

Динамика взаимодействия естествознания и техники в истории развития научно-технического знания: философско-методологический анализ

В.И. Курашов¹, Я.В. Курашов²

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

² Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Поступила в редакцию: 25.06.23

В окончательном варианте: 01.07.23

■ Для цитирования: Курашов В.И., Курашов Я.В. Динамика взаимодействия естествознания и техники в истории развития научно-технического знания: философско-методологический анализ // Вестник Самарского Государственного Технического Университета. Серия «Философия». 2023. Т. 5. № 3. С. 61–74. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-phil.2023.3.6>

Аннотация. Исследованы особенности независимого и взаимообусловленного развития естествознания и техники. В различные периоды и в различных областях связи и взаимодействие между названными знаниями могут отсутствовать. Взаимоотношения естественно-научных, технических и технологических знаний могут быть не взаимодействием, а иметь направленность только в одну сторону — от области донора в область акцептора. Эти взаимоотношения могут происходить по встречным направлениям, т. е. быть собственно взаимодействием. Есть особые области научно-технического знания, которые возникли и развиваются как связанная целостная система, т. е. естественно-научные, технические и технологические знания в ней неразделимы. В историческом процессе взаимодействия естественно-научных, технических и технологических знаний можно наблюдать развитие по возрастающей спирали. Каждый виток такой спирали включает последовательность исторических эпизодов: новые естественно-научные знания, их синтез с техническими разработками при создании нового исследовательского инструмента, новые экспериментальные возможности, обуславливающие получение новых естественно-научных знаний, и далее по восходящей траектории к следующему витку. Например, создание и усовершенствование паровых машин в XVIII–XIX веках обусловило зарождение термодинамики, которая определила развитие многих областей естествознания и техники. Также исследования в области микробиологии и энзимологии в XIX–XX веках обусловили разветвленное развитие биотехнологии, технологий органического синтеза и биосенсоров. В XX веке научные исследования дефектов кристаллических решеток привели к открытию полупроводников и революционному изменению элементной базы всех радиотехнических систем, которые нашли применение во многих областях естествознания и техники. В это же время были созданы источники когерентного электромагнитного излучения — лазеры, которые также распространились по всем областям техники. В системе естествознания особо выделяется аналитическая химия, представляющая собой синтез фундаментального знания и прикладной технологии. Исследования в области супрамолекулярной химии и нанотехнологий, проведенные в XX–XXI веках, стали научной базой для производства электрических и оптических устройств, для разработки технологий целевой доставки лекарственных веществ в живом организме, а также для создания молекулярных машин. Исследования

и технологические разработки в области микроэлектроники обусловили прогресс информатизации и цифровизации всех областей человеческой деятельности. Многие области современного естествознания становятся все более и более технологичными, а современные промышленные технологии — все более и более научными. Технологические знания с необходимостью распространяются во многих сферах системы современного образования. Технология стала всеобъемлющей — она проникла практически во все области интеллектуальной, индустриальной, информационной, гуманитарной и социально-экономической жизни общества. Технологический стиль мышления все больше и больше включается в ментальность и мировоззрение современного человека.

Ключевые слова: естествознание; техника; технология; взаимодействие; интегративные процессы; прогресс технологии; современное общество; технологическое мировоззрение.

Dynamics of interaction of natural science and technology in the history of the development of scientific and technical knowledge: philosophical and methodological analysis

V.I. Kurashov¹, Y.V. Kurashov²

¹ Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

² Kazan Federal University, Kazan, Russia

Original article submitted: 25.06.23

Revision submitted: 01.07.23

■ For citation: Kurashov V.I., Kurashov Y.V. Dynamics of interaction of natural science and technology in the history of the development of scientific and technical knowledge: philosophical and methodological analysis. *Vestnik of Samara State Technical University. Series Philosophy*. 2023;5(3):61–74. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-phil.2023.3.6>

Abstract. The features of independent and mutually agreed development of natural sciences and technology were investigated. At different times and in different areas, there may be no communication and interaction between these fields of knowledges. The relationship of natural sciences, technical and technological knowledge may not be an interaction, but have a focus only in one direction — from the donor area to the acceptor area. These relationships can occur in opposite directions, that is, they are actually an interaction. There are special areas of scientific and technical knowledge that have arisen and are developing as a coherent integral system, i.e. natural science technical and technological knowledge in it is inseparable. In the historical process of interaction of natural sciences, technical and technological knowledge, one can observe the development of an increasing spiral. Each round of such a spiral includes a sequence of historical episodes: new natural sciences knowledge, their synthesis with technical developments when creating a new research tool, new experimental possibilities that determine the receipt of new natural science knowledge and further along the ascending trajectory to the next round. For example, the creation and improvement of steam engines in the 18th and 19th centuries led to the emergence of thermodynamics, which determined the development of many fields of natural science and technology. Also, research in the field of microbiology and enzymology in the 19th and 20th centuries led to the extensive development of biotechnology, organic synthesis technologies and biosensors. In the 20th century, scientific research on crystal lattice defects led to the discovery of semiconductors and a revolutionary change in the element base of all radio engineering systems that have found application in many fields of natural science and technology. At the same time, sources of coherent electromagnetic radiation were created —

