

# КОПЕРНИК ПРОТИВ КУНА

**Дмитриев Игорь Сергеевич** – доктор химических наук. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. Российская Федерация, 191186, г. Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, д. 48; e-mail: [isdmitriev@gmail.com](mailto:isdmitriev@gmail.com)



Концепция научных революция Т. Куна уже неоднократно была предметом критики. Важно отметить, что собственно феномену научной революции Кун уделяет весьма ограниченное внимание, сравнивая революцию либо с религиозным обращением, либо с переключением гештальта. Подобные сравнения, однако, весьма поверхностны. В настоящей работе намечено новое понимание научной революции как результата резонанса интеллектуальных трендов эпохи. Именно квазисовременное действие различных по своему характеру факторов (от великих географических открытий до социальных катаклизмов в военно-политической оболочке и религиозной Реформации) привели к революционным изменениям в натурфилософии, которые, в свою очередь, породили (уже в XVIII столетии) собственно научную революцию. Кроме того, в статье показано, что коперниканская революция не может быть описана в рамках модели научной революции, развитой Т. Куном. Теория Птолемея математически была сконструирована так, что она не могла делать неточные предсказания движения планет, поскольку, – как нам сейчас ясно, – функция, характеризующая траекторию планетного движения, фактически представлялась в виде ряда Фурье. Коперниканская революция не является научной революцией куновского типа, она не была вызвана эмпирическими неудачами птолемеевой астрономии (т.е. накоплением аномалий, переходящим в кризис). События развивались по другой схеме. Коперник поставил себе целью провести принцип равномерного кругового движения планет более последовательно, чем это делалось в теории Птолемея, одновременно предъявив к этой теории те требования эстетического и методологического порядка, которым когнитивно фрагментированная система Птолемея при всей ее гибкости не удовлетворяла и, по условиям времени ее создания, удовлетворять не могла. Кроме того, в статье показано, что Коперник, выстраивая гелиоцентрическую теорию, по существу искал ответы на вызовы, которые искусственная перспектива Альберти и теологические спекуляции Кузанского бросили визуальному опыту в XVI столетии.

**Ключевые слова:** Т. Кун, научная революция, коперниканская революция, резонанс интеллектуальных трендов, линейная перспектива

# COPERNICUS CONTRA KUHN

**Igor S. Dmitriev** – DSc in Chemistry. The Herzen State Pedagogical University of Russia. 48 Moika Emb., Saint Petersburg 191186, Russian Federation; e-mail: [isdmitriev@gmail.com](mailto:isdmitriev@gmail.com)

T. Kuhn's theory of scientific revolutions has repeatedly been the subject of criticism. It is important to note that Kuhn pays very limited attention to the phenomenon of the scientific revolution itself, comparing the revolution either with a religious conversion or with a gestalt switch. Such comparisons, however, are very superficial. This paper outlines a new understanding of the scientific revolution as a result of the resonance of the intellectual trends of the early modern period. It was the quasi-simultaneous action



of various factors (from the great geographical discoveries to social cataclysms and the religious Reformation) that led to revolutionary changes in natural philosophy, which, in turn, gave rise (already in the XVIIIth century) to the actual scientific revolution. In addition, the article shows that the Copernican Revolution cannot be described within the model of scientific revolution developed by T. Kuhn. Ptolemy's theory was mathematically constructed so that it could not make inaccurate predictions of planetary motion, because – as we are now clear – the function characterizing the trajectory of planetary motion was actually represented as a Fourier series. The Copernican revolution was not a Kuhn-type scientific revolution, nor was it caused by the empirical failures of Ptolemaic astronomy (i.e. the accumulation of anomalies turning into a crisis). Events unfolded according to a different scheme. Copernicus set out to carry out the principle of the uniform circular motion of the planets more consistently than had been done in Ptolemy's theory, at the same time presenting to this theory those requirements of an aesthetic and methodological order, which the cognitively fragmented system of Ptolemy, for all its flexibility, could not satisfy and, by the conditions of its creation, could not satisfy. In addition, the article shows that Copernicus, in constructing his heliocentric theory, was essentially seeking answers to the challenges that Alberti's artificial perspective and Nicholas of Cusa's theological speculation posed to the visual experience in the sixteenth century.

**Keywords:** T. Kuhn, scientific revolution, Copernican Revolution, resonance of intellectual trends, linear perspective

Как известно, особая роль в концепции научной революции Т. Куна отводится ситуации нарастания кризиса вследствие осознания аномалий, с которыми столкнулась существующая теория и которые невозможно было решить средствами наличной парадигмы. «Банкротство существующих правил означает прелюдию к поиску новых» [Кун, 1975, с. 95].

На мой взгляд, куновские рассуждения о кризисе как прелюдии научной революции, требуют, как минимум, далеко идущих оговорок. В реальной истории науки весьма затруднительно найти ситуации, которые можно было бы охарактеризовать как кризисные. Кризис в науке, как правило, представляет собой результат ретроспективной реконструкции событий, выполненной «победителями».

Среди использованных Куном примеров научных революций особую роль играли три: научная революция Нового времени, химическая революция XVIII столетия и научная революция начала XX в.

Что касается первого примера, то, как принято считать, нововременная научная революция началась с создания Н. Коперником гелиоцентрической теории, на чем я остановлюсь далее. Но прежде следует сказать несколько слов о теории Птолемея, сфокусировав внимание на вопросе: действительно ли эта теория к рубежу XV–XVI вв. оказалась, как полагал Т. Кун, в состоянии глубокого кризиса.



## «Общая схема наших ухищрений»<sup>1</sup>

Могла ли теория Птолемея объяснить особенности движения планет, в частности, их попятные движения? Да, могла. Но для этого в нее пришлось ввести дополнительные *ad hoc* условия. Получалось, что эта теория объясняла многие феномены и закономерности планетных движений, но, так сказать, по отдельности, она не устанавливала необходимых связей между различными эмпирическими закономерностями, ее параметры (скорость движения планеты по эпициклу, скорость движения центра эпицикла по деференту, отношение радиусов эпицикла  $r$  и деферента  $R$ ) определялись из наблюдений, между ними не было необходимой связи, что и давало возможность соотносить их друг с другом так, чтобы «спасти явления». Фактически «система» Птолемея состояла из четырех теорий (моделей), а именно: теорий движения Солнца, Луны, верхних и нижних планет. Причем модели движения двух нижних планет – Венеры и Меркурия – заметно отличались друг от друга, поэтому в литературе часто говорят о пяти планетарных моделях Птолемея.

