

Структура науки и зримые перспективы ее развития

© 2020 г.

А.И. Ракитов

Центр по научно-информационным исследованиям науки,
образования и технологиям ИНИОН РАН,
117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 15, к. 2.

E-mail: rakit1@yandex.ru

Поступила 29.01.2019

Роль современной науки в жизни общества постоянно возрастает. Особенно значительной она становится с развитием промышленного капитализма. При этом усиливается меркантилистский подход к ее результатам. Вырабатываются основные модели, образцы и стандарты, то есть парадигмы классических научных исследований. Предлагаются формализации науки, так называемый эпистемологический квадрат. Складывается система фундаментальных исследований и знаний. С усилением связи науки с инженерно-технологической, экономической, здравоохранительной и социально-политической деятельностью вперед выдвигаются прикладные исследования. Для них характерны уже не парадигматические, а синтагматические формальные структуры. Понятие синтагмы входит в когнитивный аппарат философии науки. Фундаментальные прикладные исследования становятся чрезвычайно дорогостоящими. Затраты на науку оказываются важнейшими статьями бюджетов государств, претендующих на глобальное лидерство. Поэтому анализ и прогнозирование новых форм исследований и когнитивных структур науки из области лобознательности ученых, занимающихся методологией и философией науки, становятся важнейшими компонентами государственной научно-технологической политики, а философия науки становится практически важным компонентом научного менеджмента.

Ключевые слова: структура науки, эпистемологический квадрат, фундаментальные и прикладные исследования, финансирование, перспективы развития и государственная научно-технологическая политика.

DOI: 10.21146/0042-8744-2020-1-56-63

Цитирование: *Ракитов А.И.* Структура науки и зримые перспективы ее развития // Вопросы философии. 2020. № 1. С. 56-63.

The Structure of science and supposed perspectives of its development

© 2020 г.

Anatoly I. Rakitov

Center for Scientific and Information Research of Science, Education and Technology INION RAS,
15, k. 2., Krzhizhanovsky str., Moscow, 117218, Russian Federation.

E-mail: rakit1@yandex.ru

Received 29.01.2019

The role of the new time science in the life of society grew constantly. Especially significant it has become with the development of industrial capitalism. Simultaneously strengthens the process of merchantizing of science. In that time it produced models, standards and pattern of scientific researches that corresponds to the notion of paradigms i.e. classical scientific researches.

But the strengthening of links between science and economy, health, social activity, engineering leads to the domination of applied science. In such situation the trend for development in science is sintagmatic, but not paradigmatic. The notion of sintagma appears in the cognitive area of modern philosophy of science. On such level the basis for formalization is understood as an epistemic square. Fundamental applied researches became extraordinary expensive and they forms the significant part of the state budget. That is why analysis and prognosis of supposed new forms of researches and cognitive structure of science is now not an object of a simple curiosity of philosophers of science but an important component of a state science technological policy and a philosophy of science become a part of a scientific management.

Keywords: structure of science, epistemic square, fundamental and applied researches, finances of science, perspective of development and state science-technology policy.

DOI: 10.21146/0042-8744-2020-1-56-63

Citation: Rakitov, Anatoly I. (2020) "The Structure of science and supposed perspectives of its development", *Voprosy Filosofii*, Vol. 1 (2020), pp. 56–63.

Наука является неотъемлемой и высоко ценимой частью современной культуры и практической социально-экономической деятельностью. Ее бытие реализовано в определенных текстах и артефактах, воплощающих содержание науки на протяжении нескольких последних тысячелетий. Однако вплоть до нового времени многие текстовые фрагменты и артефакты, относимые сейчас к науке, сохранились в виде отдельных фрагментов и обрели свою зрелую, системно построенную форму примерно в XVI в. Хотя некоторые ее принципиально важные направления были созданы еще в Античности. Примером этого рода может служить математическая система, изложенная в «Началах» Евклида. Многие предметы, инструменты, первоначально созданные для решения практических задач еще в глубокой древности, впоследствии составили предметно-материальную базу научных приборов, используемых преимущественно в познавательных целях, и цели эти касались изучения, накопления и использования знаний в бытовой, строительной, военно-инженерной, медицинской, землемерной, картографической, торговой и вычислительной деятельности людей.