lasers, which also spread throughout all areas of technology. In the system of natural sciences, analytical chemistry stands out, which is a synthesis of fundamental knowledge and applied technology. Research in supramolecular chemistry and nanotechnology conducted in the 20th and 21st centuries became the scientific basis for the production of electrical and optical devices; for the development of targeted medicine delivery technologies in a living organism, as well as for the creation of molecular machines. Research and technological developments in the field of microelectronics have led to the progress of informatization and digitalization of all areas of human activity. Many areas of modern natural science are becoming more and more technologically advanced, and modern industrial technologists are becoming more and more scientific. Technological knowledges spreads with necessity in many areas of the modern education system. The technology has become comprehensive — it has penetrated almost all areas of the intellectual, industrial, information, humanitarian and socio-economic life of society. The technological style of thinking is increasingly incorporated into the mentality and worldview of the modern person.

Keywords: natural science; technology; interaction; integrative processes; technology progress; modern society; technological worldview.

О смысле и значении понятий «техника» и «технология»

В научной литературе сложилась ситуация неопределенности, которую желательно преодолеть в научном сообществе.

Так, в англоязычной литературе понятия «техника» и «технология» обычно принимаются как термины близкие по значению и смыслу, причем наиболее употребительным является термин «технология» (*technology*), а слово *technique* употребляется как близкое по смыслу термину «методика» в русскоязычной научной литературе. В современных компьютерных автоматических переводчиках термины «техника» и «технология» переводятся как правило одним термином «technology».

В отечественной философской литературе, особенно в названиях работ, как правило, используется термин «философия техники» (хотя в тексте часто именем «техника» обозначают целевые продукты, или артефакты, а именем «технология» — знания о последовательности операций их получения). Показательный пример — одна из последних работ видного отечественного специалиста в области философии техники В.Г. Горохова, которая названа «Технические науки: история и современность». При рассмотрении нанотехнологий автор использует термин «технология» именно в смысле последовательности операций получения артефактов [1, с. 409–481]. В этой же работе автор переводит название англоязычной работы «Philosophy of Technology and Engineering Sciences» как «Философия техники и технических наук» [Там же, с. 19].

Получается, что при восприятии современной историко-научной и философской литературы понимание значения терминов техника и технология может быть достигнуто только при анализе контекста каждой конкретной работы, что затрудняет восприятие материала.

В представленной работе мы используем оба термина — «техника» и «технология», но ввиду охарактеризованных обстоятельств включаем их в контексты так, чтобы избежать неопределенности в их толковании.

Заметим также, что в представленной работе мы основываемся только на фактах истории естествознания, техники и технологии, обязательно включая самые современные данные (обзор концептуальных построений других авторов потребовал бы иного объема и иной научной аналитической направленности работы).

Независимое от естествознания развитие техники и технологии

С древнейших времен до XVII–XVIII вв. вне непосредственного влияния естествознания были изобретены и непрерывно совершенствовались: колесо, плавильные печи и различные сплавы, оборудование кузниц, бытовые, плотницкие и слесарные инструменты, оружие, музыкальные инструменты, ветряные и водяные мельницы, парусные суда, печатный станок, компас, линзы и очки, телескоп. В этот же период алхимиками (мистиками в теоретических представлениях и практиками в разработке методов анализа и получения новых веществ) были также разработаны технологии разделения веществ перегонкой, получения различных стекол, сплавов металлов (и, наоборот, способы выделения чистых металлов), производство кислот и многих других химических продуктов, включая лекарственные препараты. В части создания лекарственных средств алхимиками были близки работам ятрохимиков.

Вплоть до наших дней многие технические устройства и технологии создаются не только и не столько на основании теоретических вычислений, а благодаря практическому опыту их создателей. Даже в наши дни создание многих технических и технологических систем невозможно осуществить, если исходить только из предварительных теоретических моделей и математических вычислений. Это связано как с несовершенством исходных моделей, так и с непреодолимыми проблемами аналитических и/или численных решений математических задач, сформулированных на основе этих моделей.