Иными словами, его теория не обладала внутренней логической согласованностью, она была слишком гибкой и потому мало восприимчивой к процедуре опровержения. Изменения и усовершенствования, вносившиеся в одну ее часть, могли никак не сказываться на других частях. Именно в несистемности «системы» Птолемея, в ее «логической гибкости» польский астроном усматривал ее главный порок, ее «монстрообразность», а не в ее несоответствии физике Аристотеля. Со своей стороны, идеал построения теории Коперник видел в структуре геометрии Эвклида: есть набор определений и аксиом, из которых логически выводятся следствия (леммы, теоремы и т.д.).

Кроме того, обращаясь к теории Птолемея, необходимо иметь в виду ее важную особенность, отмеченную Дж. Нортон: «найдя параметры модели посредством их *подгонки* к данным наблюдения, он [Птолемей] получил возможность предсказывать наступление видимых явлений» ([Норт, 2021, с. 179]; курсив мой. – *И.Д.*).

Как правило, в историко-научной литературе к теории Птолемея предъявляются разные претензии, главная из которых сводится к тому, что эта теория не обеспечивала точности астрономических расчетов.

Более того, со временем, как принято считать, вычислительные слабости этой теории становились все более явными и нетерпимыми, и в итоге, как выразился Т. Кун, «положение астрономии Птолемея было скандальным еще до выступления Коперника» [Кун, 1975, с. 94]. Рассмотрим этот упрек детальней.

<sup>1</sup> [Птолемей, 1998, с. 401].



В 1957 г. была опубликована книга Т. Куна *The Copernican Revolution* [Kuhn, 1957]. Показательно, что в вышедшей пять лет спустя монографии *The Structure of Scientific Revolutions* Кун, рассматривая коперниканскую революцию как важный пример, иллюстрирующий его общую концепцию научной революции, ссылается (когда речь заходит о ситуации с птолемеевой астрономией к началу XVI столетия), не на собственное исследование, а на книгу А.Р. Холла [Hall, 1954; Kuhn, 1962, p. 67]. Видимо, это неслучайно, поскольку в книге Куна 1957 г., хотя и говорится о недостатках геоцентрической теории, но о кризисе в астрономии накануне выступления Коперника речи нет (в этой книге Кун вообще не употребляет термин «кризис»). В *The Copernican Revolution* Кун, отдав должное “*subtlety, flexibility, complexity, and power*” эпициклической теории, замечает: «*But it never quite worked*» [Kuhn, 1957, p. 73]. И далее он поясняет, в чем состоит главный, по его мнению, недостаток теории Птолемея: «даже предложенная Птолемеем сложная комбинация деферентов, эксцентров, эпициклов и эквантов не смогла точно согласовать теорию с наблюдениями» [Ibid., p. 74]. Признавая, что в ряде случаев Птолемею всё же удавалось делать весьма точные предсказания, Кун оговаривает, что их «точность неизменно достигалась ценой сложности – добавления все новых малых эпициклов или эквивалентных конструкций» [Ibid.].

Но к тому времени, когда Кун формировал свою концепцию научных революций, ему нужен был кризис как обязательная часть предреволюционной ситуации, как прелюдия к переменам, к поиску новой парадигмы, поэтому формулировки *The Copernican Revolution* казались слишком мягкими. В то же время А.Р. Холл выразился жестче: «к сожалению, к 1500 году было хорошо известно, – и это было скандальным для науки (*a scandal to learning*), – что расчеты [по теории Птолемея] не подтверждались наблюдениями» [Hall, 1954, p. 16]. В *The Structure* Кун повторяет оценку Холла: *The state of Ptolemaic astronomy was a scandal before Copernicus' announcement* [Kuhn, 1962, p. 67].

Теперь в истории коперниканской революции всё встало на свои, определенные Куном места: появление аномалий – кризис – концептуальный хаос межпарадигмальной смуты – переключение гештальта – создание новой парадигмы – ее победное шествие по ученым умам<sup>2</sup>. Правда, по поводу теории Коперника Кун делает оговорку:

<sup>2</sup> Я не касаюсь здесь вопроса о восприятии теории Коперника в XVI в. Замечу только, что подавляющее число астрономов и математиков этого времени видели в его модели достойный внимания, хотя и не лишенный недостатков, расчетный прием, не более того. Только в XVII столетии стал серьезно обсуждаться вопрос о соответствии космологических идей Коперника физической реальности.



«значение “*De Revolutionibus*” состоит не столько в том, что в нем сказано, сколько в том, что он побуждал сказать других. Эта книга вызвала революцию, которую она вряд ли провозглашала. То был породивший революцию, но не революционный текст» [Kuhn, 1957, p. 135]. Однако эта оговорка, сама по себе весьма спорная, мало что меняла в общей концепции научной революции Т. Куна.

Теперь остается выяснить, насколько взятый Куном пример (создание гелиоцентрической космологии) подтверждает его схему порождения и развития революционной ситуации.