В Новое время с изобретением и применением паровых двигателей был дан мощный импульс для создания машин, многократно увеличивающих производительные силы человека. Постепенно, но достаточно быстро сложилась особая система знаний,

которая и образовала нововременную науку, ставшую особой, чрезвычайно эффективной производительной силой в прямом, экономическом смысле этого слова. Если первоначально наука, появившаяся из практики, была в значительной мере направлена на овладение общими знаниями о мире и удовлетворение человеческой любознательности, то уже в конце XVIII, а тем более к середине XIX в. интерес к ней стал все больше приобретать меркантильную окраску. Маркс в связи с этим писал, что производство, основанное на капитале, создает систему всеобщей эксплуатации природных и человеческих свойств, систему всеобщей полезности; даже наука выступает лишь в качестве носителя этой системы всеобщей полезности. Именно эта способность удовлетворять не только нашу любознательность, но и быть практически полезной, содействует признанию ее первостепенной важности. В подтверждение сказанного сошлюсь на слова президента России В.В. Путина, произнесенные им в апреле 2018 г. в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт»: «Очевидно, что роль науки в национальном развитии без преувеличения становится определяющей...» [Путин 2018].

Такой взгляд на науку имеет место в государственной политике многих стран, занимающих лидерские позиции в современном глобальном развитии. Он лежит в основе выработки государственной научно-технологической политики и играет важную роль в использовании национальных финансовых, технических ресурсов и человеческого капитала. Чтобы эта политика была эффективной, необходимо иметь четкое представление, что собой представляет наука вообще, современная наука – в особенности. Я берусь утверждать, что, во-первых, достаточно четкого, однозначного определения науки в настоящее время так и не существует. В большинстве современных компе́ндиумов по философии науки и науковедению даются обширные, но довольно расплывчатые описания того, что принято считать наукой. Общим для всех них является утверждение, что наука – это система знаний о разных фрагментах объективной реальности, к которым в большинстве случаев относят и субъективную реальность, такую, например, как человеческое мышление, изучаемое в разных ракурсах психологии, психиатрии, культурологии, антропологии и философии. Однако в настоящее время существуют тысячи систем знаний, номинированных в качестве наук в классификации ЮНЕСКО, которые вообще не имеют практически ничего общего, позволяющего отнести их к единому когнитивному кластеру. Что в самом деле общего и в каких пунктах соприкасаются такие признанные научные дисциплины, как астрофизика, изучающая состояние и динамику галактик, находящихся на границе видимой вселенной, и палеоэнтомологией, исследующей сохранившиеся останки древнейших насекомых в геологических отложениях, сформировавшихся миллионы лет назад?

Не претендую на сколь-нибудь полное и обстоятельное решение этого вопроса. Я считаю, что попытки найти ответ на него следует начинать с исследования хотя бы в самой абстрактной форме структуры науки, по крайней мере в тех рамках, в которых мы можем прийти к согласию относительно когнитивных систем знаний, позволяющих номинировать их как «науку». При этом я буду иметь в виду признанные научные знания, относящиеся к точным наукам, к естествознанию, к знаниям техническим и социально-гуманитарным. Подчеркну, что буду иметь в виду некоторый идеальный объект, абстракцию в том смысле, в каком его принято понимать в современной теории познания [Ракитов 1969, 1971]. Такая идеальная наука в развитии виде должна была бы функционировать и развиваться в качестве четырехкомпонентной системы. Я называю ее эпистемологическим квадратом. Для удобства дальнейшего обсуждения предлагаю читателю вооружиться листом чистой бумаги, линейкой и обычным циркулем. Если они *de facto* отсутствуют, то воспользоваться своим воображением, благо это совсем не сложно.