Это действительно так — один из соавторов представленной публикации занимался созданием вакуумных систем и может на основании конкретного опыта констатировать, что далеко не все при их создании основывается на теоретических моделях и соответствующих математических вычислениях.

Сказанное подтверждается и тем, что создание технических устройств и разработка разнообразных технологий — процесс непрерывный на протяжении всей истории человечества. При этом изучение истории естествознания и техники позволяет увидеть заметное различие в динамике их развития. Революционные события в естествознании — редкие явление, интервалы между ними в некоторых направлениях исчисляются десятилетиями или даже столетиями (например, классическую механику с релятивистской механикой и квантовой механикой разделяют двести лет). Революционные события в технике и технологии — события перманентные, они происходят с созданием каждой новой машины, устройства, технологии. Это происходит в некоторых направлениях с интервалами в считанные десятилетия, а в наши дни в некоторых направлениях инженерно-технологической деятельности — в пределах одного года.

Просто говоря, изобретатели новых технических устройств и технологий на протяжении всей истории человечества часто получали практически значимые результаты, не дожидаясь поддержки их творческой деятельности

естествознанием и аналитическими методами математики. Словом, полная синхронизация и координация в исторических процессах развития естествознания и техники невозможна

Воздействие естествознания на развитие техники и технологии

Классическая механика Ньютона, или механика макроскопических тел, оказала решающее воздействие на развитие естествознания и техники. Продолжающиеся успехи классической механики в естествознании и технике в XVII–XX вв. явились фактором интенсификации исследовательской деятельности в этой области и инженерных разработок различных машин и механизмов.

В XX в. научные исследования в области физики твердого тела, относящиеся к исследованиям дефектов кристаллической решетки, привели к открытию полупроводников. В результате этого в естествознании возникло новое направление «физика и химия полупроводников», а в технологии начался цепной разветвленный процесс по созданию и совершенствованию элементной базы всех радиотехнических устройств, особенно в направлении их миниатюризации. Революционное изменение в жизни человечества, произведенное открытием полупроводников, вмещается в три понятия: «компьютер», «микрочип», «информационные технологии».

В начале второй половины XX в. увенчались успехом научные работы по созданию источника когерентного электромагнитного излучения (лазера). Слово «лазер» — аббревиатура слов «light amplification by simulated emission of radiation», его синоним — «оптический квантовый генератор» (ОКГ). Всем известно техническое применение лазера в жизни человека: от бытовой техники до инструментов в различных областях научных исследований и промышленных производств. В связи с разнообразными практическими применениями лазера возникло общее понятие «лазерные технологии».

С позапрошлого века химики и биологи в своих исследованиях изучают проблемы и предлагают технологические решения для производства и применения удобрений, средств борьбы с болезнями растений, средств борьбы с сорными растениями и насекомыми, препятствующими высокой урожайности. Кроме того, аграрные науки все больше и больше взаимодействуют с комплексом наук и технологий в области решения экологических проблем. Заметим, что аграрные технологии — это отрасль биотехнологии в полном смысле этого понятия. В XIX–XX вв. энзимология, которая в XIX в. формировалась как раздел биохимии, стала в XX–XXI вв. основой для биотехнологии и вошла в интегративные области технологий органического синтеза, фармацевтической промышленности и бытовой химии.

Активное взаимодействие естественных наук [2] обусловило формирование взаимосвязанной системы знания, в состав которой вошли такие дисциплины, как термодинамика, электродинамика, атомно-молекулярное учение, микробиология, биохимия, геохимия и генетика. Это создало фундаментальный научный потенциал, который определил в XX в. дальнейшую активизацию взаимодействия естественных наук и сопряженный разветвленный процесс инженерно-технологических разработок в областях химической технологии, биотехнологии, генной инженерии (технологии рекомбинантных

ДНК), агротехники, радиотехники (включая микроэлектронику и компьютерную технику), ядерных физико-технических систем и информационных технологий.

В заключение этого раздела заметим, что многие видные ученые обращали внимание общественности на важность практических приложений естественно-научных знаний. О значении прикладного естествознания многократно высказывался Д.И. Менделеев, в том числе в знаменитом учебнике «Основы химии». О значимости практических приложений естественных наук написано в работах [см. 3, 4].