Хотя Птолемей предложил действительно «лоскутное представление (*the piecemeal analysis*)» планетных движений [Brooke, Cantor, 1998, p. 208], его эпициклическая модель имела ряд крупных достоинств. «*Во-первых*, она проста и изящна, строя свои конструкции из однотипных элементов – равномерных движений по окружностям. *Во-вторых*, она универсальна, позволяя представить произвольное движение с любой наперед заданной степенью точности. *В-третьих*, она достаточно экономична: точность дотелескопических наблюдений требует от двух (для Земли) до шести (для Марса) эпициклов» [Холшевников, 1994, с. 190]. Универсальность теории Птолемея, отмеченная К.В. Холшевниковым, означает, что эта теория математически была сконструирована так, что она (при правильности вычислений) не могла давать неточные предсказания движения планет, поскольку – как сейчас ясно – функция, характеризующая траекторию планетного движения, фактически представлялась в виде ряда Фурье. Иными словами, с современной точки зрения, в теории Птолемея условно периодические движения планет раскладывались в ряд периодических движений. Поэтому упреки теории Птолемея в вычислительной неточности лишены каких-либо оснований, тем более, что, как показал О. Гингерич, «для предсказания положения планет в 1500 г. использовалась только простая классическая схема Птолемея» [Gingerich, 1975, p. 88], и это понятно – у астрономов в дотелескопическую эпоху практически не было оснований улучшать расчеты путем добавления всё новых эпициклов. Поэтому никак нельзя согласиться с Куном, будто накануне коперниканской революции «сложность астрономии (т.е. астрономических расчетов. – И.Д.) росла гораздо быстрее, чем ее точность, и что несоответствие, исправленное в одном месте, скорее всего, обнаружится в другом» [Kuhn, 1962, p. 68].

Образ теории Птолемея, якобы достигшей к началу шестнадцатого века сложного, запутанного состояния, близкого к краху, нужен был Куну исключительно для поддержания его концепции научной революции, поскольку в отсутствие кризиса птолемеевой теории выступление против нее Коперника выглядело бы (в рамках куновской концепции) совершенно беспричинным. Действительно, Коперник предложил теорию, *физически недоказанную*, требовавшую коренного



пересмотра основ «земной» физики, нового понимания природы и структуры научной теории, а главное – отказа от модели, прекрасно обеспечивавшей точность вычислений.

## Нерешительный Региомонтан

Разумеется, из сказанного никак не следует, что теория Птолемея не имела существенных недостатков. Но, *во-первых*, не все они выявились к началу XVI столетия. Так, согласно Птолемею, Венера в верхнем соединении должна иметь неполную фазу, что не соответствует наблюдению. Однако фазы Венеры были открыты Г. Галилеем в результате телескопических наблюдений планеты только в 1610 г.

*Во-вторых*, следует иметь в виду, что теория Птолемея в течении 1300 с лишним лет постоянно видоизменялась. В результате ее техническая сторона совершенствовалась, а ее вычислительные неточности постепенно устранялись несколькими поколениями астрономов (особо следует отметить труды Марагинской школы). В итоге после работ Г. Пурбаха и И. Региомонтана (1460-е гг.) геоцентрическая теория приобрела законченный вид и прекрасно функционировала.

Но тогда возникает вопрос: почему весьма компетентный в математике и астрономии и крайне осторожный Коперник решился «повернуть апсиды», т.е. отказаться от теории Птолемея и построить свою гелиоцентрическую «систему мира»? Ведь чтобы понять мотивации Коперника, заставившие его принять весьма причудливую идею движущейся Земли, – причудливую, ибо движение ее неощутимо и невидимо для земного наблюдателя<sup>3</sup>, – невозможно удовлетвориться узким «техническим» объяснением, каким бы блестящим оно ни было. И Кун это хорошо понимал. По его мнению, «неспособность справиться с возникающими в развитии нормальной науки техническими задачами по решению головоломок, конечно, не была единственной составной частью кризиса в астрономии, с которым столкнулся Коперник. При более подробном рассмотрении следует также принять во внимание социальное требование реформы календаря<sup>4</sup>... Кроме того, более полное объяснение должно учесть критику Аристотеля в Средние века, подъем неоплатонизма в эпоху Возрождения и, помимо сказанного, другие важные исторические детали. Но ядром кризиса все же остается неспособность справиться

<sup>3</sup> Коперник признается в посвящении «*De Revolutionibus*» папе Павлу III, что он «осмелился вообразить какое-нибудь движение Земли» «вопреки здравому смыслу» [Коперник, 1964, с. 12].

<sup>4</sup> Кун ошибался – для такой реформы создания гелиоцентрической теории не требовалось. – *И.Д.*



с техническими задачами» ([Кун, 1975, с. 97]; курсив мой. – И.Д.). Нет! По крайней мере, не в этом случае. И вот почему.

Как известно, заметную роль в исследованиях Коперника сыграло сочинение И. Региомонтана «Сокращенное изложение Альмагеста Птолемея (*Epytoma in Almagestum Ptolemaei*)» [Regiomontanus, 1496]. По справедливому мнению Н. Свердлова и О. Нейгебауера, благодаря этой работе «математическая астрономия Птолемея, в известном смысле, родилась заново (*was, in a sense, reborn*)» [Swerdlow, Neugebauer, 1984, p. 54]. Региомонтан доказал, что, вопреки мнению Птолемея, модель эксцента вполне применима для описания попятных движений низших планет. Это обстоятельство открывало возможность гелиоцентрического преобразования птолемеевой модели: эксцентр в этом случае мог служить для представления движения планеты вокруг Солнца, Земля и Солнце менялись местами и попятные движения естественным образом объяснялись различием скоростей движения планеты и Земли (детали см.: [Ibid., pp. 54–58]). Подробно такая возможность обсуждалась в статье Н. Свердлова, который подытожил свой анализ следующим образом: «я полагаю, что Коперник пришел к гелиоцентрической теории после тщательного исследования... книги XII “*Epytome*”, в которой были сделаны дальнейшие выводы из модели эксцента для второй аномалии (т.е. для попятных движений. – И.Д.), ведущие к гелиоцентрическому представлению движения планет. Региомонтан либо не смог распознать очевидное гелиоцентрическое преобразование модели, – что я считаю маловероятным ввиду его глубокого понимания планетарной теории, продемонстрированного в “*Epytome*”, а также по причине его тщательного и оригинального анализа модели эксцента для второй аномалии, – либо он очень четко распознал такое преобразование, но отказался поверить, что это было физически возможно». Более того, по мнению Н. Свердлова, «Региомонтан заложил основу великого открытия Коперника. Возможно даже, что, если бы Региомонтан не составил свое подробное описание модели эксцента, Коперник никогда бы не разработал гелиоцентрическую теорию» [Swerdlow, 1973, pp. 471–472].

