заимствовании зарубежных образовательных подходов.

Нам представляется, что "энтузиазм" в образовательных реформах должен сдерживаться более взвешенным подходом, с тем, чтобы избежать непреднамеренных последствий. Для удовлетворения модели обучения современных студентов-медиков и врачей во время последиplomного образования педагогические подходы не могут быть просто модифицированы, путем смешивания лекционных и не лекционных форматов. Абсолютно принципиально, что стандарты содержания должны оставаться константными (соответственно времени обучения); педагоги не могут идти на компромисс по материалу, который должен быть изучен [19]. Студенты-медики, слушатели последиplomного образования нуждаются в совершенном и, самое важное, **персонализированном** обучении, приобретении лучшего опыта функционирования медицинских технологий и логики принятия решений перед лицом неизбежных неопределенностей в жизни и медицинской практике [11].

Решающее значение приобретает, с нашей точки зрения, использование информационных технологий для создания индивидуальной образовательной траектории. Она должна иметь не только все классические модули современного обучения — знаниевый, компетентностный, модуль навыков, оценочный и, наконец, персонально ориентированный. Существующие

системы управления обучением (LMS — learning management system) не имеют в настоящее время соответствующего потенциала. Крайне важным представляется выбор форматов неформального образования, а также включения логики междисциплинарности и трансдисциплинарности в обучение и непрерывное профессиональное развитие врачей и провизоров. При этом главным принципом при формировании траектории обучения является обеспечение цифровизации. Считаем, что для этого следует широко использовать онтологию знаний, надежное фиксирование личностных характеристик (логика формализации), а также принцип статистической значимости материалов (контент-анализ), интересующих студента/слушателя.

Важно остановиться на широком использовании методологии трансдисциплинарности и междисциплинарности, которые поддерживают прямое или косвенное обращение к научной картине мира, позволяют создавать новые научные теории, модели и методы решения сложных научных проблем природы и общества. Такие знания, представленные Единой сетью междисциплинарных знаний, обеспечат создание следующего поколения Semantic Web. Очевидно, что подобное развитие в медицине будет направлено на первоначальное создание прикладных распределенных систем типа телемедицина, мониторинг состояния пациентов и т. д. Важное место займут Грид-технологии и облачные вычисления, а также виртуальные организации, структуры и услуги [7].

Таким образом, современные информационные технологии уже стали основой почти всех высоких технологий и основой построения общества, ориентированного на знания, которое способно решить все существенные проблемы в развитии современной (технологической) цивилизации. Процесс интеллектуализации информационных технологий ориентирован, в первую очередь, на комплекс фундаментальных и прикладных научных исследований, поэтому инженерия знаний и системы управления знаниями занимают особое место. Как следствие, мы нуждаемся в создании новой инфраструктуры медицинского образования, выявления новых лидеров, новой идеологии и

новых перспектив информатизации системы передачи знаний.

Информатизация и медицинская наука. Нет никакой возможности описать множество эффектов и новых процессов в медицинской науке, порожденных информатизацией. Разумеется, к ним относится и доказательная медицина, и разработка нанотехнологий, и роботизация медицины, и еще много другое. Однако, в рамках настоящей статьи хотелось бы остановиться лишь на трех направлениях, которым посвящено относительно малое число работ — онтологии, трансдисциплинарность и системная медицина.

Онтологии, прежде всего, связаны с недостаточно понимаемыми врачами процессами формализации и структуризации знаний. Остановимся на некоторых определениях. Будем понимать под **формализацией знаний** — представление знаний субъекта о предметной области с использованием знаковых систем (естественно или искусственно языковых, графических, а также в других формах). Под представлением знаний будем иметь в виду любые действия со знаниями, которые осуществляются субъектом, направленные на формирование внешнего облика (в том числе и "первое" представление), а под интерпретацией знаний — все возможные "дальнейшие" представления знаний (внешние образы). Наконец, под инструментарием обработки знаний будем понимать информационные технологии, сочетающие теоретические и практические методы представления знаний и средства их поддержки.

Онтологии знаний. Одним из важнейших практических направлений онтологии следует признать содействие использованию скрытых знаний в крупных клинических базах данных путем кодирования последних с "вычислительной" семантикой, что позволяет алгоритмам при компьютерном обучении решать многочисленные задачи передачи знаний.

Использование дескриптивной логики в онтологии может гарантировать логическую согласованность сотен тысяч концептов в нескольких доменах, что позволяет вычислительным алгоритмам выявлять важнейшие события, факты. Онтологии могут также поддерживать интеграцию фундаментальных научных

данных и публичных знаний, что, в свою очередь, позволяет классифицировать медицинские знания и получить новые клинические представления. Сочетание массовых данных и доступных вычислений высокой емкости дает возможность для беспрецедентного открытия ассоциации и, все чаще, причиной обоснования для получения диагностического и терапевтического понимания [21].