Воздействие техники и технологии на развитие естествознания

Создание технических устройств является фактором развития естествознания в той области, которая относится к научному описанию действия этих устройств. Например, создание паровых машин обусловило постановку проблем теплофизики и явилось одной из причин для становления термодинамики в целом. Действительно, во второй половине XVIII в. была создана без подкрепления какой-либо научной теорией работающая и практически применяемая паровая машина. Только после этого (ввиду необходимости научного описания принципов ее работы с целью повышения ее эффективности) Николаем Карно в 1824 г. была предложена теорема о коэффициенте полезного действия тепловых двигателей. Он описал обратимый круговой процесс превращения теплоты в работу или работы в теплоту (цикл Карно), что в свою очередь послужило основанием для развития такой ключевой общенаучной термодинамики, которая определила развитие многих областей естествознания и технологии.

Наряду с этим в истории становления экспериментального естествознания ключевую роль играют инструментальные (по сути — технические) методы исследования [5, с. 291]. Здесь имеет смысл назвать некоторые наиболее значимые исследовательские инструменты (технические устройства): оптические и радиотелескопы, оптические и электронные микроскопы, весы, калориметры; электрические, пьезоэлектрические и лазерные контрольно-измерительные приборы; Уф-, ИК-, ЯМР-, ЭПР- и масс-спектрометры, хроматографы, полярографы, устройства для вольтамперометрии, центрифуги, а также инструменты второй половины XX и XXI веков — томографы, биосенсоры, сканирующие и атомно-силовые микроскопы. Все эти приборы сами созданы на основе синтеза естественно-научных знаний и технических разработок и в свою очередь включаются в восходящее спиралевидное развитие естествознания, техники и технологии.

Интегративные области взаимодействия естествознания, техники и технологии

Рассмотрим области познавательной деятельности, в которых естествознание, техника и технология находятся в органичном единстве и, соответственно, развиваются как одно целое.

Так, например, в химических лабораториях разрабатывают методы получения каких-либо целевых веществ. Эти методы уже сами по себе есть не что иное, как технология. Причем в случаях, когда в прикладных целях

требуются малые количества вещества (например, для аналитических и/или диагностических инструментов), технология лабораторного уровня является одновременно и промышленной технологией (снимаются проблемы масштабирования при переходе от лабораторных технологий к промышленным).

В последней четверти XX в. произошло открытие новой обширной области естествознания и техники (технологии) в интегративных областях химии, физики и биологии. В этот период были открыты принципиально новые объекты, которые стали предметом новых естественно-научных и технологических дисциплин — супрамолекулярной химии и нанохимии (подробнее об этом написано в [см. 2, 6]. Эти дисциплины стали теоретической и практической основой работ по созданию различных высокоорганизованных систем, оптических и электрических элементов, уникальных материалов, таргетных медицинских технологий и молекулярных машин.

Разработка и распространение аддитивных технологий — технологий послойного создания разнообразных объектов — стали возможны благодаря интеграции естественно-научных и технологических знаний в сочетании с цифровыми технологиями. С этим связано становление технологий получения метаматериалов — композиционных материалов, особые свойства которых определяются не столько свойствами их компонентов, сколько специально созданной структурой (эти процессы подкрепляются аддитивными технологиями).

Создание молекулярных машин — новая область синтеза естествознания и техники. В наноразмерных машинах, состоящих из единичных молекул, были найдены методы запуска и контроля их движения как в целом, так и отдельных их конструктивных составляющих. В таких машинах «молекулы приводятся в движение с помощью электрохимических, фотонных или химических сигналов» [7]. В последнее время ведутся поиски принципиально новых эффективных технологий создания молекулярных машин. Одно из направлений — создание супрамолекулярных конструкторов, в которых в большей или меньшей степени закладывается способность к сборке [8].

Необходимо также отметить, что начиная с прошлого века происходит активная интеграция разнообразных научных исследований и технологических решений для предотвращения глобальной экологической катастрофы [9].

Другой пример интегративного развития естествознания, техники и технологии — аналитическая химия, которая в ее исходных основаниях представляет собой интеграцию естествознания и технологии. Можно сказать, что технология — ее атрибут. Действительно, целью аналитической химии является разработка и применение методов качественного и количественного определения состава вещества в разнообразных его состояниях и композициях. Аналитическая химия вбирает в свой арсенал практически все достижения химии и смежных естественных наук [см. 10–12]. История и варианты определения понятия «аналитическая химия» рассмотрены в [12–14]. Одно из наиболее значимых приложений аналитической химии — фармакология и фармацевтика. Методы аналитической химии, включая спектроскопию, хроматографию, электрохимические методы, электрофоретический анализ, в системном рассмотрении дают возможность для оптимизации разработки

и технологии применения лекарств [12, 15]. Новые возможности для аналитической химии открылись благодаря развитию супрамолекулярной химии [6]. Ключевое свойство супрамолекул — распознавание — является комплементарным для всего инструментария аналитической химии. Высокая селективность (или распознавание объекта анализа) — важная составляющая супрамолекул, ферментных или иммуноферментных систем. Социально значимая область применений высокоселективных систем распознавания — это медицина. Таргетные системы (системы целевой доставки лекарств), по сути, представляют собой автономные аналитические системы, когда процесс транспорта, распознавания и адресной передачи лекарственного вещества делегируется самому молекулярному носителю (таргетной системе), отправленной в живой организм для «свободного плавания».