Оставляя в стороне обсуждение пути, приведшего Коперника к его теории, обращусь к иному вопросу: почему Коперник нашел такое математическое решение (через гелиоцентрическое преобразование модели Птолемея) привлекательным, в то время как Региомонтан не решился его реализовать? Разумеется, точного ответа на этот вопрос мы не найдем, однако...



## Сомнительность точного расчета

В вступительном разделе *Commentariolus* Коперник замечает по поводу традиционного описания движения планет «при помощи эксцентрических кругов и эпициклов»: «всё то, что об этом в разных местах дается Птолемеем и многими другими, хотя и соответствует числовым расчетам, но тоже возбуждает немалые сомнения» [Коперник, 1964, с. 419]. И далее следует критическое замечание о концепции экванта. Но дело не только в экванте, тем более что, как было показано О. Нейгебауэром, Коперник вовсе не ставил себе целью упразднить эквант, хотя и критиковал эту концепцию. Он, как и его предшественники-астрономы в исламском мире, доказывал, что использование второго эпицикла приводит к тем же результатам, что и обращение к экванту [Neugebauer, 1968, pp. 92–96]. Кроме того, критика Коперником идеи экванта носила весьма консервативный характер, поскольку введение экванта нарушало древнее, восходящее по крайней мере к Аристотелю, предписание, согласно которому небесные движения должны быть равномерными и идеально круговыми, за что эту идею задолго до Коперника критиковали арабские астрономы. И тут сказались ирония истории. Введение дополнительных эпициклов вместо экванта привело Коперника к следующему выводу: «планета, двигаясь по эпициклу таким же равномерным движением, как и сам эпицикл по эксцентру, не опишет вполне точного круга, а только близкий» [Коперник, 1964, с. 311]. Единственным утешением могло служить лишь то, что «разница будет нечувствительной» [Там же, с. 310]<sup>5</sup>. Это означало, что Коперник фактически предпочел рассматривать движение центра второго эпицикла как максимально приближенное к движению по деференту в модели Птолемея, т.е. как равномерное по отношению к птолемеевскому экванту. Складывается впечатление, что революционные новации Коперника («остановил Солнце, сдвинул Землю») мотивировались его стремлением довести до полного совершенства традиционные принципы, в первую очередь – древний принцип равномерных круговых движений (*РКД*) небесных тел. Вполне возможно, ибо герои многих научных (как, кстати, и социальных) революций видели свой идеал в прошлом (как они его понимали). И тем не менее мотивации Коперника не исчерпываются сказанным. Необходимо, на мой взгляд, учесть более широкий контекст.

<sup>5</sup> Позднее из этой «нечувствительной разницы» И. Кеплер выстроит новую теорию движения планет по эллиптическим орбитам.





## «Язык пространства, сжатого до точки»<sup>6</sup>

В *Commentariolus* (создан между 1510 и 1514 гг.), Коперник, постулируя двоякое движение Земли как необходимое условие объяснения системы мира, осудил защиту натурфилософами неподвижности нашей планеты следующими словами: «...Те доводы, при помощи которых натурфилософы (*physiologi*) главным образом пытаются установить ее [Земли] неподвижность, опираются большей частью на видимость (*apparentiis*); все они сразу же рухнут, если мы также на основании видимых явлений заставим Землю вращаться» [Коперник, 1964, с. 420]. Так в русском переводе. В оригинале (вторая часть цитированной фразы): “*quae omnia hic inprimis corruunt, cum etiam praeter apparentiam versemur eandem*” [Copernicus]. Однако этот фрагмент допускает и другое понимание. К примеру, Э. Розен перевел выражение “*cum etiam praeter apparentiam versemur eandem*” как “*since I treat the earth’s immobility as due to an appearance*” [Rosen (ed.), 1959, p. 59]. В переводе Р. Чен-Морриса и Р. Фельдхей: “*because we are engaged [with something] beyond that very same appearance* [Chen-Morris, Feldhay, 2017, p. 110]. Согласно этим переводам, Коперник обещал показать, что неподвижность Земли – это видимость, и в своем доказательстве предполагал опираться на что-то, что находится «за пределами кажущейся (*praeter apparentiam*)» неподвижности Земли. Если это так, – а мне представляется, что оба английских перевода правильно передают смысл оригинала, – то речь идет об отношениях видимости (*apparentia*, греч. *φαινόμενον*) и того, что существует «за ее пределами».

Это замечание Коперника важно потому, что оно предусматривает изменение положения наблюдателя и новое разграничение между видимым и невидимым миром. Много лет спустя в *De revolutionibus* (1543) он возвратился к проблеме «видимости», рассматривая, как невидимое для нас движение Земли проявляется в видимых движениях звезд и планет, т.е. анализируя ситуацию, когда физическое явление, – движение Земли, – недоступное чувствам, оказывается причиной кажущегося, но не реального движения планет. Вопрос о соотносительности видимости/кажимости и реальности был для Коперника отнюдь не второстепенным. Фактически, он меняет существующее иерархическое отношение между видимым, на которое должно, как считалось, опираться познание, и невидимым, имевшим более низкий познавательный статус в изучении природы. Проблема Коперника: как нечто, находящееся «за пределами» видимости и чувственного восприятия, может быть преобразовано в астрономическое знание?

<sup>6</sup> О.Э. Мандельштам (1935).



По мысли Птолемея, человек вообще не в силах постичь аналогические начала Бытия, в силу чего ему остается лишь занять позицию «эпистемологического смирения»: «не следует применять человеческие понятия к божественному и добиваться в таком великом деле уверенности при помощи совсем неподходящих аналогий, ибо что может быть общего между тем, что вечно остается тем же самым (т.е. небесным порядком. – *И.Д.*), и тем, что никогда не сохраняется (т.е. подлунным миром. – *И.Д.*)» [Птолемей, 1998, с. 401]. Коперник же постулирует никак не ощущаемое нами движение Земли как реальное явление, объясняющее многие особенности видимых движений звезд и планет, в частности, их попятные движения, которые оказываются вовсе не движениями на небе, но следствием движения Земли, которое планеты «заимствуют (*mutuant*) для своих видимых движений». И в этом нас убеждают «разумный порядок (*ratio ordinis*)» следования светил и «гармония всего мира (*mundi totius harmonia*)» [Коперник, 1964, с. 30].

