

УДК 537.8

О.Е. Баксанский,
д.ф.н., ведущий научный сотрудник
Института философии РАН, профессор кафедры
теории и технологии обучения в высшей школе
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

А.В. Коржуев,
д.п.н., профессор кафедры медицинской и
биологической физики Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

O.E. Baksansky,
Doctor of philosophy, leading researcher of the Institute
of philosophy (RAS), prof. of the chair of theory
and technology of learning in higher school
of the I.M. Sechenov First MSU

A.V. Korzhuev,
Doctor of pedagogics, prof. of the chair of medical
and biological physics of the I.M. Sechenov First MSU

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ СЮЖЕТЫ НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ В МЕДИЦИНСКИХ ВУЗАХ

PHILOSOPHICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS IN SCIENCE IN PHYSICS TEACHING IN MEDICAL SCHOOLS

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Олег Евгеньевич Баксанский, профессор кафедры
теории и технологии обучения в высшей школе
Адрес: 119991, г. Москва, ул. Б. Пироговская, 2, с. 10
Телефон: 8 (499) 248–06–29
E-mail: obucks@mail.ru
Статья поступила в редакцию: 26.03.2015
Статья принята к печати: 15.04.2015

CONTACT INFORMATION:

Oleg Evgenievich Baksansky, prof. of the chair of theory and technol-
ogy of learning in higher school
Address: 2/10 B. Pirogovskaya str., Moscow, 119991
Tel.: 8 (499) 248–06–29
E-mail: obucks@mail.ru
The article received: 26.03.2015
The article approved for publication: 15.04.2015

Аннотация. В статье предпринята попытка рассмотрения научной революции 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 механике Аристотеля и системе мира Птолемея. Иллюстрируются такие тезисы Т. Куна, как «смена парадигмы и аномалии», «длительность смены парадигм», «конструктивность научного кризиса», «открытия типа theory induced» и ряд других. Анализируются философские взгляды Ньютона как система.

Annotatsiya. The paper attempts to review the scientific revolution in physics of the XVII-th century in the context of the ideas put forward and justified in the book of Western philosopher Thomas Kuhn «The Structure of Scientific Revolutions». The main focus is on the process of creation of Newtonian mechanics as the antipode of the mechanics of Aristotle and Ptolemy system of the world. Illustrating this thesis Kuhn as a «paradigm shift anomaly», «duration of paradigm shift», «constructive scientific crisis», «open-type theory induced» and others. The philosophical views of Newton as a system are analyzed.

Ключевые слова. Кризис аристотелевской парадигмы в физике, научная революция, методологическая рефлексия кризисов естествознания, научная парадигма, парадигмальные сдвиги в естествознании, смена парадигмы и аномалии.

Keywords. The crisis in the Aristotelian paradigm of physics, the scientific revolution, methodological reflection of crises in natural science, scientific paradigm, paradigmatic shifts in science, a paradigm shift and anomalies.

Современное методологическое знание в качестве средства конкретизации использует в целесообразном формате исторический контекст. Как неопровержимо свидетельствует история математической и физической науки, естественно-на-

учное знание в процессе своего бурного развития часто испытывает кризисы, сопровождающиеся пересмотром основных фундаментальных позиций и подходов к их описанию и исследованию, парадигмальных основ, роли тех или иных предпосы-

лочных конструкторов новых открытий, отношений зависимости между отдельными фрагментами знания, связанными с переосмыслением выявленных некогда ранее и устоявшихся в сознании научного социума логико-содержательных связей типа «причина — следствие», «повод — феномен», «основание — базирующаяся на нем теория», а также инспирационных, каузальных и системных детерминаций. Рядом авторов 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 по последствиям.

На философском языке все, о чем идет речь, может, с нашей точки зрения, позиционировать конкретные проявления *сущностного подхода*, а более точно, такого его пласта, который связан с клише «*концепт «смысл» как отражение физического знания в зеркале философско-методологической рефлексии*», преломляющим это знание в плоскость выявления глубинных, внутренних связей между феноменами и явлениями окружающего мира, описывающими их фрагментами эмпирического и теоретического знания, а также в плоскость рефлексии того или иного характера их протекания, оперирующей такими категориями, как причинно-следственная обусловленность, каузальная детерминация, инспирационные сюжеты, линейность (нелинейность) наблюдаемых эффектов, проявления лапласовского или вероятностного детерминизма, иллюзорный эффект, распространенное заблуждение, обманчивая простота, преувеличенная сложность и т.д. В нашем случае анализ всех этих фрагментов мы проведем в синтетическом клише, объединяя их термином «научная революция», и обратимся к философской работе сер. XX в., обсуждающей особенности, характерные черты научных кризисов в естествознании — это книга Т. Куна «Структура научных революций» [1].