В наше время повсеместное распространение получили биосенсоры — инструменты биологической природы: ферменты, иммунные тела, иммобилизованные клетки, клеточные органоиды, а также фрагменты ДНК и РНК в диагностических методах ПЦР (методы на основе полимеразных цепных реакций). Различные виды биосенсоров в систематизированном виде описаны в [12, 16]. Биосенсоры дают возможность проводить высокоселективный анализ различных объектов химической и биохимической природы. Взаимодействие биосенсора с анализируемым объектом преобразуется в электрические, оптические или термические сигналы, удобные для дальнейшего преобразования приборами (в наше время, как правило, оснащенными компьютерной техникой). Наиболее распространены электрохимические биосенсоры. Активно разрабатываются ДНК сенсоры и иммунные биосенсоры. Также развиваются аналитические методы, основанные на принципах биомиметики (подражания живой природе), например при мониторинге живых систем для обеспечения химической безопасности [10].

Современное понятие «высокие технологии» хорошо выражает единство естествознания, техники и технологии как в их становлении, так и в практических применениях.

Замечание о степени достоверности знаний в естествознании и технике

Что касается извечной проблемы достижения истинного, или объективного, знания о мире, надо сказать, что в этом вопросе приоритеты естествознания и техники принципиально различны. Этот вопрос мы анализировали ранее и пришли к заключению: «В естествознании любой объект познается только в некоторой мере, часто даже без выявления его сущности. В технике сущность — это исходная идея технического созидательного творчества, она предшествует целевому объекту, поэтому, когда он сотворен человеком, сущность присутствует в нем и известна его творцу — человеку. В связи с этим отметим еще преимущество технического знания с экзистенциально-психологической точки зрения. Человек стремится жить в известном ему мире, и технология дает человеку такую возможность. Действительно, естественнонаучное знание может быть опровергнуто, фальсифицировано... В силу этого технические знания ценны для нас не только в материально-практическом отношении, но и в психологическом — они окружают человека известным

ему миром вещей и знаний о них. Колесо было и останется колесом в нашем знании, а паровая машина — паровой машиной» [2, с. 264–265].

Мир технических артефактов — это мир, который мы создали сами на основании собственных идей. Природа — безбрежный мир, в котором мы изучили только некоторые области. Причем естественно-научные знания, принимаемые даже всем научным сообществом, в какой-то период развития науки могут быть существенно изменены или опровергнуты. История науки демонстрирует нам непрерывный процесс изменений и опровержений знаний практически во все ее областях. В естествознании мы наблюдаем многократные трансформации теорий: строения и происхождения Вселенной, пространства и времени, микромира, строения и истории Земли, генетики и молекулярной биологии, строения химических соединений.

В заключение обратим внимание на общее для естествознания и техники осложнение — это непреодолимая проблема восприятия даже предельно общих и концентрированных знаний одним человеком. В связи с этим при всем прогрессе естественных, технических и гуманитарных наук каждый из наших современников по отдельности способен освоить на уровне личного знания и понимания только отдельные области из все увеличивающегося объема знаний об естественном мире природы и искусственном мире техники.

Становление институтов технологического образования и формирование технологического мировоззрения

Формирование технологического мировоззрения не могло бы активно распространяться в обществе без технологического образования.

Прежде, как и во всем мире, в России многие профессии, в которых имели место те или иные технологии, осваивались в процессе личной передачи знаний и умений от мастера к подмастерью, от наставника к ученику. В данном случае речь идет и о *технологии*, т. е. не только о некоей способности создания чего-либо благодаря неосознанным умениям, полученным в результате опыта совместной работы с учителем. Любой ученик (подмастерье) осваивал ремесло во все времена не только путем подражания видимым действиям мастера, но и слушая его наставления о последовательности операций получения готового изделия, т. е. он осваивал ремесло не только на основании практики, но и технологии. В средневековой Западной Европе сформировался и прообраз современной выпускной (дипломной) работы. Так, подмастерье при завершении своего профессионального обучения должен был представить образцовое ремесленное изделие — шедевр, после одобрения которого мастерами подмастерье получал звание мастера. Мастер становился полноправным членом цеха, т. е. профессионального объединения ремесленников: сапожников, пекарей, мясников, плотников, жестянщиков. Так поддерживались и развивались технологические знания и умения ремесленников.

