

ФИЛОСОФИЯ ПОЗНАНИЯ

О.Е. Баксанский, А.В. Коржуев

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ РАННИХ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В СВЕТЕ ТЕОРИИ НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ Т. КУНА

Аннотация. В статье предпринята попытка рассмотреть научную революцию в физике XVII столетия в контексте идей, выдвинутых и обоснованных в книге западного философа Т. Куна «Структура научных революций»; основное внимание сфокусировано на процессе создания механики Ньютона как антипода механики Аристотеля и системы мира Птолемея. Иллюстрируются такие тезисы Т. Куна, как «смена парадигмы и аномалия», «длительность смены парадигм», «конструктивность научного кризиса», «открытия типа *theory induced*» и ряд других. Анализируются философские взгляды Галилея, Коперника, Ньютона как методологическая система. Современная методология естествознания зачастую использует в целесообразном формате исторический контекст. Как неопровержимо свидетельствует история математической и физической науки, естественнонаучное знание в процессе своего бурного развития часто испытывает кризисы, сопровождающиеся пересмотром основных фундаментальных позиций и подходов к описанию и исследованию основ мироздания, парадигмальных основ, роли тех или иных предпосылочных конструктов новых открытий, отношений зависимости между отдельными фрагментами знания, связанными с переосмыслением выявленных некогда ранее и устоявшихся в сознании научного социума логико-содержательных связей. Точно так же ограничили в правах классическую ньютоновскую механику и создатели квантовой механики, запретив ей работать в масштабах микромира, но оставив полное право описывать макрообъекты. Это выразилось даже в формулировке и широком признании в физике принципа соответствия, допускающего предельный переход от новой теории – назад к старой, когда класс участвующих объектов и процессов это позволял. Таков был научный гений Ньютона, настолько мощными были созданные им интеллектуальные продукты!

Ключевые слова: кризис аристотелевской парадигмы, научная революция, методологическая рефлексия, кризис естествознания, научная парадигма, смена парадигмы, парадигмальные сдвиги, аномалии, Т. Кун, нормальная наука.

Abstract. This article makes an attempt to reviews the scientific revolution in physics of the XVII century in the context of ideas, proposed and substantiated in the book of the Western philosopher Thomas Kuhn "The Structure of Scientific Revolutions"; main attention is focused on the process of creation of Newton's mechanics as an antipode to the mechanics of Aristotle, and the world system of Ptolemy. The author illustrates such theses of T. Kuhn as the "change of paradigm and anomaly", "duration of the change of paradigm", "constructiveness of the scientific crisis", and others. Philosophical concepts of Galilei, Copernicus, and Newton are being analyzed as a methodological system. As testified by the history of mathematical and physical sciences, natural scientific knowledge during the process of its rapid development often experiences crises, which are accompanied by the reconsideration of the main fundamental positions and approaches towards the description and research of the basic concept of the universe, paradigm bases, role of one or another prerequisite constructs of the new discoveries, correlation between separate fragments of knowledge associated with the reframing of the earlier determined and established in the conscience of the scientific society logical-conceptual links.

Key words: paradigm shift, scientific paradigm, crisis of natural sciences, methodological reflection, scientific revolution, crisis of Aristotelean paradigm, paradigms' shifts, anomalies, T. Kuhn, normal science.

Современная методология естествознания зачастую использует в целесообразном формате исторический контекст. Как неопровержимо свидетельствует история ма-

тематической и физической науки, естественнонаучное знание в процессе своего бурного развития часто испытывает кризисы, сопровождающиеся пересмотром основных фундаментальных пози-

ций и подходов к описанию и исследованию основ мироздания, парадигмальных основ, роли тех или иных предпосылочных конструктов новых открытий, отношений зависимости между отдельными фрагментами знания, связанными с переосмыслением выявленных некогда ранее и устоявшихся в сознании научного социума логико-содержательных связей. Рядом авторов, например, известным методологом науки Т. Куном [1], эти феномены именуются *научными революциями*. Историки физики в своих трудах выделяют множество научных революций, различных по силе проявления и длительности, по глубине пересмотра основ науки, по масштабу и последствиям. При этом, несмотря на всё многообразие содержательных сюжетов и временных масштабов, Т. Куну удалось выявить ряд инвариантных компонентов, характерных для множества научных революций, выразив их такими клише, как «нормальная и аномальная наука», «смена научной парадигмы», «аномалия», «кризис научной парадигмы» [1] и рядом других.