Итак, начертите на бумаге или вообразите квадрат. В левом верхнем углу поставьте букву Т, являющуюся началом слова теория. В левом нижнем углу – букву М, начало слова метод. В правом верхнем углу Ф – начало слова факт. И, наконец, в правом

нижнем углу две буквы, разделенные точкой: Н (наблюдения) и Э (эксперимент). Соедините вершины квадрата диагоналями и в точку их пересечения поставьте ножку циркуля. Начертите две концентрические окружности. Внутри большей окружности поставьте букву О (объект), внутри меньшей окружности поставьте буквы ПН (предмет науки). Теперь я попытаюсь дать предельно краткое пояснение того, что я считаю теорией, фактом, методом, наблюдением и экспериментом.

Под *теорией* я буду иметь в виду некоторую цепочку, последовательность осмысленных высказываний и соединяющих их в определенный текст вспомогательных выражений. Она должна выполнять определенную функцию, а именно давать или выражать знания. Иногда они формулируются одним или несколькими взаимосвязанными высказываниями, фиксирующими объективный феномен или совокупность феноменов. Важнейшей особенностью этой «цепочки» является способность рекомендовать определенную исследовательскую деятельность. Именно способность продуцировать деятельность является наиболее существенным (хоть и не единственным) свойством цепочки высказываний, претендующих на статус теории. Высказывание «это телескоп» фиксирует информацию об определенном объекте, но ничего не говорит о какой-либо деятельности с ним. Другое высказывание «наведите телескоп на определенную зону небосвода» уже описывает деятельность с двумя объектами («зона», «телескоп»), но это еще не теоретическое знание. Если к нему прибавить определенную директиву «зафиксируйте и сформулируйте в математической форме движение космических тел в выделенной области небосклона», то это уже некий слабый, очень упрощенный вариант теоретического знания, который к тому же предписывает определенную практическую деятельность.

Эта деятельность по существу представляет собой реализацию некоторых правил, которые в расширенном диапазоне принято называть словом «метод». Метод на самом деле явление «двухслойное». В него входят, во-первых, сами действия, выполняемые учеными, а во-вторых, правила, которыми эти действия регламентируются. Формулирование и проверка эффективности этих правил образуют особый ряд знаний, которые принято называть методологией. Изучение методологии тоже непростая задача, но об этом надо говорить специально, а не походя. Поэтому обсуждение научной методологии я оставляю для другого случая, другой публикации. Метод и описывающая и конструирующая его методология образуют компонент, обозначенный в эпистемологическом квадрате буквой М. С помощью хорошо сформулированного и точно сконструированного метода ученые, во-первых, проводят наблюдения и эксперименты. Во-вторых, после соответствующей статистической обработки, повторения и уточнения результатов наблюдения и экспериментов строят то, что я называю эмпирическим фактом [Ракитов 1964]. И это третий шаг, необходимый для того, чтобы выдвинуть подходящую научную гипотезу и после тщательной проверки отвергнуть или принять эту гипотезу. В последнем случае, она получает статус научной теории. Именно такая процедура предлагается эволюционистской эпистемологией К. Поппера.

Нередки случаи, когда знания, образующие теоретические основы одной науки, опираются на теоретические или эмпирические знания, заимствованные из другой научной дисциплины. Иллюстрацией данного утверждения может служить построение дарвиновской эволюционной биологии, которая складывалась под значительным влиянием теоретических и фактических построений эволюционной геологии Ч. Лайеля. В описанной мной формальной структуре науки и в ссылке на построение дарвиновской теории биологической эволюции речь идет о том, что я называю полной наукой. Однако в реальной истории науки и особенно в современности часто встречаются, складываются и используются для решения конкретных задач варианты того, что следовало бы называть «редуцированной наукой», когда в результате определенных, особенно прикладных, исследований и опытно-конструкторских разработок строятся системы знаний, содержащие всего один, иногда два-три, но никак не все четыре компонента эпистемологического квадрата.

Так, например, при астрофизических исследованиях гравитационных волн, возникающих при слиянии черных дыр, с помощью новейших астрофизических детекторов получены эмпирические описания, установлены новые, интересные факты [Проект «Индикатор» 2018]. Измерения были проведены с высокой точностью, и полученные знания представляют собой важный эмпирический факт. Специальная теория именно для этого факта в настоящий момент не создана. Возможно, что для объяснения и прогнозирования подобных фактов достаточно уже существующих астрофизических теорий. Современная наука быстро развивается. Научоведам и философам науки еще много предстоит поработать, прежде чем будут изучены, проанализированы и построены новые формальные модели и содержательные описания различных форм и структур возникающих научных и технологических знаний.