Наш интерес к этой работе позиционируется в область авторского философского осмысления с точки зрения представленных в ней идей кризисного периода в истории физики, математики и естествознания в целом XVII–го столетия, связанного с именами И. Ньютона, а также с именами Г. Галилея, Н. Коперника и рядом других. Высветим кратко социальную канву данного периода развития науки, проводя философско-методологические параллели на основе идей, высказанных в работе [1].

Прежде всего представляет, с нашей точки зрения, интерес проецирование историко-научного концепта развития физики XVII в. 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 с помощью 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 ее осознание научным сообществом, постепенное или мгновенное (иногда случается и такое — комментарий авт.) ее принятие, придание научного статуса (иногда переводящее эту аномалию в этот статус из области ненаучного заблуждения) и последующее логичное вытекающее из предшествующего изменения парадигмальных оснований, смысла понятий и процедур поиска [1].

Раскрывая различные проявления этой динамики в интересующий нас и обозначенный в заглавии статьи период, следует обратить внимание на такой тезис Т. Куна: «...аномалия проявляется только на пороге парадигмы; чем более точна и развита парадигма, тем более чувствительным индикатором она выступает для обнаружения аномалии, что тем самым приводит к изменениям в парадигме», 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 обсужденной парадигмы, на фоне которой «вырисовывается» та или иная аномалия, позиционировать концепцию «устройства мира» Аристотеля. Аристотелевская физика основывалась на доктрине о четырех элементах греческого философа Эмпедокла, подразумевавшей существование четырех основных субстанций: огня, земли, воздуха и воды, соединенных 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 пла-

неты 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 удаленностью 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). Речь идет 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» ученый 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 удаленностью от Солнца, рассчитать радиусы их орбит и оценить периоды обращения вокруг Солнца.

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, оставил в своих рассуждениях неизменной звездную сферу — такой подход не позволил множеству вопросов нерешенными и не позволил смену парадигмы претендовать на то, что 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 науку. Ему пришлось бороться с религиозными канонами и предрассудками и с научной схоластикой того времени. Сначала против Коперника выступили воинствующие протестанты, поскольку невидимое Солнце в центре Вселенной и вращающаяся вокруг него Земля противоречили Библии. Позже позиция протестантов стала более мягкой, поскольку предположение Коперника было лишь гипотезой, которая могла и не подтвердиться. Однако вскоре последовал взрыв гнева католической церкви и инквизиции: книга Коперника была запрещена, за поддержку идей Коперника Джордано Бруно был сожжен на костре, Галилею едва удалось спастись от такой же участи. Теория Коперника сохранила и ряд противоречий — полагая, что планеты движутся по круговым орбитам с постоянной скоростью, он вынужден был неоправданно усложнять свою теорию, чтобы привести ее в соответствие с наблюдаемыми фактами — воистину «парадигма не может быть отброшена слишком легко» [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 еще в XVI в. датским астрономом Тихо Браге, Кеплер сформулировал три эмпирических закона, связанных с движением планет. Первые два были опубликованы в книге «Новая астрономия» («Astronomi 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. Справедливо, если надо сказать, что по результатам анализа таблиц Браге вырисовывались траектории, не очень существенно отличавшиеся от круговых (слабо вытянутые эллипсы с осями, различиями весьма незначительными), 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 «заметает» равные площади. Эти эмпирические выводы достаточно хорошо соответствовали наблюдаемым данным, доступным астрономам того давнего времени.