На философском языке всё, о чём идёт речь, может, с нашей точки зрения, позиционировать конкретные проявления тезиса *«концепт «смысл» как отражение физического знания в зеркале философско-методологической ретроспективной рефлексии»*, преломляющим это знание в плоскость выявления того, какие обобщённые этапы присутствуют в научной революции, что неизменно сопровождает появление нового научного знания и процесс его встраивания в существующие в этот период научные концепции, как «принимает» учёный мир то, что невольно потрясает его устои, каковы «судьбы» научных открытий [4; 11]. В нашем случае анализ всех этих фрагментов мы проведём в синтетическом ключе, объединяя их термином «научная революция», и обратимся к философской работе середины XX в., обсуждающей особенности, характерные черты научных кризисов в естествознании – это книга Т. Куна «Структура научных революций» [1]. С точки зрения предложенных автором идей, мы предполагаем *реконструировать* в контексте куновской методологии естествознания один важных периодов в истории становления раннего естествознания, включающий смену геоцентрической системы мира на гелиоцентрическую, смену физики Аристотеля на механику И. Ньютона и рождение теории тяготения, позволившее объяснить механику функционирования Солнечной системы, выведя на первый план методолого-мировоззренческую канву и проблему формирования на фоне кризиса существующих идей в сознании учёного мира «нового» миропонимания.

Наш интерес к этой работе [1] позиционируется в область авторского философского осмыс-

ления с точки зрения представленных в ней идей кризисного периода в истории физики, математики и естествознания в целом XVII-го столетия, связанного с именем И. Ньютона, а также с именами Г. Галилея, Н. Коперника и рядом других. Высветим кратко содержательную канву данного периода развития науки, проводя философско-методологические параллели на основе идей, высказанных в упомянутой выше работе Т. Куна.

Прежде всего представляет, с нашей точки зрения, интерес проецирование историко-научного концепта развития физики XVII века на такие используемые Т. Куном категории, как «нормальная наука» и «аномалия». Первая позиционирует те периоды в науке, когда новые факты, феномены и их теоретическая интерпретация вполне «мирно», корректно вписываются в существующие теоретические представления и структурно-смысловые ниши, и публицистическим языком эти периоды обозначаются клише «ровное, спокойное течение процесса», иногда «относительный застой» и им подобными. Вторая есть в некотором смысле антипод первой и соотносится с появлением фактов, не вписывающихся в существующие представления и парадигмы, не получающих адекватной логико-смысловой интерпретации в традиционных системах научных координат, часто ставящих научный мир в тупик. Проявляя динамику обсуждаемого процесса, следует обратиться к приводимой Т. Куном схеме «развития аномалии», включающей: предварительное её осознание научным сообществом, постепенное или мгновенное (иногда случается и такое – *комментарий авт. – О.Б., А.К.*) её принятие, придание научного статуса (иногда переводящее эту аномалию в этот статус из области ненаучного заблуждения) и последующее логично вытекающее из предшествующего изменение парадигмальных оснований, смысла понятий и процедур поиска [1].

Раскрывая различные обнаружения этой динамики в интересующий нас и обозначенный в заглавии статьи период, следует обратить внимание на такой тезис Т. Куна: «...аномалия проявляется только на фоне парадигмы; чем более точна и развита парадигма, тем более чувствительным индикатором она выступает для обнаружения аномалии, что тем самым приводит к изменениям в парадигме» [1], и его продолжение: «...парадигма не может быть отброшена слишком легко...и к изменениям парадигмы приведут только аномалии, пронизывающие научное знание до сердцевины» [1].

Здесь пришло время подробно проиллюстрировать данные положения, обратившись к заявленному в заглавии историческому периоду, и в качестве только что обсуждённой парадигмы, на фоне кото-

рой «вырисовывается» та или иная аномалия, позиционировать прежде всего концепцию «устройства мира» Аристотеля. Аристотелевская физика основывалась на доктрине о четырёх элементах греческого философа Эмпедокла, подразумевавшей существование четырёх основных субстанций: огня, земли, воздуха и воды, соединённых любовью и разделяемых ненавистью. Четыре элемента, «смешанные» в различных пропорциях, создают весь материальный мир; пятой, небесной субстанцией считался эфир. Земля при этом помещалась в центр Вселенной, а все тела падали на землю, естественным образом стремясь к этому центру.

Здесь же следует упомянуть, что одним из компонентов обсуждаемой парадигмы являлась теория Птолемея, – астрометрическая теория, позволявшая достаточно сложным способом предсказать видимое движение планет. Рассматривая Землю как центр Вселенной, теория Птолемея заставляла планеты Луну, Меркурий, Венеру, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн вращаться вокруг Земли и требовала проведения множества громоздких геометрических действий, особенно для объяснения ретроградации планет (видимого с Земли «возвратного» их движения). Кроме того, теория Птолемея не была способна упорядочить планеты в соответствии с их удалённостью от Солнца – она выстраивала планеты по времени, необходимому для прохождения эклиптики. Но таким методом было невозможно определить положения относительно Солнца Меркурия и Венеры – они проходили эклиптику примерно за одно и то же время (за год) [10].