Начиная с XIX века видные ученые постоянно выделяют вопросы профессионального образования в качестве ключевого фактора прогресса цивилизации. Задача подготовки специалистов с углубленным владением

инженерно-технологическими знаниями привела к необходимости учреждения профессиональных училищ, а также технологических специализаций в вузах.

Здесь уместно привести слова выдающегося химика А.Е. Арбузова в речи 16 мая 1930 г., произнесенной в Казанском государственном университете: «В заслугу основателям кафедры технической химии надо поставить то, что они правильно понимали значение и место технической химии в системе университетского образования того времени. Организация практических лабораторных занятий со студентами, широкое введение методов технического анализа, знакомство с заводами и фабриками, причем не только находящимися вблизи Казани, но и в отдалении, организация прекрасных музеев с многочисленными экспонатами как отечественными, так и заграничными и много других мероприятий организационно-педагогического характера отмечают деятельность кафедры химической технологии Казанского университета» [17, с. 50–51].

Необходимо сказать о значительном вкладе в этот процесс Д.И. Менделеева, который постоянно выступал за развитие в России реального образования (в современных терминах — за естественно-научное и инженерно-технологическое образование). В его время приоритетным было гимназическое, т. е. классическое, образование. Менделеев аргументированно выступал за то, чтобы реальное образование было равноценным классическому гимназическому образованию и давало выпускникам те же права на поступление в высшие учебные заведения, что и выпускникам гимназий. Деятельность ученого в этом направлении обстоятельно описана И.С. Дмитриевым в главе «Принцип абсолютного преобладания реального (неклассического) многоуровневого образования» [18, с. 291–298].

Усилия великого ученого окончательно увенчались успехом только в XX веке, но без таких подвижников реального образования все случилось бы позже (общенаучный, исторический и философский анализ феномена «технологический университет» проведен нами в работе [19]).

Заключение

Связи естественно-научных, технических и технологических знаний — многомерный исторический процесс. В различные периоды и в различных областях связи между названными знаниями (и соответственно, взаимодействие) могут *отсутствовать*. Взаимоотношения естественно-научных, технических и технологических знаний могут быть *не взаимодействием, а иметь направленность только в одну сторону* — от области донора в область акцептора. Эти взаимоотношения могут происходить по встречным направлениями, т. е. быть *собственно взаимодействием*. Есть особые области научно-технического знания, которые *возникли и развиваются как связанная целостная система*, т. е. естественно-научные, технические и технологические знания в ней неразделимы.

В историческом процессе взаимодействия естественно-научных, технических и технологических знаний можно наблюдать развитие по возрастающей спирали. Каждый виток такой спирали включает последовательность исторических эпизодов: новые естественно-научные знания, их синтез с техническими разработками при создании нового исследовательского инструмента,

новые экспериментальные возможности, обуславливающие получение новых естественно-научных знаний, и далее по восходящей траектории к следующему витку. Получение насыщенной фактами картины циклического восходящего процесса развития научно-технического знания на протяжении длительного исторического периода — открытая область для философии науки и техники.

Синхронность и координация процессов развития естествознания и техники в их истории наблюдается только эпизодически, поэтому есть основания предполагать, что развитие техники и технологии даже в далеком будущем не будет полностью обусловлено развитием естествознания.

Многие области современного естествознания становятся все более и более технологичными, а современные промышленные технологии — все более и более научными. Более того, в настоящее время в ряде направлений развития научно-технического знания происходит взаимопроникновение естествознания, техники и технологии, вплоть до полного их слияния в единую целостную систему. Личное общение авторов с современными представителями естественных наук, инженерами и технологами показывает, что в некоторых областях они в своей деятельности воспринимают естествознание, технику и технологию как нечто единое. Особенно такое восприятие характерно для тех, кто работает в областях нанохимии и нанотехнологий, аналитической химии, супрамолекулярной химии и разработках таргетной системы доставки лекарств, биотехнологии и технологии рекомбинантных ДНК, молекулярной микроэлектроники. При этом всегда особо выделяется проблема внедрения научно-технических разработок в промышленное производство — особая тема согласования производственно-экономической целесообразности и интересов корпоративной конкуренции.

В связи с этим целесообразно сказать о состоянии современной интеллектуальной культуры в целом. Обращают на себя внимание области взаимосвязи технологических знаний практически со всеми областями знания. Здесь достаточно назвать уже сложившиеся интегративные направления, такие как информационные технологии, политические технологии, PR-технологии, технологии управления большими системами, технологии обработки и хранения больших массивов данных. Как отклик на активизацию интеграции научно-технической деятельности в наше время был выделен новый предмет научно-философского осмысления, названный «НБИКС-революция» (современный феномен конвергентного развития нанотехнологий, биотехнологий, информационных, когнитивных и социальных технологий) и «нанонаука» [20].