Вместе с тем, понимание Коперником «видимостей» включает в себя нечто большее, чем просто вопросы логики или дисциплинарных отношений между математикой и физикой в эпоху Возрождения. Оно органично вписывается в контекст ренессансной полемики по поводу значения видимостей и их отношения к невидимой глазом реальности, полемики, тесно связанной с ренессансной теорией центральной линейной перспективы.

Действительно, задача перспективистской живописи – создание иллюзии совпадения изображаемой на картине реальности с изображаемым, как его видит наш телесный глаз. Перспектива – это вмешательство понимания в акт видения. Различие с ситуацией в астрономии заключалось в том, что астроном, в отличие от живописца, не может видеть изучаемый объект как таковой (со стороны), он должен по видимости судить о реальности. По словам Леонардо, глаз «является начальником астрономии (*astrologia*), он создает космографию, именно он дает советы всем человеческим искусствам и исправляет их... Он – государь математических наук, его науки достовернейшие (*certissime*)» [Леонардо да Винчи, 1955, с. 643]. «Нет, – возразил бы ему Коперник, присовокупив цитаты из древних авторов, – глаз далеко не всегда является источником достовернейшего знания, ибо видимость обманчива, ее необходимо постоянно верить разумом». Можно спорить, какая из этих позиций ближе духу Ренессанса, но в любом случае создание гелиоцентрической теории – это событие эпохи линейной перспективы и всех ментальных и социокультурных процессов, которые ее (линейную перспективу) породили.

Если живописец имеет в своем распоряжении изображаемый объект и его задача – создать на плоскости холста<sup>7</sup> его иллюзорное

<sup>7</sup> Или на плоскости доски. Большинство картин в XV в. писалось на досках.



представление, имитирующее то, которое создано глазом, то задача астронома-коперниканца иная – перед ним иллюзия («картина») уже есть, и ему надо понять, что именно, какую реальность она представляет. То есть если живописец решает, так сказать, прямую задачу (переход от реальности к видимости), то астроном – обратную (воссоздание реальности по видимости). Но это две стороны одной и той же проблемной ситуации: найти точные строгие соотношения между видимыми предметами (объектами) и тем, что видит наблюдатель.

О линейной перспективе в эпоху Кватроченто рассуждали многие, в частности, Пьеро делла Франческа и Леон Баттиста Альберти. Последний признавал, что профессиональные математики «измеряют форму вещей одним умом, отрешившись от всякой материи», тогда как задача живописца – «изобразить вещи для зрения» [Альберти, 1935–1937, т. 2, с. 26]. Но как только Альберти обращался к методу перспективы, ему приходилось разъяснять читателю, как невидимая математическая «сетка» перспективы формирует пространственные отношения на поверхности картины.

Настойчивое требование Альберти – художник должен заранее определить положение глаза, чтобы правильно наблюдать изображаемый объект – находит свое отражение в требовании Коперника определить местоположение наблюдателя во Вселенной, прежде чем приступить к описанию движения небесных тел.

В «*De pictura*» процесс восприятия картины описан с использованием математической конструкции, состоящей из двух горизонтально ориентированных зрительных пирамид с общим основанием. Вершина одной из них находится в глазу смотрящего, а ее основание – плоскость картины [Данилова, 1996, с. 19].

Заметим, что и Франческа, и Альберти, и Леонардо, и многие другие авторы, писавшие о перспективе, делали акцент на фактор удаленности изображаемого от наблюдателя. Действительно итальянская перспектива предполагает построение некоторого далекого образа, взгляда *отсюда – туда*, и потому образной метафорой картины Ренессанса стало окно, широко открытое в мир [Там же, с. 7, 9].

Коперник, увидевший реальное движение не на небе (точнее, не только там), но в месте, где находится наблюдатель, работал в той же системе представлений (в той же парадигме, как сказал бы Т. Кун), что и теоретики и практики линейной перспективы. Подобно мастеру перспективистской живописи, фромборкский астроном выделяет из разнообразных схем репрезентации планетных движений ту единственную, которая наилучшим образом передает симметрию и гармонию мира. Астроном-традиционалист не в состоянии правильно видеть Космос, симметрия и гармония которого раскрывается человеку, только когда он осознает, что наблюдает движение небесных тел не из топографического центра мира, т.е. когда он осознает подлинную природу своего видения. Коперниканская революция



совершила «своего рода анаморфозу Вселенной» [Hallun, 1993, p. 102]. Истина в ее полноте и цельности открывается лишь с определенной точки созерцания, в особом ракурсе, адекватном правильному видению божественного Творения. Гелиоцентрическое представление мира стало возможным путем контролируемой трансформации геоцентрической модели. Видимая «действительность» отринута, вместо нее – образ рационально сконструированного мира, в котором форма господствует над содержанием, а относительное над абсолютным (подр.: [Дмитриев, 2006]).

Размышления Альберти о перспективе и его идея представления бесконечности переключаются с некоторыми мыслями Николая Кузанского, особенно с содержанием его трактата *De visione Dei*. Возможно, Кузанец был знаком с сочинением Альберти [Carman, 2014].

Кузанский не ограничивается напоминанием о ненадежности человеческого видения, он требует от читателя признания, что статус наблюдателя сам по себе иллюзорен, а следовательно, и экс(вне)-центричен, поскольку в действительности он, наблюдатель, оказывается наблюдаемым. В этой перспективе позиция Коперника представляется весьма дерзкой, ибо его теория предполагает взгляд, наблюдающий за наблюдателем, т.е. совершенно особый, уникальный взгляд на небо, тот взгляд, который Николай Кузанский соотносил с Богом.

