

УДК 001

Становление науки нового времени: интертеоретический контекст

Нугаев Ринат Магдиевич

Доктор философских наук, профессор,
Казанский филиал Российского университета кооперации,
420045, Россия, Республика Татарстан, Казань, ул. Н. Ершова, 58;
e-mail: rinatnugaev@mail.ru

Аннотация

В статье анализируется интертеоретический контекст коперниканской революции, приведшей к становлению науки нового времени. Эта революция рассматривается через призму концепции генезиса и структуры научных революций, сложившейся в результате обобщения опыта революции Эйнштейновской и изложенной в предыдущих публикациях автора. На основе этого материала автором была разработана модель роста знания в процессах научных революций, согласно которой рост знания состоит во взаимодействии, взаимопроникновении и синтезе разнообразных научно-исследовательских программ, выросших из различных предметных областей и сложившихся на основе разных культурных традиций.

В данной статье утверждается, что и коперниканская революция также может быть рассмотрена как результат осознания и разрешения определенного дуализма – между математической астрономией и качественной физикой Аристотеля в птолемеевской космологии. С этой точки зрения работы Коперника, Галилея, Кеплера и Ньютона были этапами как «нисхождения» математики с небес на Землю, так и обратного «воцарения» земной физики на небе. Но само осознание противоречия встречи между физикой и астрономией стало возможным потому, что на первых этапах европейская наука нового времени была закономерным результатом становления

христианского мировоззрения с его стремлением «по капле выдавливать из себя» языческие компоненты.

Ключевые слова

Наука нового времени, коперниканская революция, математическая астрономия, квалитативная физика.

Введение

Что побудило математиков, астрономов и физиков Нового времени совершить головокружительный скачок от утвердившейся в веках *геоцентрической* аристотелевско-птолемеевской космологии, астрономическая компонента которой была превосходно разработана математически, а физическая – прекрасно подтверждалась на опыте – к весьма сомнительной, особенно на первых порах, *гелиоцентрической* научной картине мира? И тем самым инициировать процесс, приведший к первой научной революции? Какие глубокие «внутренние» импульсы и мощные «внешние» социальные движения должны были способствовать генезису, становлению и победе классической европейской науки?

Очевидно, что первое приходящее в голову, всплывающее из памяти «школярское» объяснение – апелля-

ция к «*твердым фактам*», открытым создателями нового естествознания, – крайне неубедительно. Обладая здравым смыслом, трудно поверить в то, что сотни поколений смелых, практичных, энергичных и толковых людей, создателей мировых империй и строителей пирамид и соборов, людей не менее трезвомыслящих и наблюдательных, чем фромборкский каноник Николай Коперник, придворный астролог Иоганн Кеплер, гвардейский офицер Рене Декарт, придворный философ Галилео Галилей и директор монетного двора сэр Исаак Ньютон, из века в век упорно не замечали «упрямые факты», известные сегодня каждому школьнику.

Каким же образом эти хрестоматийные факты вдруг неожиданно свалились на головы будущих творцов нового естествознания для того, чтобы заложить прочный фундамент науки Нового Времени?

В литературе немало подобных переходящих из учебника в учебник

нравоучительных рассказов, но обращение к *реальной* истории науки, подлинным документам эпохи позволяет поставить хотя бы некоторые из этих мифов под сомнение.

Так, сам патриарх нововременной науки Николай Коперник был почему-то далек от того, чтобы обвинять своего конкурента Клавдия Птолемея в ошибочности предсказаний, считая птолемеевскую астрономию вполне «соответствующей числовым данным». Действительно, планетарные теории из геоцентрической исследовательской программы в свое время, задолго до Коперника, не раз испытывали значительные трудности в описании астрономических данных. Но именно для последовательного (и успешного) преодоления этих трудностей и были изобретены сначала «эпицикл» и «деферент»¹, а затем т.н. «эквант»². Правда, в итоге оказалось, что планеты движутся с равной скоростью не по своим деферентам и не относительно некоторого реального центра, как хотелось бы аристотели-

1 Эпицикл – окружность, центр которой движется по другой окружности – деференту.

2 В системе Птолемея эпицикл каждой планеты движется равномерно не относительно центра деферента, но относительно другой точки, получившей название «экванта».

анской науке. Как отмечал сам Коперник, «осознав эти недостатки, я часто размышлял над тем, нельзя ли найти какое-нибудь *более разумное* сочетание кругов, из которого можно было бы вывести каждое видимое отклонение и при котором каждый объект двигался бы равномерно вокруг собственного центра, как этого требует правило совершенного движения»³.

Но вот что говорят историки астрономии: «теория Птолемея была не очень аккуратна. Положение планеты Марс на небосводе, например, она описывала с точностью около 5 градусов. Но ... предсказания положений планет в теории Коперника... были в той же мере плохи...»⁴.

Далее в учебниках обычно следует назидательная история о люстре в Пизанском соборе, созерцая колебания которой во время обязательных католических месс, студент-медик Галилео Галилей открыл закон, связывающий период колебаний маятника с его длиной⁵. Увы, как показал француз-

3 Коперник Н. О вращениях небесных сфер. – СПб.: Амфора, 2009. – С.462.

4 Gingerich A. The Copernican Celebration // Science Year. – 1973. – P. 266.

5 См., например, Даннеман Ф. История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии: От эпохи Галилея до середины XVIII века. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – С. 29.