Происходящие в реальной экономике изменения профессор К. Шваб назвал «четвертой промышленной революцией». Ее глубочайшей основой являются разнообразные процессы, связанные со стремительным развитием и внедрением во все формы деятельности современного человека информационных технологий, но дело не сводится только к этому. Все больше в нашу жизнь и предметно-орудийную деятельность вторгаются научные результаты, получаемые в органической химии, в биохимии, в молекулярной биологии, в биофизике, в генетике, в геномике и в других научных дисциплинах. Поэтому модели, подобные эпистемологическому квадрату, построенные преимущественно на опыте развития функционирования классической науки, часто оказываются недостаточными, так как в современной науке все чаще приходится сталкиваться с ситуациями, когда для решения тех или иных специальных задач приходится привлекать отдельные компоненты различных уже сложившихся наук, иногда очень далеко отстоящих друг от друга. Здесь мы переходим к проблеме соотношения парадигматических и синтагматических моделей научного знания [Ракитов 2003, Ракитов 2012].

В середине прошлого века Томас Кун в своей знаменитой книге «Структура научных революций» утверждал, что развитие науки как правило проходит две стадии [Кун 1975]. Первая состоит в формировании некоего образца, стандарта или основной модели, диктующих правила научных исследований. Их он называл парадигмами. Пока научные результаты, получаемые в таких исследованиях, соответствуют парадигме, развитие науки является нормальным. Но рано или поздно наступает момент, в который полученный результат в рамки господствующей парадигмы не укладывается. Тогда начинается научная революция, ведущая к созданию новой парадигмы. Однако в современных условиях, когда для решения определенной задачи требуется знание, почерпнутое из различных научных дисциплин, создание для каждой такой задачи собственной парадигмы чаще всего оказывается невозможным, да и попросту ненужным. Пучок знаний, необходимых для решения каждой неординарной нестандартной задачи, образует синтагму. Синтагма – это особая познавательная структура, которая может быть «одноразовой». Здесь вынуждены распротиться с простым графическим изображением формализованной науки в виде эпистемологического квадрата, удобного для предельной идеализации структуры парадигматических наук. Вместо этого целесообразно воспользоваться неправильным многоугольником, в вершинах которого можно было бы поместить фрагменты теоретических, методологических и эмпирико-фактических знаний, а также описаний экспериментов и наблюдений, заимствованных из различных, часто весьма разнородных систем научных знаний. Такие многоугольники характерны для научных синтагм. Так как в реальной жизни, особенно в производственной деятельности, встречается множество весьма несходных между собой задач, то требующиеся для их решения системы знаний оказываются полисинтагматическими.

Я не думаю, что парадигматическая модель функционирования и развития науки и научных исследований себя исчерпала. Просто в связи с общими изменениями, происходящими в обществе и особенно в сферах его орудийно-производственной, социально-экономической и духовно-интеллектуальной деятельности, множество разнообразных решаемых задач постоянно увеличивается и меняется, поэтому правильно,

пожалуй, сказать, что сейчас более или менее отчетливо просматриваются две тенденции формирования структур и исследовательских стратегий в науке. Одна по-прежнему остается парадигматической. Другая – полисинтагматической. К этому следует добавить, что в отличие от Куна и ряда других исследователей, опиравшихся преимущественно на материалы и результаты естествознания, нам следует обращать больше внимания также на такие науки, как социология, экономика, политология, этика, антропология, психология и другие, предметами которых являются различные процессы и явления, общество в целом, отдельные социальные группы и даже отдельный человек. В последних случаях мы сталкиваемся со множеством часто конкурирующих друг с другом теорий, методов и по-разному формулируемых фактов.