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 ее орбиты. «Исправленная» законами Кеплера теория Коперника с позиций сегодняшнего дня уже могла претендовать на статус серьезного 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 еще к одному «действующему лицу» научной драмы, внесшему значительный вклад в «слом» аристотелевско-птолемеевской парадигмы, — это Галилео Галилей. Оценивая его вклад в науку XVII в., академик С.И. Вавилов указывает: «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 ученого. 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 трех 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 ведет читателя к необратимому «освобождению» от аристотелевско-птолемеевских взглядов и (что, конечно, самое главное) — от прежнего стиля научного мышления.

Обоснование справедливости гелиоцентризма в «Диалоге...», осуществленного Галилеем в философском, логическом, риторическом и психологическом ракурсах, обеспечило ему популярность в ученом мире и резкое неприятие со стороны инквизиции. Идеи объективности законов природы, их «существования» независимо от человеческого сознания, бесконечности природы и процесса ее познания, неуловимости материи, механической причинности (сегодня она именуется *механистической*) — поиски причин происходящих в окружающем мире явлений как главной цели научного познания не могли не раздражать церковь и ее представителей, автор подвергался всяческим гонениям. В процессе 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 законченной форме сформулированы основы методологии естественно-научного исследования, включающего выдвижение гипотезы, ее 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 приема, который со временем не только не потерял своей значимости, а приобрел качественно новую роль в научном исследовании явлений, многие аспекты которых реальному эксперименту недоступны. В своей книге «Пробирных дел мастер» Галилей подчеркивает, что книга природы «обстоятельно открыта нашему взору, но понять ее может лишь тот, кто сначала научился постигать ее 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 неоценимый методологический вклад в науку, по достоинству оценив диалог как стратегию познания мира. Обсуждения его результатов, и представив конкретный пример диалогического анализа знания.

Вернемся 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 ее 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 еще 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 Землей на орбите, подчинены одной и той же причине. Мы надеемся, что читателю ясно, что речь идет о силе всемирного тяготения, однако в обсуждаемый момент времени у самого Ньютона все предположения на этот счет были весьма туманными.

Как указывается в работе [8], в 1681 г. Ньютон еще 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 примененному к обсуждавшейся комете (комета Галлея) закону обратных квадратов она в 1682 г. вновь оказалась в поле видимости с Земли, к Ньютону пришла серьезная 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 orbibus») и в нем 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. был завершен 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 нем уже содержался закон всемирного тяготения (закон обратных квадратов), стало очевидным, что и пресловутое яблоко, и Луна подчиняются одному и тому же закону. 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...» — «Philosophiae naturalis principia mathematica».

Выражение «натуральная философия» означает то, что сегодня называется традиционной физикой, а клише «математические начала» означают превеличенное внимание ученого 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. Остается изложить, исходя из тех же начал, учение о строении системы мира» [1]. Говоря простыми словами, 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, усложненные — благодаря Ньютону, математика «вросла» в физическую теорию. Финал смены парадигм (по Т. Куна) наступил: окончательный вариант «Начал...» содержал три тома, в первом содержались три основных закона динамики (была версия, содержащая пять таких законов, однако автору удалось объединить все в них содержащееся до трех законов), ввести понятие массы и обсудить особенности движения под действием центростремительной силы; во втором — механика жидкостей и особенности вязкого трения; в третьем — закон всемирного тяготения.

«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 осознается 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* 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 ее помощью удалось объяснить приливы и отливы как феномены гравитационного воздействия Солнца и Луны на Мировой океан, а также приплюснутости окружающих 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 решен 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 Нютону объяснить обнаруженное еще греческими учеными предвращение равноденствий — медленное смещение полюса мира по отношению к звездам (этот феномен, открытый, по некоторым источникам, еще 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 — расчетные орбиты соответствовали наблюдаемым.

Этот сюжет носил весьма драматический характер — справедливость закона тяготения была установлена на карту, когда на «кончике пера» отрывалась планета Нептун. В 1800 г. в движении Урана были замечены существенные отклонения от наблюдаемых параметров орбиты от теоретических, а в 1830 г. ученые сильно усомнились в справедливости закона тяготения. Спасительным кругом стало предположение о том, что причинами таких отклонений может быть влияние какой-либо не открытой еще планеты, находящейся вблизи Урана и возмущающей его движение. Этой планетой, обнаруженной Адамсом и Леверье, стал Нептун.