Речь в данном фрагменте идёт об *аномалии по Куну* [1] – совокупности фактов, не вписывающихся в существующую парадигму. Далее, по Т. Куну, следовало *изменение парадигмы* – в данный исторический период таким изменением стала теория Н. Коперника. В своей фундаментальной работе «О вращении небесных тел» учёный предложил «новую астрономию» – с Солнцем в центре Вселенной и вращающимся вокруг него планетами. В отличие от теории Птолемея теория Коперника позволила упорядочить планеты в соответствии с их удалённостью от Солнца, рассчитать радиусы их орбит и оценить периоды обращения вокруг Солнца [12].

Теперь пришло время вспомнить тезис Т. Куна о том, что *«парадигма не может быть отброшена слишком легко»* [1]. Иллюстрируя это, отметим, что Коперник основывал свои выводы на теории Аристотеля, сохранил в своих рассуждениях неподвижную звёздную сферу – такой подход оставил множество вопросов нерешёнными, и на полноценную смену парадигмы претендовать не мог; это был лишь первый импульс к перевороту существовавшей длительное

время концепции мироустройства. Продолжая эту мысль, вспомним о том, что Копернику пришлось в буквальном смысле пробивать дорогу своей идее в науке. Ему пришлось бороться с религиозными канонами и предубеждениями и с научной схоластикой того времени. Сначала против Коперника выступили воинствующие протестанты, поскольку неподвижное Солнце в центре Вселенной и вращающаяся вокруг него Земля противоречили Библии. Вскоре позиция протестантов стала более мягкой, поскольку предположение Коперника было лишь гипотезой, которая могла и не подтвердиться. Однако затем последовал взрыв гнева католической церкви и инквизиции: книга Коперника была запрещена, за поддержку идей Коперника Джордано Бруно был сожжён на костре, Галилею едва удалось спастись от такой же участи. Теория Коперника содержала и ряд противоречий – полагая, что планеты движутся по круговым орбитам с постоянной скоростью, он вынужден был неоправданно усложнять свою теорию, чтобы привести её в соответствие с наблюдаемыми фактами – воистину *«парадигма не может быть отброшена слишком легко»* (Т. Кун, [1]).

Проследим, как происходила дальнейшая смена геоцентрической парадигмы, основанной на теории Птолемея, содержательной основой которой были взгляды Аристотеля. Лишь спустя три десятилетия после смерти Н. Коперника родился И. Кеплер, которому было суждено продолжить научную революцию (дальнейшую смену парадигмы, по Т. Куну). На основе астрономических таблиц, разработанных ещё в XVI в. датским астрономом Тихо Браге, Кеплер сформулировал три эмпирических закона, связанные с движением планет. Первые два были опубликованы в книге «Новая астрономия» (*Astronomia Nova*) в 1609 г. Первый закон заменил круговое движение планет вокруг Солнца с постоянной скоростью (Коперник) на эллиптическое, при котором в фокусе траектории находится Солнце. Справедливости ради надо сказать, что по результатам анализа таблиц Браге вырисовывались траектории, не очень существенно отличавшиеся от окружностей (слабо вытянутые эллипсы с осями, различающимися весьма незначительно), однако, принципиальная значимость открытия эллиптических траекторий была велика. Второй закон устанавливал, что планеты движутся в плоскостях, проходящих через центр Солнца, и радиус-вектор планеты за равные промежутки времени «замечает» равные площади. Эти эмпирические выводы достаточно хорошо соответствовали наблюдаемым данным, доступным астрономам того давнего времени [13].

Спустя примерно 10 лет – в 1619 г. – в работе «Гармония мира» (*Harmonices mundi*) И. Кеплер

публикует свой третий эмпирический закон, устанавливающий связь между периодом обращения планеты вокруг Солнца и радиусом её орбиты. “Исправленная” законами Кеплера теория Коперника, с позиций сегодняшнего дня, уже могла претендовать на статус серьёзного этапа, значимого шага в изменении аристотелевско-птолемеевской парадигмы, однако, никак не на статус завершающего “акта” научной драмы. Хотя бы потому, что не было ясно, *что* заставляет планеты удерживаться на своих орбитах, *какова природа* этого феномена.

Претензии на философское позиционирование обсуждаемого этапа в истории физики обуславливают необходимость обратиться ещё к одному “действующему лицу” научной драмы, внёсшему значительный вклад в “слом” аристотелевско-птолемеевской парадигмы, – это Галилео Галилей. Оценивая его вклад в науку XVII в., академик С.И. Вавилов напишет: «Галилей обладал в изумительной степени даром того, что у нас теперь называют «внедрением» научной истины» [3]. Во все времена без такого дара проникновение новейших научных идей и представлений в научный мир и в социум было крайне затруднено и требовало немало сил и энергии. В 1632 г., пройдя длительную цензуру, выходит в свет главная работа Галилея «Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой», в которой собраны воедино научные изыскания учёного. С позиций сегодняшнего дня «Диалог...» – популярное пособие, преследующее философско-мировоззренческие цели, в котором взамен учения Птолемея предлагаются обоснования астрономических и механических доводов в пользу учения Коперника. Все рассуждения представляются как результат научных бесед трёх венецианских патрициев: Сальвиати, Сагрето и Симпличио (последний «изображал» приверженца взглядов Аристотеля) и комментариев Академика (роль Академика Галилей взял себе), в которых автор подводил итоги дискуссий, делал выводы и т.п.