Примером практического применения онтологии в медицинском образовании является Foundational Model of Anatomy (FMA) онтология, являющаяся как теорией представления анатомии, так и вычислительным механизмом. Заметим, что большинство содержания описывает каноническую анатомию взрослого человека, хотя последние обновления включают и анатомию ребенка.

Важнейшее значение для медицины будущего имеет внедрение **трансдисциплинарности**. В наших исследованиях было предложено создание универсальной системы организации и обработки трансдисциплинарных знаний, которая может стать базисом организации известных знаний, сочетая в себе возможность актуализации под обустройство под существующие потребности и способна быть основой для создания новых отраслей и отраслевого понятийного словаря. В основе предложенной модели лежит принцип объединения всех известных фундаментальных наук в одну пространственную систему с возможностью активной перестройки, математически обоснованного поиска и обработки информации.

Одним из направлений трансдисциплинарных исследований является создание теории гибридной реальности, подразумевающая тесную взаимосвязь технологий и людей, как отдельных лиц, так и групп. С кибернетической точки зрения гибридная реальность представляет конвергенцию и интеграцию субъектной, цифровой, физической и социальной реальности. Дизайн элементов гибридной реальности в медицине кроме поддержки субъектной идентификации, активности и безопасности должен органично дополнять естественную реальность пациента, обеспечивая надлежащий опыт взаимодействия с лечащим врачом.

Надо подчеркнуть, что трансдисциплинарные исследования формируют особый уровень моральной ответственности специалистов за результаты и последствия своей профессиональной деятельности в рамках объективной повинности и обязательности элементов единого мира. Поэтому с учетом на уровне подготовки кадров высшей квалификации меняются универсальные общекультурные компетенции специалиста. Они должны включать использование знаний междисциплинарного, мультидисциплинарного и трансдисциплинарного подходов для оценки современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, при необходимости, на основе целостного (междисциплинарного) и трансдисциплинарного мировоззрения.

Системная биомедицина. Термин "системная биомедицина" в 1992 году был упомянут в работе профессора Т. Kamada в качестве новой парадигмы в биомедицинской инженерии. С тех пор системная биомедицина выросла в самостоятельный раздел междисциплинарных знаний на стыке многих дисциплин, необходимый как для обобщения непрерывно растущих биологических знаний, так и данных о медицинской деятельности. Она включает знания междисциплинарного, мультидисциплинарного и трансдисциплинарного подходов для оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.

Системная биомедицина — современный подход к диагностике заболеваний и терапии, основанный на интеграции знаний о молекулярно-биологических процессах с общими процессами, характеризующими патогенез заболеваний человека. По сути, имеет место медико-биологическая реализация известного направления — системологии, фундаментальной инженерной науки, устанавливающей общие законы потенциальной эффективности сложных материальных систем.

В системной биомедицине мы имеем очень много уровней абстракции — от математических дисциплин (статистика, теория графов и так далее) до их приложения к большим системам на основе, допустим, системной биоинженерии. Системная биомедицина позволяет по новому оценить постулаты доказательной медицины, без которой многое в медицинской практике теряет смысл.

Принцип функциональной системы стал использоваться как единица саморегуляторных приспособительных реакций еще П. К. Анохиным. Взамен классической физиологии органов теория функциональных систем провозгласила системную организацию функций организма человека, от молекулярного до организменного уровня, а значит — диагностика и лечение предполагались выстраиваться в системе от метаболического до социального уровня.

Важнейшим убеждением системной биомедицины является то, что в рамках современной парадигмы, предполагающей персонализированный мультимодальный подход, ориентированный на пациента, а также на использование интеллектуальных систем поддержки принятия решений для врача, роль технологий "больших данных" непрерывно возрастает. Поэтому системные биомедицинские исследования имеют решающее значение для обеспечения успеха в ранней диагностике заболеваний, прогнозировании их течения, профилактики осложнений и партисипации пациентов (концепция развития медицины "4П"). Именно системная биомедицина должна определить приоритеты и способствовать достижению конкретных и реалистических целей в отношении стратегий практической медицины.

Однако, как и ранее, перечень убеждений сопровождается многочисленными рисками. Прежде всего, следует назвать то, что законодательство, определяющее возможность использования того или иного подхода, сильно отстаёт от возможностей, которые даёт медицинским работникам (и, в первую очередь, клиницистам) медицинская информатика. Это отставание наблюдается во всем мире, хотя и заметны некоторые процессы

его гармонизации. Другие риски связаны со сложностью обработки данных. Принципиальные проблемы связаны с оценкой валидности получаемой информации. Качество данных и направленность обработки далеко не всегда выдерживают критику, особенно в анализе однородности данных. Практически отсутствуют принципы оценки полноты и однозначности.