Более того, позиция Коперника коренным образом меняет модель объяснения природных явлений. Действительно, если до него вопросы, касающиеся движения небесных тел, формулировались в терминах особенностей (свойств), присущих самим этим телам (к примеру, способность планеты совершать попятные движения полагаются неотъемлемым свойством/качеством самой планеты), то Коперник предложил иной идеал объяснения: если требуется объяснить, допустим, попятное движение планет, необходимо выяснить *что-то другое*, к примеру, строение планетной системы (что относительно чего движется, где находится наблюдатель и т.д.) и затем, через это «другое» можно попытаться объяснить то, что видит глаз (и, вообще, какое-либо явление). Иными словами, эспланас и эспландум теории должны быть разнородны.

К сказанному в этом разделе нелишне добавить также краткий исторический комментарий. Региомонтан, скорее всего, благодаря Паоло Тосканелли, узнал об увлечении Кузанца математическими проблемами (Тосканелли был общим другом обоих). Как видим, столь разные интеллектуалы, как Альберти, Кузанский, Региомонтан и Тосканелли, оказались на исходе Кватроченто в одном культурном (итальянском *par excellence*) поле. В этом же интеллектуальном поле оказался позднее и Коперник, когда он прибыл в Болонью в 1496 г. [Rose, 1975].

Итак, фромборкский астроном глубоко осознал, что структуры и сущности, не доступные прямому наблюдению, могут быть познаны



с помощью определенных гипотез и рассуждений, позволяющих получить информацию о том, что не поддается чувственному восприятию, т.е., говоря словами Альберти, «сделать отсутствующее присутствующим (*absentes... present es esse faciat*)» [Альберти, 1935–1937, т. 2, с. 39]. В итоге традиционной астрономии был брошен серьезный вызов. Картина движения планет оказывалась различной с различных положений: планетарные движения, наблюдаемые из точки эксцентра не совпадали с тем, что видел бы наблюдатель, находящийся в точке экванта (причем, если первое положение было реальным положением наблюдателя, то эквант был точкой воображаемой, поэтому «получалось, что светило двигалось с постоянной скоростью не по несущей его орбите и не вокруг собственного ее центра» [Коперник, 1964, с. 419]). Тем самым положение наблюдателя не являлось более индифферентным по отношению к видимой «структуре мира».

Указанные обстоятельства, сами по себе не новые, но в интеллектуальной ситуации раннего Нового времени получившие особую значимость, в заметной мере предопределили решение Коперника принять невидимое движение Земли в качестве основного принципа его системы. То, что небеса кажутся нам движущимися, не может, по Копернику, служить доказательством неподвижности Земли, поскольку видимость иногда скрывает больше, чем являет, и что будет явлено наблюдателю, а что скрыто от него, зависит от положения последнего.

Выстраивая гелиоцентрическую теорию, Коперник, если рассматривать его достижения в историческом ракурсе, искал ответы на вызовы, которые искусственная перспектива Альберти и теологические спекуляции Кузанского бросили визуальному опыту в XVI столетии.

## Революции не по Куну

Теперь можно вернуться к реконструкции истории коперниканской революции, предложенной Т. Куном.

Как видим, никакого кризиса в математико-астрономическом обществе XV – начала XVI вв. не было, если, конечно, не иметь в виду, как это делал Н. Свездлов [Swerdlow, 2004, p. 85], кризис в голове одного человека – Николая Коперника.

«Система» Птолемея с чисто теоретической точки зрения не содержала в себе никаких крупных изъянов, которые требовали бы ее замены. Да, были практические вычислительные трудности, связанные с необходимостью определять большое число параметров из наблюдений (пять параметров для каждого эпицикла), но эти трудности были преодолимы.



Следовательно, действовали какие-то иные причины, заставившие Коперника разрабатывать новую космологию, и эти причины имели сложный социокультурный и философско-методологический, а отнюдь не «технический», как полагал Кун, характер. На *некоторых* из них я остановился выше (см. также [Дмитриев, 2006]), хотя контекст коперниканских новаций и их мотивационный узор, разумеется, много богаче.

Коперниканская революция не является научной революцией кунновского типа, она не была вызвана эмпирическими неудачами птолемеевой астрономии (т.е. накоплением аномалий, переходящим в кризис). События развивались по другой схеме. Коперник поставил себе целью провести принцип *РКД* более последовательно, чем это делалось в теории Птолемея, одновременно предъявив к ней те требования эстетического и методологического порядка (соблюдение *RT*-симметрии<sup>8</sup>, установление каузальных связей между отдельными закономерностями, преодоление запрета на метабасис и т.д.), которым когнитивно фрагментированная система Птолемея при всей ее эластичности не удовлетворяла и, по условиям времени ее создания, удовлетворять не могла.

Подобно тому, как в коперниканском и в посткоперниканском мире для объяснения некоторого явления необходимо исходить из «чего-то иного» (скажем, объяснять свойства тела, исходя из его структурных особенностей, а не рассуждениями типа «сера желтая потому, что в ней есть особое, никому не ведомое начало желтизны»), так и природу научных революций, видимо, имеет смысл объяснять исходя из «чего-то иного», не ограничиваясь контекстом преодоления чисто технических трудностей. Специалисты по философии науки высказывали самые разные критические замечания в адрес концепции научных революций Куна. Мне же, как историку науки, хотелось завершить эту статью общим соображением относительно феномена научных революций.

Как крупные идейные повороты, как выходы «за пределы данного, очевидного и даже мыслимого благодаря вторжению внешнего многообразия во внутреннюю интеллектуальную историю» [Касавин, Порус, 2020, с. 12], научные революции представляют собой результат *резонанса* интеллектуальных и социокультурных трендов эпохи. Назову эту особенность научных революций *принципом резонанса интеллектуальных трендов*. Кстати, отмеченная особенность относится не только к революциям научным, но и к социальным [Бovyкин, Чудинов, 2020, с. 24]. Именно одновременное действие в течение некоторого исторического периода различных по своему характеру, но сцепленных (иногда совершенно неочевидным образом) факторов (главные из которых – великие географические открытия,

<sup>8</sup> Об этом см. [Дмитриев, 2006].