В процессе «имитированного» диалога Галилей анализирует птолемеевскую концепцию законов окружающего мира и логически подводит читателя к учению Коперника. В начале в сознании и изречениях его героев сосуществуют две теории (и геоцентризм Птолемея, и гелиоцентризм Коперника), а затем, без внутреннего надрыва и «насилия» над прежними убеждениями Галилей приводит собеседников к идеям Коперника. При этом диалогические рассуждения о новом понимании мира построены автором «Диалога...» настолько мастерски, что в итоге вся совокупность логических и геометрических построений, образов и литературных воспоминаний, полемических выступлений и собственных признаний Галилея шаг

за шагом ведут читателя к необратимому «освобождению» от аристотелевско-птолемеевских взглядов и (что, наверное, самое главное) – от прежнего стиля научного мышления [16].

Обоснование справедливости коперниканства в «Диалоге...», осуществлённого Галилеем в философском, логическом, риторическом и психологическом ракурсах, обеспечило ему популярность в учёном мире и резкое неприятие со стороны инквизиции. Идеи объективности законов природы, их «существования» независимо от человеческого сознания, бесконечности природы и процесса её познания, неуничтожимости материи, механической причинности (сегодня она именуется *механистической*) и отыскания причин происходящих в окружающей природе явлений как главной цели научного познания не могли не раздражать церковь и потому их автор подвергался всяческим гонениям. В русле же нашего обсуждения важно то, что *революция* в естествознании (*процесс смены парадигмы*, по Т. Куну) «сосуществовала» с *революцией* во всей системе миропонимания и методологии научного исследования. Анализ работ Галилея приводит к заключению о том, что в них практически впервые в более-менее законченной форме сформулированы основы методологии естественнонаучного исследования, включающего выдвижение гипотезы, её экспериментальную проверку и последующее осмысление результатов эксперимента. При этом многие историки физики сходятся во мнении о том, что Галилей может по праву считаться и автором метода мысленного эксперимента – мощного эвристического приёма, который со временем не только не потерял своей значимости, а приобрёл качественно новую роль в научном исследовании явлений, многие аспекты которых реальному эксперименту недоступны. В своей книге «Пробирных дел мастер» Галилей подчёркивает, что книга природы «постоянно открыта нашему взору, но понять её может лишь тот, кто сначала научился постигать её язык и толковать знаки, которыми она написана. Написана же она на языке математики...» [1]. Таким образом, есть все основания утверждать, что Галилей явился основателем экспериментального и математического естествознания, сделав при этом первые шаги по его применению и развитию, и конечно, осуществил неопределимый методологический вклад в науку, по достоинству оценив диалог как стратегию познания мира, обсуждения его результатов, и представив конкретный пример диалогического анализа знания [14].

Вернёмся теперь к обсуждаемому этапу *научной революции*, на котором И. Кеплер сформулировал три эмпирических закона движения планет,

не установив той *причины*, которая обуславливает наблюдаемый характер движения планет вокруг Солнца. Отметим далее, что Галилей не ограничивался критикой Аристотеля и Птолемея относительно законов планетного движения, а исследовал и явления вполне земные: так, он установил величину ускорения свободного падения тел вблизи поверхности Земли и доказал её независимость от массы, размеров и формы тел; доказал, что выпущенные из пушек снаряды движутся по траекториям, близким к параболическим. Однако установить *причины*, способствующей удержанию Солнцем планет на наблюдаемых орбитах, Галилей не смог. В связи с этим вспомним об одном символическом совпадении: Галилей умер в 1642 г., – как раз в том, в котором родился Ньютон. И установить эту *причину* судьба доверила ему.

Путь Ньютона к открытию этой *причины* был очень долгим и тернистым (вспомним ещё раз куновское «...*парадигма не может быть отброшена слишком легко*»). В 1665-1666 гг. Ньютон начинает усиленно заниматься механикой, начинает изучать круговое (так сказал Коперник!!) движение планет и постепенно «выходит» на одно из главных своих утверждений – закон инерции (тело продолжает сохранять состояние движения, если на него не действуют внешние силы – вопреки аристотелевскому утверждению, согласно которому, сила – причина *движения* тела, Ньютон вносит важную поправку: сила не причина самого движения, она – причина *изменения движения!!!*).