Выводы. Мысль Альберта Эйнштейна, о том, что серьезные проблемы, с которыми сталкивается человечество, не могут быть решены на том же уровне мышления, на котором они возникли, крайне актуальна и для современной медицины. Важнейшей стороной новой концепции анализа данных является системный подход.

Реальное проявление системообразующей роли информатики наиболее рельефно проявится при переходе к обществу знаний, структуризации знаний и трансдисциплинарным знание-ориентированным технологиям. Именно тогда концепции и методологии трансдисциплинарности, определенные с помощью упомянутой системологии *междисциплинарного взаимодействия* как самостоятельной отрасли знаний, позволят очертить предельные границы познания человеком как себя, так и окружающего мира, а информатика обеспечит кроме соответствующего математического базиса, также и технологии постановки и решения научно-технических проблем.

Литература.

1. Говердовская Е. В., Добычина Н. В. Взаимные референции между реальным и виртуальным пространством: новая коммуникационная среда // Социально — гуманитарные знания. — 2014. — № 7. — С. 118-124.
2. Е-медицина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Е-медицина>.
3. Кобринский Б. А. Особенности медицинских интеллектуальных систем // Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2013. — № 5. — С. 58-64.

4. Колосова О. Ю. Социальная информация в системе управления обществом: философский анализ // Экономические и гуманитарные исследования регионов. — 2016. — № 1. — С. 78-82.

5. Минцер О. П. Информатизация высших учебных заведений медицинского направления // Медицинская информатика и инженерия. — 2017. — № 3. — С. 14-23.

6. Минцер О. П. Пути развития мобильной медицины // Медицинская информатика и инженерия. — 2016. — № 3 (35). — С. 5-11.

7. Палагин А. В., Петренко Н. Г. Развитие и становление трансдисциплинарных и междисциплинарных исследований и роль информатики // Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація. — 2018. — № 1. — С. 46-70.

8. Ahmed B. There will be more than 13,000 medical apps in 2012 in Apple Appstore. — Режим доступа: <http://medicalopedia.org/1509/13000-medical-apps-2012-apple-appstore>.

9. Blessinger P., Bliss T. J. "Front Matter." Open Education: International Perspectives in Higher Education, 1st ed., Open Book Publishers, Cambridge, UK, 2016. — Режим доступа: <https://www.openbookpublishers.com/product/531>.

10. Boulos M. N. K., Wheeler S., Tavares C. [et al.] How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview // BioMed Eng On Line. — 2011. — № 10. — P. 24.

11. Buja L. M. Medical education today: all that glitters is not gold. BMC Med. Educ. — 2019. — № 19. — P. 110.

12. Eysenbach G. The role of e-health and consumer health informatics for evidence-based patient choice in the 21st century // Clin Dermatol. — 2001. — № 19 (1). — P. 11-17.

13. FDA. Mobile Medical Applications: Guidance for Food and Drug Administration Staf. — Режим доступа: <http://www.fda.gov/downloads/Medical Devices/.../UCM263366.pdf>.

14. Florczak A., Scheurich J., Croghan [et al.]. An Observational Study to Assess an Electronic Point-of-Care Wound Documentation and Reporting System Regarding User Satisfaction and Potential for Improved Care // *Ostomy Wound Manage.* — 2012. — № 58. — P. 46-51.

15. Garvin W. The Legal Perspective of mHealth in the United States // *J of Mobile Technology in Medicine.* — 2012. — № 1 (4). — P. 42-45.

16. Goncharov V. N. Theoretical and methodological aspects of research issues of the information society information in the context of development of information society: social and philosophical analysis. in "Informatization of society: socio-economic, socio-cultural and international aspects" Materials of the IX international scientific conference on January 15-16, 2019, 5-9.

17. Implementing e-Health in Developing Countries: Guidance and Principles. — Режим доступа: https://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health_prefinal_15092008.PDF.

18. Kroemer S., Fruhauf J., Campbell T. M. [et al.] Mobile teledermatology for skin tumour screening: diagnostic accuracy of clinical and dermoscopic image teleevaluation using cellular phones // *Br J Dermatol.* — 2011. — № 164. — P. 973-979.

19. Liu Q., Peng W., Zhang F. [et al.] The effectiveness of blended learning in health professions: systematic review and meta-analysis // *J Med Internet Res.* — 2016. — P. 18.

20. Lord R. K. , Shah V. A., Krishna R. [et al.]. Novel uses of smartphones in ophthalmology // *Ophthalmology.* — 2010. — № 117. — P. 1274.

21. Rosse C., Mejino J. L. V. Jr. "The Foundational Model of Anatomy ontology", In: *Anatomy ontologies for bioinformatics: Principles and practice.* — London: Springer, 2008. — P. 59-117.

22. Thomale U. W., Knitter T., Schaumann A. [et al.]. Smartphone — guide for the placement of ventricular catheters // *Childs Nerv. Syst.* — 2013. — № 29. — P. 131-139.