Техника и технология были в большей или меньшей степени фрагментом картины мира с античности до промышленно-технологической революции XVIII–XIX веков. При этом XX–XXI века революционно отличаются от предыдущих именно тотальным проникновением технологии во все сферы жизни человека. Технологические знания с необходимостью распространяются во многих сферах системы современного образования. Технология стала всеобъемлющей, она проникла почти во все области интеллектуальной, индустриальной, информационной, гуманитарной и социально-экономической жизни

общества. Технологический стиль мышления все больше и больше включается в ментальность современного человека и его мировоззрение.

Список литературы

1. Горохов В.Г. Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения). Москва: Логос, 2012. 512 с.
2. Курашов В.И. Познание природы во взаимодействии научных знаний. Москва: КДУ; Университетская книга, 2021. 354 с.
3. Ломоносов М.В. Слово о пользе химии // Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. Т. 2. Москва; Ленинград: Издательство АН СССР, 1951. С. 349–369.
4. Аррениус Св. Химия и современная жизнь. Ленинград: Научное химико-техническое издательство, 1924. 252 с.
5. Степин В.С., Горохов В.Г., Розов М.А. Философия науки и техники: учебное пособие. Москва: Контакт-Альфа, 1995. 384 с.
6. Курашов В.И. Супрамолекулярная и нанохимия: философско-методологический анализ // Философия науки и техники. 2018. Т. 23. С. 79–87.
7. Sauvage J.-P. From catenanes and rotaxanes to molecular machines // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Т. 1: тезисы докладов. Санкт-Петербург, 2019. С. 7.
8. Громов С.П., Алфимов М.В. Разработка фотоактивных супрамолекулярных устройств и машин // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Т. 1: тезисы докладов. Санкт-Петербург, 2019. С. 42.
9. Kurashov V.I. Ecology and eschatology // Russian Studies in Philosophy. 1998–1999. Vol. 37. № 3. P. 8–19.
10. Будников Г.К., Гармонов С.Ю., Медянцева Э.П., и др. Химическая безопасность и мониторинг живых систем на принципах биометики. Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2019. 320 с.
11. Курашов В.И. Познание природы в интеллектуальных коллизиях научных знаний. Москва: Наука, 1995. 283 с.
12. Золотов Ю.А., Вершинин В.И. История и методология аналитической химии: учебное пособие. Москва: Лаборатория знаний, 2023. 496 с.
13. Сабадвари Ф., Робинсон А. История аналитической химии. Москва: Мир, 1984. 304 с.
14. Клячко Ю.А. Идеи и принципы современной аналитической химии // Российский химический журнал. 1996. Т. XL. № 3. С. 99–119.
15. Sharma S., Singh N., Ankalgi A.D., et al. Modern trends in analytical techniques for method development and validation of pharmaceuticals: a review // Journal of Drug Delivery and Therapeutics. 2021. Vol. 11. No. 1-s. P. 121–130. DOI: 10.22270/jddt.v11i1-s.4515
16. Mohankumar P., Ajayan J., Mohanraj T., et al. Recent developments in biosensors for healthcare and biomedical applications: a review // Measurement. 2021. Vol. 167. P. 108–293. DOI: 10.1016/j.measurement.2020.108293
17. Арбузов А.Е. Краткий очерк развития учения о катализе // Арбузов А.Е. Избранные работы по истории химии. Москва: Наука, 1975. С. 7–88.
18. Дмитриев И.С. Человек эпохи перемен: очерки о Д.И. Менделееве и его времени. Санкт-Петербург: Химиздат, 2004. 576 с.
19. Дьяконов С.Г., Курашов В.И. Феномен прошедшего и наступившего века «технологический университет». О современной концепции технологического образования // Высшее образование в России. 2001. № 5. С. 31–34. DOI: 10.52772/25420291_2021_3_67
20. Алексеева И.Ю., Аршинов В.И. Информационное общество и НБИКС-революция. Москва: Институт Философии РАН, 2016. 196 с.