Подводя предварительные итоги, следует отметить, что аномалия гораздо позже исследуемого периода в развитии физики теория научных революций Куна явилась одним из интересных примеров продуктивной ретроспективной рефлексии физического 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 углубленно «прочувствовать», соотнести с характерными проявлениями более поздних «научных революций».

Продолжая тему особенностей проявления научных революций, мы считаем необходимым упомя-

нуть о том, что обсуждаемая революция в физике, знаменовавшая собой начало классического этапа ее полноценного развития, происходила одновременно с аналогичной революцией в математике. Ньютон для решения основной задачи механики на основе второго закона динамики ввел понятие бесконечно малой величины и логически связанное с ним понятие производной функции (это скорость ее изменения) — без него решение основной задачи механики для сколь бы то ни было нетривиальных интересных случаев было невозможно. Именно анализ бесконечно малых не хватало ученым того времени (Р. Гуку, Галлею, Рену) для расчета орбит планет. Более того, он понял, что введенные еще 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 случаев сформировал полноценную область математического знания, сегодня имеющему математическим анализом.

Как отмечают исследователи творчества Ньютона [9], он построил цельную систему мира, что превратило его в самого успешного из всех ученых 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 неискушенного пользователя). В те времена не было в мире математики ученого более талантливого, более осведомленного; 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 непосвященному в естествознание читателю ученые 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 нее отдалился, 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 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 абсолютного пространства и абсолютного времени. Согласно этой концепции, пространство — вместительница планет и звезд, движущихся под действием сил гравитации; при этом существующие в пространстве тела не могут как-то его изменить. Точно так же физические материальные объекты не в состоянии изменить и время, которое так же, как и пространство, абсолютно и течет 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, издавшим 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 научно-популярного бренда использует искривление луча света (отклонение от прямой) в сильном поле тяготения массивных звезд, черных дыр и других космических объектов.

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 убеж-

дения 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 заключалось, если говорить кратко, научная революция семнадцатого века), то создатели теории относительности лишь *ограничили* механику Ньютона *в научных пределах*, в области применимости, признав ее полное право продолжать функционировать для объектов, движущихся со скоростями «обычными» (значительно меньшими скорости света и применив для окосветовых скоростей). Точно так же ограничили в правах классическую ньютоновскую механику и создатели квантовой механики, запретив ей работать в масштабах микромира, но оставив полное право описывать макроскопические объекты. Это выразилось даже в формулировке и в итоге 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!

Анализируя научный гений Ньютона, нельзя (хотя бы для полноты картины) не принять во внимание мнения его биографов, развенчивающих представления о Ньютоне как о гении-отшельнике, прячущемся от мира в своей комнате в Кембридже, чрезвычайно сосредоточенного на научных исследованиях. Благодаря им сегодня можно нарисовать более полный и разносторонний портрет ученого. Огромное количество его рукописей подтверждают, что он посвящал свое время не только науке — он пытался постигнуть алхимию и найти аргументы, которые могли бы укрепить его в арианском вероучении.

Если еще относительно недавно многое из жизни и мировоззрения Ньютона было закрыто от широкой публики, то 13 июля 1936 г. такая возможность появилась — на аукционе «Сотбис» были выставлены 332 лота из коллекции Портсмута, включавшие рукописи Ньютона, его переписку и ряд личных вещей. После Второй Мировой войны началось интенсивное изучение трудов и личности Ньютона. Оно, в частности, показало, что в 1669 г. Ньютон отправился в Лондон, чтобы купить собрание сочинений по алхимии и оборудование для экспериментов (печи, котлы, реторты, реактивы). Стало известно, что наставником Ньютона по части алхимии был

известный химик и физик Р. Бойль, который сам наряду с занятиями наукой занимался и алхимией, не скрывал своих интересов и верил в возможность превращения металлов в золото и возможность найти философский камень.