Сейчас и в расхожей публицистике, и в серьезной литературе общим местом стали рассуждения о том, что мы живем в переходный период, что наступает эпоха возникновения новых цивилизаций и культур в глобальном масштабе. Похоже, что это действительно так. Применительно к проблеме возникновения новых структур и дальнейшего развития науки это во многом влияет на соотношение парадигматических и синтагматических исследовательских образований. Опираясь на компаративистский анализ тенденций, более или менее отчетливо просматриваемых сегодня, я склонен утверждать, что чаша весов склоняется в пользу синтагматических структур.

Наука, в том числе наука нововременная, развивалась в разные периоды своего исторического бытия с разной скоростью. В период от раннего Средневековья (VI–VII вв. н.э.) до середины XVI в. и эмпирические, и теоретические исследования развивались относительно медленно и в сфере естествознания, и в области, которую теперь мы относим к социально-гуманитарным знаниям. В Новое время (конец XV до конца XVIII в.) развитие наук, особенно в области естествознания и высшей математики, значительно ускорилось, но в Новейшее время, особенно с середины XX в., оно, можно сказать, перешло на рысь, а в первые десятилетия XXI в. стало двигаться прямо-таки галопом. Стали появляться в огромном количестве новые, особенно прикладные, направления научных исследований по преимуществу в сфере техники и связанных с ними направлений, которые на самом деле довольно трудно точно идентифицировать. Такие, например, явления, как биоэлектрические возбуждения различных участков коры головного мозга, возникающие при тех или иных слуховых, зрительных, вкусовых или тактильных ощущениях, особенно интересующие трансгуманистов и специалистов по когнитивистике, требуют привлечения знаний из сферы биологии, органической химии, биофизике, теории электрических процессов, прибороведения и т. д. Будучи, следовательно, полисинтагматическими, они вплотную подводят нас к вопросу о соотношении фундаментальных и прикладных исследований. В России за последние полтора-два десятилетия в связи с реформой в организации науки довольно прочно установилось мнение, что специфика так называемой академической науки заключается в том, что она изучает, создает и транслирует фундаментальные знания, проводит фундаментальные исследования, которые затем через систему прикладных исследований транслируются в реальную технику, промышленность, сельское хозяйство, в медицину, в разные космические технологии и т. п. Замечу попутно, что здесь, как и во многих других случаях, науковедение, методология и философия науки оперирует довольно расплывчатыми понятиями. К их числу относятся и такие, как «фундаментальные знания», «фундаментальная наука» и «фундаментальные исследования». Поэтому, чтобы не повторять чужие замусоленные расплывчатые формулировки, я сразу скажу, что под фундаментальными знаниями я имею в виду систему понятий и теоретических построений, фиксирующих устойчивые и необходимые связи в системах объективных природных, социальных и психических явлений и процессов.

Попутно замечу, что большинство проводимых современной наукой исследований часто дают интересные и весьма значительные результаты, но редко приводят к фундаментальным знаниям, потому что, как мне кажется, большинство фундаментальных законов уже открыто и сформулировано, и претензии на «фундаментальность» редко

бывают обоснованными. Что касается прикладных знаний и исследований, то они фиксируют как правило достаточно индивидуализированные ситуации и явления, описываемые и изучаемые чаще всего с помощью познавательных структур и когнитивных эпистемических форм, заимствуемых из систем различных фундаментальных знаний и опирающихся на них. Вполне естественно, что относительно краткосрочных задач несопоставимо больше, чем задач, относящихся к связям, процессам и ситуациям, обладающим если и не вечным, то по крайней мере достаточно долгосрочным бытием. Стало быть, и результатов, получаемых в прикладных исследованиях, несопоставимо больше, и они практически чаще оказываются значительными с точки зрения хозяйствующих субъектов и менеджеров, осуществляющих повседневную деятельность в области экономики, техники, медицины, сельского хозяйства и в различных областях жизни. Поэтому я утверждаю, что для современности и зримого будущего характерной чертой является дефундаментализация науки.