References

1. Gorokhov VG. *Tekhnicheskie nauki: istoriya i teoriya (istoriya nauki s filosofskoi tochki zreniya)*. Moscow: Logos; 2012. 512 p. (In Russ.)
2. Kurashov VI. *Poznanie prirody vo vzaimodeistvii nauchnykh znanii*. Moscow: KDU; Universitetskaya kniga; 2021. 354 p. (In Russ.)
3. Lomonosov MV. Slovo o pol'ze khimii. In: Lomonosov M.V. *Polnoe sobranie sochinenii*. Vol. 2. Moscow; Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR; 1951. P. 349–369. (In Russ.)
4. Arrhenius Sv. *Khimiya i sovremennaya zhizn'*. Leningrad: Nauchnoe khimiko-tehnicheskoe izdatel'stvo; 1924. 252 p. (In Russ.)
5. Stepin VS, Gorokhov VG, Rozov MA. *Filosofiya nauki i tekhniki: uchebnoe posobie*. Moscow Kontakt-Al'fa; 1995. 384 p. (In Russ.)
6. Kurashov VI. *Supramolekulyarnaya i nanokhimiya: filosofsko-metodologicheskii analiz. Filosofiya nauki i tekhniki*. 2018;23:79–87. (In Russ.)
7. Sauvage J.-P. From catenanes and rotaxanes to molecular machines. In: XXI Mendeleevskii s'ezd po obshchei i prikladnoi khimii. Vol. 1: tezisы докладov Saint Petersburg; 2019. P. 7.
8. Gromov SP, Alfimov MV. *Razrabotka fotoaktivnykh supramolekulyarnykh ustroystv i mashin*. In: XXI Mendeleevskii s'ezd po obshchei i prikladnoi khimii. Vol. 1: tezisы докладov. Saint Petersburg; 2019. P. 42. (In Russ.)
9. Kurashov VI. Ecology and eschatology. *Russian Studies in Philosophy*. 1998–1999;37(3):8–19. (In Russ.)
10. Budnikov GK, Garmonov SYu, Medyantseva EP, et al. *Khimicheskaya bezopasnost' i monitoring zhivykh sistem na printsipakh biometiki*. Moscow: NITs INFRA-M; 2019. 320 p. (In Russ.)
11. Kurashov VI. *Poznanie prirody v intellektual'nykh kolliziyakh nauchnykh znanii*. Moscow: Nauka; 1995. 283 p. (In Russ.)
12. Zolotov YuA., Vershinin VI. *Istoriya i metodologiya analiticheskoi khimii: uchebnoe posobie*. Moscow: Laboratoriya znanii; 2023. 496 p. (In Russ.)
13. Sabadvari F, Robinson A. *Istoriya analiticheskoi khimii*. Moscow Mir; 1984. 304 p. (In Russ.)
14. Klyachko YuA. *Idei i printsipy sovremennoi analiticheskoi khimii. Rossiiskii khimicheskii zhurnal*. 1996;XL(3):99–119. (In Russ.)
15. Sharma S, Singh N, Ankalgi AD, et al. Modern trends in analytical techniques for method development and validation of pharmaceuticals: a review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 2021;11(1-s):121–130. DOI: 10.22270/jddt.v11i1-s.4515
16. Mohankumar P, Ajayan J, Mohanraj T, et al. Recent developments in biosensors for healthcare and biomedical applications: a review. *Measurement*. 2021;(167):108–293. DOI: 10.1016/j.measurement.2020.108293
17. Arbuzov AE. *Kratkii ocherk razvitiya ucheniya o katalize // Arbuzov AE. Izbrannye raboty po istorii khimii*. Moscow: Nauka; 1975. P. 7–88. (In Russ.)
18. Dmitriev IS. *Chelovek epokhi peremen: ocherki o D.I. Mendeleee i ego vremeni*. Saint Petersburg: Khimizdat; 2004. 576 p. (In Russ.)
19. D'yakonov SG, Kurashov VI. Fenomen prashedshego i nastupivshego veka «tehnologicheskii universitet». *O sovremennoi kontseptsii tekhnologicheskogo obrazovaniya. Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2001;(5):31–34. (In Russ.) DOI: 10.52772/25420291_2021_3_67
20. Alekseeva IYu, Arshinov VI. *Informatsionnoe obshchestvo i NBIKS-revolutsiya*. Moscow: Institut Filosofii RAN; 2016. 196 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Владимир Игнатьевич Курашов — доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой философии и истории науки, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия. **E-mail:** v.kurashov@mail.ru

Ярослав Владимирович Курашов — инженер, Казанский федеральный университет, Казань, Россия. **E-mail:** yakurashov@gmail.com

Information about the authors

Vladimir I. Kurashov — Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Head of the Department of Philosophy and History of Science of Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia. **E-mail:** v.kurashov@mail.ru

Yaroslav V. Kurashov — Engineer, Kazan Federal University, Kazan, Russia. **E-mail:** yakurashov@gmail.com