Анализируя движение планет вокруг Солнца, Ньютон устанавливает, что силы взаимодействия планет с Солнцем оказываются обратно пропорциональными квадратам расстояний этих планет от Солнца -- в конце концов это приводит его к мысли о том, что и яблоко (легенды о его падении с дерева как о причине открытия закона тяготения сопровождают творчество и жизнеописание Ньютона и до сих пор), и Луна, удерживаемая Землёй на орбите, подчинены одной и той же причине. Мы надеемся, что читателю ясно, что речь идёт о силе всемирного тяготения, однако, в обсуждаемый момент времени у самого Ньютона все предположения на этот счёт были весьма туманными.

Как указывается в работе [8], в 1681 г. Ньютон ещё не говорил о том, что сила тяготения действует на все небесные тела. Это следует, например, из его дискуссии с астрономом Дж. Флемстидом – о комете, которую можно было увидеть на небе в ноябре и декабре 1680 г.: поначалу Ньютон считал, что движение комет подчиняется иным законам, нежели движение планет, однако, когда согласно применённому к обсуждавшейся комете (комета

Галлея) закону обратных квадратов она в 1682 г. вновь оказалась в поле видимости с Земли, к Ньютону пришла серьёзная мысль о том, что и планеты, и кометы подчиняются единому закону тяготения.

В 1684 г. Ньютон отправляет известному астроному того времени Галлею небольшой трактат «Движение тел по орбите» (*De motu corporum in gyrum*) и в нём доказывает, что сила притяжения, обратно пропорциональная квадрату расстояния между телами, заставляет планеты двигаться под действием притяжения Солнца именно так, как следовало из законов Кеплера – по эллипсам. Это небольшое сочинение содержало зерно дальнейших исследований Ньютона по динамике – в 1686 г. было завершён главный его труд «Математические начала натуральной философии». Небольшой трактат, который Ньютон послал Галлею, из девятистраничного сочинения превратился в двухтомник, название которого стало содержать всего два слова: «Движения тел» (*De motu corporum*). В нём уже содержался закон Всемирного тяготения (закон обратных квадратов, и стало очевидным, что и пресловутое яблоко, и Луна подчиняются одному и тому же закону), и три основных закона динамики: закон инерции (первый), закон изменения количества движения (второй) и закон действия и противодействия (третий). В 1686 г. Королевское общество одобрило публикацию «Начал...» – «*Philosophiæ naturalis principia mathematica*». Выражение «натуральная философия» означает то, что сегодня называется традиционно физикой, а клише «математические начала» означают увеличенное внимание учёного к использованию математических методов при объяснении явлений природы. Так во введении к третьему тому «Начал...» написано: «В предыдущих книгах я изложил начала философии, не столько чисто философские, поскольку математические, однако, такие, что из них могут быть обоснованы рассуждения о вопросах физических. Таковы законы и условия движений и сил, имеющих прямое отношение к физике... Остаётся изложить, исходя из тех же начал, учение о строении системы мира» [8]. Говоря простым языком, новой для того времени была *научная методология* Ньютона, предполагавшая создание простых математических моделей, которые сравниваются с явлениями природы, в результате этого сравнения возникают новые модельные версии, как правило, усложнённые – благодаря Ньютону, математика «вросла» в физическую теорию. Финал *смены парадигм* (по Т. Куну) наступил: окончательный вариант «Начал...» содержал три тома, в первом содержались три основных закона динамики (была версия, содержащая пять таких законов,

однако, автору удалось объединить всё в них содержащееся, в три закона), ввести понятие массы и обсудить особенности движения под действием центростремительной силы; во втором – механика жидкостей и особенности вязкого трения; в третьем – закон Всемирного тяготения [15].

«Парадигма не может быть отброшена слишком легко...» – эти слова из книги Т. Куна, написанной на несколько столетий позже обсуждаемых событий из мира физики, будь они произнесены на несколько десятков лет раньше, могли бы оказаться пророческими, поскольку от начала «падения» аристотелевско-птолемеевской концепции мира (теории Коперника и Галилея) до завершения парадигмального сдвига прошло очень много времени.

Следующий тезис Т. Куна, который мы хотели бы обсудить, выражает мысль о том, что все изменения, которые приводят к научным открытиям, столь же *деструктивны*, сколько и *конструктивны*. После того, как открытие адекватно осознаётся научным сообществом, появляется возможность *объяснить более широкую область природных явлений*, нежели ранее, конечно, отбросив некоторые стандартные и ранее принятые подходы и исследовательские процедуры. Обращаясь к цитированной выше работе Т. Куна, находим своеобразное подтверждение этих соображений: «Значение кризисов заключается именно в том, что они говорят о *своевременности* (выделено авт. – О.Б., А.К.) смены инструментов (в широком смысле слова, конечно)...Банкротство существующих правил означает прелюдию к поиску новых» [1].