прежде всего, Колумба; изобретение книгопечатания; религиозная Реформация и т.д.) способствовали революционным изменениям в натурфилософии, которые, в свою очередь, породили собственно научную революцию. При этом разные факторы отличались не только интенсивностью своего воздействия, меняющейся в динамике интеллектуальной *bellum omnium contra omnes* (а научная революция на каком-то этапе превращается именно в интеллектуальную холодную войну, исход которой не известен заранее ни одной из противостоящих сторон [Дмитриев, 2018]), но и направленностью своего действия. Скажем, изобретение книгопечатания коренным образом изменило скорость и характер распространения идей, а также коммуникативные технологии Европы, а социально-экономические кризисы и войны стимулировали творческую активность индивидов и т.д.

Понимание научной революции как резонансного феномена, разумеется, требует дальнейшей детальной разработки. Мне представляется, что на современном этапе развития истории и философии науки резонансная модель научных революций оказывается более других адекватной наличному историко-научному материалу и весьма перспективной.

## Список литературы

Альберти, 1935–1937, т. 2 – *Альберти Л.Б.* Три книги о живописи // *Альберти Л.Б.* Десять книг о зодчестве: В 2 т. М.: Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1935–1937. Т. II. Материалы и комментарии / Коммент. В.П. Зубова при участии: А.И. Венедиктова, А.Г. Габричевского и А.К. Дживелегова. С. 25–63.

Бовыкин, Чудинов, 2020 – *Бовыкин Д.Ю., Чудинов А.В.* Французская революция. М.: Альпина нон-фикшн: Пост Наука, 2020. 468 с.

Данилова, 1996 – *Данилова И.Е.* Судьба картины в европейской живописи. М.: Российский государственный гуманитарный университет, 1996. 72 с.

Дмитриев, 2006 – *Дмитриев И.С.* Искушение святого Коперника: ненаучные корни научной революции. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. 278 с.

Дмитриев, 2018 – *Дмитриев И.С.* «Tempus spargendi lapides»: размытая структура научных революций // *Эпистемология и философия науки.* 2018. Т. 55. № 4. С. 189–205.

Касавин, Порус, 2020 – *Касавин И.Т., Порус В.Н.* Возвращаясь к Т. Куну: консервативна ли «нормальная наука»? // *Эпистемология и философия науки.* 2020. Т. 57. № 1. С. 6–19.

Коперник, 1964 – *Коперник Н.* О вращении небесных сфер. Малый комментарий. Послание против Вернера. Упсальская запись / Пер. с лат. И.Н. Веселовского; статья и общ. ред. А.А. Михайлова. М.: Наука, 1964. 653 с.

Кузанский, 1979–1980 – *Кузанский Николай.* Сочинения: В 2 т. М.: Мысль, 1979–1980.



Кун, 1975 – Кун Т. Структура научных революций / Пер. с англ. И.З. Налетова. М.: Прогресс, 1975. 288 с.

Леонардо да Винчи, 1955 – *Леонардо да Винчи. О свете, зрении и глазе // Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения.* М.: Изд-во Академии наук СССР, 1955. С. 642–734.

Норт, 2021 – *Норт Д. Иллюстрированная история астрономии и космологии / Пер. с англ. К. Иванова.* М.: Новое литературное обозрение, 2021. 1103 с.

Птолемей, 1998 – *Птолемей К. Альмагест: Математическое сочинение в тринадцати книгах / Пер. с др.-греч. И.Н. Веселовского.* М.: Наука: Физматлит, 1998. 672 с.

Холшевников, 1994 – *Холшевников К.В. Точность эпициклической теории // На рубежах познания Вселенной (Историко-астрономические исследования, 34) / Под ред. А.А. Гурштейна.* М.: ТОО фирма «Янус», 1994. С. 181–191.

## References

Alberti, L.B. *Desyat' knig o zodchestve* [Ten Books on Architecture, 2 vols], trans. by V. Zubov. Moscow: Published by the All-Union Academy of Architecture, 1935–1937. (Trans. into Russian)

Brooke, Cantor, 1988 – Brooke, J.H., Cantor, J. *Reconstructing Nature: The Engagement of Science and Religion.* Edinburgh: T. & T. Clark, 1998, 386 pp.

Bovykin, D., Chudinov, A. *Frantsuzskaya revolyutsiya* [French Revolution]. Moscow: Al'pina non-fiction: Post Nauka, 2020, 468 pp. (In Russian)

Carman, 2014 – Carman, C. *Leon Battista Alberti and Nicholas Cusanus: Towards an Epistemology of Vision for Italian Art and Culture.* Farnham, UK: Ashgate, 2014, 220 pp.

Chen-Morris, Feldhay, 2017 – Chen-Morris, R., Feldhay, R. “Framing the Appearances in the Fifteenth Century: Alberti, Cusa, Regiomontanus, and Copernicus”, in: R. Feldhay & F.J. Ragep (eds). *Before Copernicus: The Cultures and Contexts of Scientific Learning in the Fifteenth Century.* Montreal and Kingston: McGill-Queen's University Press, 2017, pp. 110–140.

Copernicus, N. “Commentariolus. Complete Latin text online at Bibliotheca Augustana” [[http://www.fb-augsburg.de/%7Eharsch/Chronologia/Lspost16/Copernicus/kop\\_c00.html](http://www.fb-augsburg.de/%7Eharsch/Chronologia/Lspost16/Copernicus/kop_c00.html)], accessed on 15.08. 2022]

Copernicus, N. *O vrashchenii nebesnykh sfer* [On the Revolutions of the Heavenly Spheres], trans. by I.N. Veselovskii. Moscow: Nauka, 1964, 653 pp. (Trans. into Russian)

Cusanus, N. *Sochineniya*, 2 t. [Works, 2 vols.], ed. by V. Sokolov. Moscow: Mysl', 1979–1980. (Trans. into Russian)

Danilova, I. *Sud'ba kartiny v evropeiskoi zhivopisi* [The Fate of the Painting in European Fine Art]. Moscow: Russian State Humanitarian University, 1996, 72 pp. (In Russian)