Интерес Ньютона к алхимии заставил его пройти первый теоретический этап обучения: он прочитал много книг и рукописей, также посвятил много времени экспериментам, оборудовав для этого специальную комнату в Тринити-колледже. Из обнародованных рукописей стало ясно, что увлечение алхимией было столь сильным, что Ньютон пренебрегал даже вредом для здоровья, и это дало результаты: долго работая с токсичными испарениями серебра и ртути (!), полностью отдаваясь этой деятельности, иногда пренебрегая даже сном, тщательно и скрупулезно экспериментируя, в 1693 г. Ньютон испытал сильный нервный срыв. В записях, относящихся к обсуждаемому периоду времени, можно найти тексты, далекие от науки. Например: «Я усовершенствовал идеальный раствор. Две одинаковые соли восходят к Сатурну. Затем он — к камню и, соединенный с тягучим Юпитером, также создает ...и пропорцию, такую, что Юпитер хватается посох. Затем орел поднимается к Юпитеру. Оттуда Сатурн может соединиться без солей в желаемых пропорциях. Затем ртуть сублимируется, и соли аммиака ударяют по шлему, и ртуть восходит ко всему» [1]. Сегодня подобные записи на фоне всего сделанного Ньютоном в науке вызывают некоторое недоумение и замешательство, хотя следует признать как факт, что алхимические опыты оказались полезными Ньютону, когда он стал главой монетного двора.

Опубликованные рукописи свидетельствуют и о необычайной религиозности Ньютона — опубликованные рукописи посвящают читателей в его занятия теологией и библейской историографией. Возглавив лукасовскую кафедру, ученый начал всеобъемлющее изучение библейских текстов, которое вскоре превратило его в приверженца арианства: он верил, что из трех персонажей христианской Троицы — Отца, Сына и Святого Духа — только один отец имел божественную природу. Ньютон убеждался, что Троица была ошибочной догмой, и что не существовало второго Бога, кроме Бога-Отца. Он тщательно изучил Библию в поиске всех возможных ошибок и расхождений с первоначальным вариантом, которые позволили обосновать догму Троицы, — для этого Ньютон выучил греческий язык и немного иврит.

Этим не ограничивался интерес Ньютона к религии — на теологические темы он написал многие тысячи страниц. Его исследования включали детально описанные сюжеты пророчеств, описаний предметов культа, разных священных текстов.

С позиций сегодняшнего дня достаточно трудно полностью реконструировать те смыслы и внутренние мотивы, которые обусловили столь противоречивую (по современным меркам) палитру увлечений. За безупречной и успешной научной карьерой от молодого лукасовского профессора в Кембридже до члена парламента Англии, от скрупулезного чиновника казначейства до всемогущего президента Королевского научного общества, скрывается тайна, которую мы лишь попытались немного приоткрыть.

Список литературы

1. Кун Т.С. Структура научных революций / пер. с англ. яз. М. «Мир». 1966.
[Kuhn T.S. The Structure of Scientific Revolutions / transl. from English. М. «Мир». 1961.]
2. Баксанский О.Е., Коржуев А.В. «В структуре мироздания идея смысла...»: электрон, атом, ядро. Историко-философские сюжеты физики на рубеже столетий. М. «ЛЕНАНД». 2014.
[Baksansky O.E., Korzhuev A.V. «In the structure of the universe looking for the meaning...»: electron, atom, the nucleus. Historical and philosophical subjects of physics at the turn of the century. М. «ЛЕНАНД». 2014.]
3. Вавилов С.И. Собрание сочинений. Т. 3. М. «Наука». 1956.
[Vavilov S.I. Collected Works. Vol. 3. М. «Наука». 1956.]
4. Наука. Величайшие теории: Вып. 2: Самая притягательная сила природы. Ньютон. Закон всемирного тяготения / Пер. с исп. А.Д. Гуардено. М. «Де Агостини». 2015.
[Science. The great theories: Vol. 2: The most attractive force of nature. Newton. The law of gravity / transl. from Spanish by A.D. Guardeno. М. «De Agostini». 2015.]
5. Gleick J. Isaac Newton. Barcelona, RBA. 2005.
6. Дирак П.А.М. Лекции по квантовой теории поля / пер. с англ. яз. М. «ЛЕНАНД». 2011.
[Dirac P.A.M. Lectures on Quantum Field Theory / transl. from English. М. «ЛЕНАНД». 2011.]
7. Kuhn T.S. The function of measurement in modern physical science. «Isis». 1961.
8. Баксанский О.Е., Коржуев А.В. Кризис классической парадигмы в физике. М. «ЛЕНАНД». 2014.
[Baksansky O.E., Korzhuev A.V. The crisis of the classical paradigm in physics. М. «ЛЕНАНД». 2014.]