Обсуждаемая нами теория Ньютона является одним из подтверждений всего только что сказанного: с её помощью удалось объяснить приливы и отливы как феномены гравитационного воздействия Солнца и Луны на Мировой океан, а также приплюснутость вращающихся вокруг своих осей планет на полюсах. Существовавшая и работающая до этого момента теория Декарта предсказывала обратное: планеты, согласно Декарту, должны быть вытянуты с полюсов. Практически этот вопрос мог быть решён измерением длин дуг меридиана у полюсов и на экваторе – Парижская Академия Наук в начале восемнадцатого века снарядила две экспедиции (одну в Лапландию, вторую – в Перу), чтобы измерить эти дуги. Результат свидетельствовал в пользу Ньютона: Земля оказалась приплюснутой с полюсов, декартова система потерпела поражение.

Растянутость Земли у экватора позволила Ньютону объяснить и обнаруженное ещё греческими учёными предвращение равноденствий – медленное смещение полюса мира по отношению к звёздам (этот феномен, открытый по некоторым

источникам ещё Гиппархом, имел значение для составления календарей).

Последним интересным с нашей точки зрения тезисом Куна, имеющим отношение к рассматриваемому нами периоду развития физики, является тот, который использует в качестве содержательной основы клише «открытия, индуцированные теорией» (в оригинальных изданиях – *theory induced*) [8]. И здесь можно найти множество ярких подтверждающих примеров, связанных с теорией Ньютона. Среди них открытие У. Гершелем в 1781 г. планеты Уран и пояса астероидов между Марсом и Юпитером – расчётные орбиты соответствовали наблюдаемым.

Этот сюжет носил весьма драматический характер – справедливость закона тяготения была поставлена на карту, когда на «кончике пера» открывалась планета Нептун. В 1800 г. в движении Урана были замечены существенные отклонения наблюдаемых параметров орбиты от теоретических, а в 1830 г. учёные сильно усомнились в справедливости закона тяготения. Спасительным кругом стало предположение о том, что причинами таких отклонений может быть влияние какой-либо не открытой ещё планеты, находящейся вблизи Урана и возмущающей его движение. Такой обнаруженной Адамсом и Лаверье стала планета Нептун (вспомним ещё раз куновское: *парадигма не может быть отброшена слишком легко*).

Подводя предварительные итоги, следует отметить, что написанная гораздо позже исследуемого периода в развитии физики теория научных революций Т. Куна явилась одним из интересных примеров продуктивной ретроспективной рефлексии кризисного периода развития научного знания, «проявила» ряд важных методологических особенностей кризиса физики XVII столетия, позволила перевести в методологический формат ряд характерных для него особенностей, а иногда по-новому их осмыслить и углублённо «прочувствовать», соотнести с характерными проявлениями более поздних «научных революций».

Продолжая тему особенностей научных революций, мы считаем необходимым упомянуть о том, что обсуждаемая революция в физике, знаменовавшая собой начало классического этапа её полноценного развития, происходила одновременно с аналогичной революцией в математике. Ньютон для решения основной задачи механики на основе второго закона динамики ввёл понятие бесконечно малой величины и логически связанное с ним понятие производной функции (это скорость её изменения) – без него решение основной задачи механики для сколь бы то ни было нетривиальных интерес-

ных случаев было невозможно. Именно анализа бесконечно малых не хватало учёным того времени (Р. Гуку, Галлею, Рену) для расчёта параметров орбит планет. Более того, он понял, что введённые ещё Лейбницем понятия дифференциала и интеграла могут использоваться не только для решения частных алгебраических и геометрических задач (нахождения уравнения касательной, экстремумов функций, площадей), но и бесконечного множества других, по большей части связанных с механикой, и из набора математических частных сформировал полноценную отрасль математического знания, сегодня именуемую математическим анализом.

Как отмечают исследователи творчества Ньютона [3], он построил «цельную систему мира», что превратило его в самого успешного из всех учёных (для своей эпохи, конечно). Как заметил известный математик Лагранж, «систему мира можно открыть лишь один раз», и этим открытием Ньютон был обязан великолепному владению математикой. Мы не можем здесь пройти мимо высказывания занимавшегося изданием математических трудов Ньютона Д.Т. Уайтсайда: «Никогда не стоит забывать, что Ньютон представлял математику сундуком с инструментами истины, видел в ней внутреннюю красоту и мощь, независимые от внешних наблюдений (скрытые от неискущённого пользователя – *уточнение авт.*). В те времена не было в мире математики учёного более талантливого, более осведомлённого; никто не был таким способным в алгебре, таким искусным в геометрии, достойным и знающим все тонкости анализа бесконечно малых» [3].