Dmitriev, I.S. *Iskushenie svyatogo Kopernika: nenauchnye korni nauchnoi revolyutsii* [The Temptation of St. Copernicus: The Unscientific Roots of the Scientific Revolution]. St. Petersburg: St. Petersburg State University Press, 2006, 278 pp. (In Russian)





Dmitriev, I.S. “Tempus spargendi lapides»: razmytaya struktura nauchnykh revolyutsii’ [“Tempus spargendi lapides”: The Fuzzy Structure of Scientific Revolutions], *Epistemology & Philosophy of Science*, 2018, vol. 55, no. 4, pp. 189–205. (In Russian)

Dmitriev, I.S. “Kontinental’naya paradigma ostrovnoy nauki (kto stal sozdatelem ‘nyutonianskoi nauki’?)” [Continental Paradigm of Island Science (Who Became the Creator of “Newtonian Science”?)], *Sociology of Science and Technology*, 2020, vol. 11, no. 4, pp. 7–28. (In Russian)

Gingerich, 1975 – Gingerich, O. “‘Crisis’ versus Aesthetic in the Copernican Revolution”, *Vista in Astronomy*, 1975, vol. 17, no. 1, pp. 85–95.

Goldstein, 2002 – Goldstein, B. “Copernicus and the Origin of His Heliocentric System”, *Journal for the History of Astronomy*, 2002, vol. 33, no. 3, pp. 219–235.

Hall, 1954 – Hall, A.R. *The Scientific Revolution, 1500–1800: The Formation of the Modern Scientific Attitude*. London and New York: Longmans, Green, 1954, 390 pp.

Hallyn, 1993 – Hallyn, F. *The Poetic Structure of the World: Copernicus and Kepler*, trans. by D. Leslie. New York: Zone Books, 1993, 368 pp.

Kasavin, I.T., Porus, V.N. “Vozvrashchayas’ k T. Kunu: konservativna li ‘normal’naya nauka’?” [Turning Back to Kuhn: Is Normal Science Conservative?], *Epistemology & Philosophy of Science*, 2020, vol. 57, no. 1, pp. 6–19. (In Russian)

Kholshchevnikov, K. “Tochnost’ epitsiklicheskoi teorii” [The Accuracy of Epicyclic Theory], in: A. Gurshtein (ed.). *Na rubezhakh poznaniya Vselennoi* [On the Frontiers of Knowledge of the Universe]. Moscow: Yanus, 1994, pp. 181–191. (In Russian)

Kuhn, 1957 – Kuhn, T. *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1957. 297 pp.

Kuhn, 1962 – Kuhn, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962, 172 pp.

Kuhn, 1975 – Kuhn, T. *Struktura nauchnykh revolyutsii* [The Structure of the Scientific Revolution], trans. by I.Z. Naletov. Moscow: Progress, 1975, 288 pp. (In Russian)

Leonardo da Vinci. *Izbrannye estestvennonauchnye proizvedeniya* [Selected Works of Natural Science], trans. by V. Zubov. Moscow: USSR Academy of Sciences Publishing House, 1955, 834 pp. (In Russian)

Neugebauer, 1968 – Neugebauer, O. “On the Planetary Theory of Copernicus”, *Vistas in Astronomy*, 1968, vol. 10, pp. 89–103.

North, J. 2021 – North, J. *Cosmos. Illyustrirovannaya istoriya astronomii i kosmologii* [Cosmos: An Illustrated History of Astronomy and Cosmology], trans. by K. Ivanov. Moscow: Novoe literaturnoe obozrenie, 2021, 1103 pp. (Trans. into Russian)

Palter, 1970 – Palter, R. “An Approach to the History of Early Astronomy”, *Studies in History and Philosophy of Science. Part A*, 1970, vol. 1, no. 2, pp. 93–133.

Pedersen, 2010 – Pedersen, O. *A Survey of the Almagest: With Annotation and New Commentary by Alexander Jones*. New York etc.: Springer Verlag, 2010, 480 pp.

Ptolemaeus, 1820 – Ptolemaeus, C. *Κλαυδίου Πτολεμαίου Υποθέσεις τῶν πλανημένων ἀρχαί και Προκλου Διαδοχου ὑποτιπώσεις. Hypotheses et Époques des Planètes de Claude Ptolémée, et Hypotyposes de Proclus Diadochus* / Traduites du Grec en Français, sur les manuscrits de la bibliothèque du Roy suivies de trois mémoires traduits de l’Allemand de M. Ideler, sur les connoissances astronomiques des Chaldéens, sur le Cycle de Méton, et sur l’ère Persique; et précédées d’un discours



préliminaire et de deux dissertations sur les mois macédoniens, et sur le calendrier judaïque par l'Abbé Halma. Paris: Merlin, 1820.

Ptolemy, K. *Almagest* [Almagest], trans. by I.N. Veselovskii. Moscow: Nauka, 1998, 672 pp. (Trans. into Russian)

Regiomontanus, 1496 – Regiomontanus, Io. [de Mo(n)te Regio]. *Epytoma in Almagestum Ptolemæi*. Venezia: Johannes Hamman pour Kaspar Grosssch et Stephan Roemer, 1496.

Rose, 1975 – Rose, P.L. *The Italian Renaissance of Mathematics: studies on humanists and mathematicians from Petrarch to Galileo*. Geneva: Droz, 1975, 316 pp.

Rosen, 1959 – Rosen, E. (ed.) *Three Copernican Treatises*. 2nd ed. New York: Dover, 1959, 284 pp.

Swerdlow, 1973 – Swerdlow, N. “The Derivation and First Draft of Copernicus’s Planetary Theory: A Translation of the Commentariolus with Commentary”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 1973, vol. 117, no. 6, pp. 423–512.

Swerdlow, 2004 – Swerdlow, N. “An Essay on Thomas Kuhn’s First Scientific Revolution, «The Copernican Revolution»”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 2004, vol. 148, no. 1, pp. 64–120.

Swerdlow, Neugebauer, 1984 – Swerdlow, N.M., Neugebauer, O. *Mathematical Astronomy in Copernicus’s De Revolutionibus*. In Two Parts. New York: Springer-Verlag, 1984. 711 pp.