Фундаментальные исследования и получение фундаментальных знаний, как правило, долгосрочны. Для них требуется более сложное оборудование, и они обходятся государству или финансирующим их организациям гораздо дороже. Так называемая большая наука (megascience) по силам не каждому государству и иногда требует объединения финансовых и технических усилий нескольких государств, лидирующих в сфере науки. Для подтверждения этого я сошлюсь на создание и эксплуатацию большого андронного коллайдера в ЦЕРНе или исследований управляемых термоядерных процессов.

Это вовсе не означает, что я хоть в минимальной степени принижая роль фундаментальных знаний, напротив, многие, если не большинство, прикладных исследований невозможны без фундаментальной науки. Фундаментальные исследования крайне важны, в том числе для получения практически значимых результатов. Просто нельзя принижать и недооценивать роль прикладных синтагматических по своей сути исследований. Они находят чрезвычайно широкое применение в социально-экономической и инженерно-технологической сферах, играющих важнейшую роль в гонке крупнейших государств мира за научное лидерство. Поэтому прогнозируя научно-технологическую политику, следует учесть, что затраты государственного бюджета и крупнейших предпринимательских корпораций на прикладные исследования ближайшие два-три десятилетия будут расти ускоренными темпами.

Прогнозирование, особенно когда речь идет о современных научно-технологических процессах, сложное дело. С одной стороны, оно должно учитывать опыт прошлого, с другой же, рассматривая переход научно-технологического развития на «темпа галопа», характерного для последних десятилетий, можно ожидать возникновения различных неожиданностей, поэтому надо допускать многовариантность в планировании и прогнозировании научных и технологических «сюрпризов». В области фундаментальных исследований их, вероятно, будет не так уж и много, но в сфере прикладных исследований и НИОКР эти самые «сюрпризы» вполне возможны. Здесь линейные моновариантные прогнозы могут оказаться ошибочными и даже вредными, поэтому я считаю, что науковедческие, методологические и даже философские исследования в развитии науки и технологии, считавшиеся многие десятилетия уделом чисто абстрактных научных рассуждений, в настоящее время должны оцениваться как практически значимые составляющие государственной и корпоративной научно-технологической политики, реального прогнозирования и зримых перспектив.

Источнику – Primary Sources in Russian and Russians Translations

Кун 1975 – Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975 [Kuhn T.S. The Structure of scientific revolutions (in Russian)].

Путин 2018 – Путин В.В. Послание Федеральному собранию – 2018. Электронная версия ТАСС от 10.04.2018 года [Putin V.V. Poslanie Federalnomu Sobraniu – 2018 (in Russian)].

Ракитов 1964 – Ракитов А.И. Статистическая интерпретация факта и роль статистических методов в построении эмпирического знания // Проблемы логики научного познания. М., 1964.

С. 375–407 [Rakitov A.I. The Statistical interpretation of fact and the role of statistical methods in the construction of the empirical knowledge// The problems of logics in the scientific knowledge (in Russian)].

Ракитов 1969 – *Ракитов А.И.* Анатомия научного знания. М.: Политиздат, 1969 [Rakitov A.I. The Anatomy of the scientific Knowledge (in Russian)].

Ракитов 2003 – Новой науке – новое науковедение (от парадигмы к синтагме) // Науковедческие исследования, 2003: Сборник научных трудов / Отв. ред. А.И. Ракитов. М., 2003. С. 6–31 [Rakitov A.I. New science – new science of science (in Russian)].

Ракитов 2012 – *Ракитов А.И.* Синтагматическая революция (50 лет спустя) // Вопросы философии. 2012. № 7. С. 100–109 [Rakitov A.I. The Syntagmatic revolution (50 years later) (in Russian)].

Четыре новых слияния черных дыр // Проект «Индикатор». 2018 [Chetyre novykh sliyania chernykh dyr. <http://indicator.ru/news> (in Russian)].

Сведения об авторе

РАКИТОВ Анатолий Ильич –
доктор философских наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
главный научный сотрудник Центра
по научно-информационным исследованиям
науки, образования и технологиям ИНИОН РАН.

Author's Information

RAKITOV Anatoly I. –
DSc in Philosophy, professor.,
the Meritorious Science Worker of RF,
the chief scientist of the Institute for Information
in the Social Sciences of PAS.