Обсуждая выше теорию структуры научных революций Т. Куна, мы касались тезиса о том, что научное сообщество, как правило, не сразу принимает «аномалии» (по Куну) как полноправные элементы научного знания; долгое время куновская парадигма, которую пытается свергнуть та или иная аномалия, стремится удержать свои позиции. Так, например, известные даже непосвящённому в естествознание читателю учёные Х. Гюйгенс и Г. Лейбниц критиковали ньютоновские представления о бесконтактном характере всемирного тяготения, о возможности его действия на расстоянии. Г. Лейбниц в письме, датированном 1715 г., писал, в частности: «...Я всем существом поддерживаю экспериментальную философию, но господин Ньютон сильно от неё отделился, заявляя, что любая материя имеет вес – или что каждая часть материи притягивает другую, и конечно, это не доказано экспериментально» [1]. По-видимому, речь шла о том, что Ньютон, описав математически действие закона тяготения, оказался не в силах открыть тайну физической природы тяготения. Для

не знакомого с физикой читателя отметим, что на сегодня существует четыре типа фундаментальных взаимодействий в природе: электромагнитное, гравитационное, ядерное и слабое. Для всех этих взаимодействий уверенно работают обменные механизмы (обмен элементарными частицами): электромагнитное взаимодействие есть обмен фотонами, ядерное – обмен пи-мезонами Юкавы; а для гравитационного такой обменный механизм (обмен гравитонами) во всех деталях не ясен и на сегодняшний день и возможности экспериментального подтверждения многих теоретических гипотез пока ограничены.

Концентрируя изложение вокруг научных революций в естествознании, нельзя не сказать о дальнейшей научной судьбе новой для XVII в. парадигмы и не коснуться в связи с этим ньютоновского понимания таких фундаментальных категорий философии, как пространство и время. Это сегодня в философии именуется концепцией абсолютно пространства и абсолютно времени. Согласно этой концепции, пространство – вместительница планет и звёзд, движущихся под действием сил гравитации; при этом существующие в пространстве тела не могут как-то его изменить. Точно также физические материальные объекты не в состоянии изменить и время, которое так же, как и пространство, абсолютно и течёт независимо от них. В связи с этим куновская идея «смены парадигм» не прошла стороной и теорию Ньютона. По части абсолютности пространства и времени, независимости их существования от физических объектов механика великого классика семнадцатого столетия была поставлена под сомнение в начале двадцатого века – А. Эйнштейном, создавшим специальную теорию относительности, в которой одним из важнейших смысловых акцентов была теснейшая связь пространства и времени, а затем и общую теорию относительности – синтетическую теорию пространства, времени и тяготения. Последняя в качестве представляющего рекламно-популярного бренда использует искривление луча света (отклонение от прямой) в сильном поле тяготения массивных звёзд, чёрных дыр и других космических объектов [15].

Начало двадцатого столетия пыталось свергнуть с занимаемого пьедестала теорию Ньютона и в другом ракурсе – при переходе от макромира к микромиру (атомы, молекулы, элементарные частицы). Сначала это свержение выразилось в создании полуклассической теории Н. Бора, не порывавшей до конца с механикой Ньютона, а затем, после убеждения в неправоте такого соединения, в создании принципиально иной научной парадигмы – квантовой механики.

Однако и на этом следует сделать особый акцент, «смена парадигмы» классической физики на рубеже девятнадцатого и двадцатого столетий принципиально отличалась от «смены» геоцентрической системы мира на гелиоцентрическую со всеми сопутствующими событиями, подробно описанными в первой части статьи [2]. Если гений Ньютона убедительно доказал *ошибочность* системы мира Аристотеля и Птолемея, их несоответствие реально происходящему (в том и заключалась, если говорить кратко, научная революция семнадцатого века), то создатели теории относительности лишь *ограничили* механику Ньютона *в научных правах*, в области применимости, признав её полное право про-

должать функционировать для объектов, движущихся со скоростями «обычными», значительно меньшими скорости света (и заменив для околосветовых скоростей). Точно так же ограничились в правах классическую ньютоновскую механику и создатели квантовой механики, запретив ей работать в масштабах микромира, но оставив полное право описывать макрообъекты. Это выразилось даже в формулировке и широком признании в физике принципа соответствия, допускающего предельный переход от новой теории – назад к старой, когда класс участвующих объектов и процессов это позволял. Таков был научный гений Ньютона, настолько мощными были созданные им интеллектуальные продукты!

Список литературы:

1. Кун Т. Структура научных революций / Пер. с англ. И.З. Налетова. М.: Мир, 1961. 364 с.
2. Баксанский О.Е., Коржуев А.В. «В структуре мироздания ищем смысл...»: электрон, атом, ядро. Историко-философские сюжеты физики на рубеже столетий. М.: ЛЕНАНД, 2014. 200 с.
3. Вавилов С.И. Собр. соч. Т. 3. М.: Наука, 1956. 451 с.
4. Гуревич П.С. Философия: учебник для бакалавров. М.: Эксмо, 2005. 400 с.
5. Наука. Величайшие теории. Вып. 2: Самая притягательная сила природы. Ньютон. Закон всемирного тяготения / Пер. с испанского А.Д. Гуардено. М.: Де Агостини, 2015. 168 с.
6. Gleick J. Isaac Newton. Barcelona: RBA, 2005. 236 p.
7. Дирак П. Лекции по квантовой теории поля / Пер. с англ. А.А. Соколов. М.: ЛЕНАНД, 2011. 248 с.
8. Kuhn T.S. The function of measurement in modern physical science. "Isis", 1961. 316 p.
9. Баксанский О.Е., Коржуев А.В. Кризис классической парадигмы в физике. М.: ЛЕНАНД, 2014. 152 с.
10. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Моя картина мира. Как человек создаёт повседневную реальность. М.: ЛЕНАНД, 2014. 580 с.
11. Философия: хрестоматия / Сост. П.С. Гуревич. М.: Директ-Медиа, 2013. 539 с.
12. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивное конструирование реальности: Философия образования. М.: ЛЕНАНД, 2013. 256 с.
13. Баксанский О.Е. Физика и математика: Анализ оснований взаимоотношения. Методология современного естествознания. М.: ЛЕНАНД, 2014. 188 с.
14. Баксанский О.Е. Когнитивные репрезентации: обыденные, социальные, научные. М.: ЛЕНАНД, 2015. 224 с.
15. Аронов Р.А. Физическая реальность и познание: Логико-гносеологические патологии познания. Теория относительности и квантовая механика. Наследие А. Эйнштейна, Н. Бора, А. Пуанкаре. М.: ЛЕНАНД, 2014. 528 с.
16. Баксанский О.Е., Самойлова В.М. Современная психология: теоретические подходы и методологические основания. Книга 2: Современная психология познания. М.: ЛЕНАНД, 2013. 320 с.

References (transliterated):

1. Kun T. Struktura nauchnykh revolyutsii / Per. s angl. I.Z. Naletova. M.: Mir, 1961. 364 s.
2. Baksanskii O.E., Korzhuev A.V. «V strukture mirozdan'ya ishchem smysl...»: elektron, atom, yadro. Istoriko-filosofskie syuzhety fiziki na rubezhe stoletii. M.: LENAND, 2014. 200 s.
3. Vavilov S.I. Sobr. soch. T. 3. M.: Nauka, 1956. 451 s.
4. Gurevich P.S. Filosofii: uchebnik dlya bakalavrov. M.: Eksmo, 2005. 400 s.
5. Nauka. Velichaishe teorii. Vyp. 2: Samaya prityagatel'naya sila prirody. N'yuton. Zakon vseirnogo tyagoteniya / Per. s ispanского A.D. Guardeno. M.: De Agostini, 2015. 168 s.
6. Gleick J. Isaac Newton. Barcelona: RBA, 2005. 236 p.
7. Dirak P. Lektzii po kvantovoi teorii polya / Per. s angl. A.A. Sokolov. M.: LENAND, 2011. 248 s.
8. Kuhn T.S. The function of measurement in modern physical science. "Isis", 1961. 316 p.
9. Baksanskii O.E., Korzhuev A.V. Krizis klassicheskoi paradigmy v fizike. M.: LENAND, 2014. 152 s.
10. Baksanskii O.E., Kucher E.N. Moya kartina mira. Kak chelovek sozdaet povsednevnyu real'nost'. M.: LENAND, 2014. 580 s.
11. Filosofiya: khrestomatiya / Sost. P.S. Gurevich. M.: Direkt-Media, 2013. 539 s.
12. Baksanskii O.E., Kucher E.N. Kognitivnoe konstruirovaniye real'nosti: Filosofiya obrazovaniya. M.: LENAND, 2013. 256 s.
13. Baksanskii O.E. Fizika i matematika: Analiz osnovanii vzaimootnosheniya. Metodologiya sovremennogo estestvoznaniya. M.: LENAND, 2014. 188 s.
14. Baksanskii O.E. Kognitivnye reprezentatsii: obydennye, sotsial'nye, nauchnye. M.: LENAND, 2015. 224 s.
15. Aronov R.A. Fizicheskaya real'nost' i poznanie: Logiko-gnoseologicheskie patologii poznaniiya. Teoriya otноситel'nosti i kvantovaya mekhanika. Nasledie A. Einshaina, N. Bora, A. Puankare. M.: LENAND, 2014. 528 s.
16. Baksanskii O.E., Samoilova V.M. Sovremennaya psikhologiya: teoreticheskie podkhody i metodologicheskie osnovaniya. Kniga 2: Sovremennaya psikhologiya poznaniiya. M.: LENAND, 2013. 320 s.