ский историк науки Александр Койре, эта люстра была подвешена к потолку собора только через много лет *после* отъезда Галилея из родного города.

То же справедливо и в отношении хрестоматийной истории о «критическом эксперименте», опровергшем физику Аристотеля и состоявшем в бросании Галилеем деревянных и чугунных шаров с пизанской башни. Но ни одного протокольного предложения с указанием конкретных дат и полученных экспериментальных результатов обнаружено не было. Более того, в своих многочисленных сочинениях Галилей (1564-1642) об этих опытах *ни разу не упоминал*. На них, правда, ссылался его ученик Винченцо Вивiani в очерке жизни Галилея, написанном после смерти учителя в 1654 г. (и опубликованном лишь в 1717 г.). Согласно Вивiani, Галилей опускал с наклонной башни в Пизе, «отлично годившейся для подобного рода опытов», полуфунтовый шар и стофунтовую бомбу. При этом оказалось, что бомба опередила шар только на несколько дюймов⁶.

6 Цит. по: Даннеман Ф. История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии: От эпохи Галилея до середины XVIII века. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – С.48. Комментирующий написанную Вивiani биографию

Подобный результат трудно рассматривать в качестве «критического эксперимента», учитывая к тому же, что подобного рода опыты (со сходными результатами) были произведены еще комментатором Аристотеля, которого звали Филопон Александрийский, за тысячу лет до Галилея.

Понятно, что в своих исследованиях движения Галилей, в силу тогдашнего состояния науки, отвлекался от такого существенного фактора, как сопротивление воздуха. Впервые закон сопротивления, оказываемого движущимся телам жидкостями и газами, был установлен только Ньютоном. Последний пришел к выводу, что для данного тела сопротивление среды пропорционально квадрату скорости тела. Правда, опыты, произведенные Ньютоном для проверки этого закона, показали, что он верен только для малых и средних скоростей.

Когда же проблемой определения *действительной* траектории, ко-

фию Галилея историк науки Э.Вольвиль советует относиться к биографиям, составленным учениками, с осторожностью, поскольку в последних «объективность изложения приносится в жертву благоговейному настроению биографа». В частности, Вольвиль пришел к тому результату, что если сведения Вивiani не подтверждаются другими свидетельствами, то к ним нельзя относиться с полным доверием.

торая описывается движущимся телом под влиянием воздуха, занялся другой основатель математической физики – Иоганн Бернулли (1667-1748) – то оказалось, что математический анализ справиться с этой задачей не в силах. Приближенного решения баллистической проблемы можно было ожидать только от сочетания опыта и вычислений. Наибольший вклад в этом направлении внесла работа Бенжамина Роббинса (1707–1751) «Новые принципы артиллерии»⁷ (1742), в которой было показано как то, что закон Ньютона справедлив только для малых скоростей, так и то, что при больших скоростях сопротивление воздуха возрастает значительно сильнее.

Важно, что для того, чтобы определить *действительную* скорость снаряда в любой точке его траектории, Роббинс вынужден был сконструировать особый «баллистический маятник»: очень тяжелое тело было подвешено так, чтобы оно могло раскачиваться. Только выстрелив в это тело ядром из пушки, можно было по

весу, размерам и отклонениям маятника вычислить на основании закона сохранения импульса скорость ядра. Неудивительно, что в силу чрезвычайной сложности подлежащих учету обстоятельств *вопрос и до сих пор не решен окончательным образом*. Судя по всему, современная теоретическая механика не очень далеко ушла вперед от Аристотеля (384-322 гг. до н.э.), видевшего причину свободного падения в некотором скрытом качестве, в свойственном телу «устремлении к своему естественному месту». При этом, предвосхищая Галилея, Аристотель указывал на то, что подобное движение должно становиться все более скорым, поскольку непрерывно смыкающийся над падающим телом воздух дает ему все новые и новые толчки.

Далее, описывая не менее известные опыты по движению шаров по наклонной плоскости, легшие в основу еще одной серии критических аргументов против аристотелевской механики, Галилей никаких экспериментальных результатов не приводит вообще. Он лишь вскользь замечает, что полученные им данные «дают великолепное согласие с экспериментом». Но наши трезвомыслящие современники отмечают, что это весьма

7 Robins B. [1742]. *New Principles of Gunnery: containing the determination of the force of gun-powder, and an investigation of the difference in the resisting power of the air to swift and slow motions, with several other tracts on the improvement of practical gunnery.* – London: F. Win-grave, 1805. – 341 p.

сомнительно, поскольку точные часовые механизмы тогда еще не были изобретены, и Галилею приходилось измерять время или по своему пульсу⁸, или при помощи водяных часов⁹. Несмотря на риторические призывы «изучать природу, а не Аристотеля» и язвительные комментарии в адрес инакомыслящих («когда я через мою трубу хотел показать профессорам флорентинской гимназии спутников Юпитера, то они отказались посмотреть на них и на трубу; эти люди думают, что истину следует искать не в природе, а в сличении текстов»¹⁰), в своих сочинениях Галилей описывает эксперименты, которые сам он никогда не проводил.

И астрономические открытия (при помощи изобретенного им телескопа) Галилеем неровностей поверхностей Луны, пятен на Солнце, фаз Венеры и спутников Юпитера теряют свою убедительность, будучи вписаны в исторический контекст своего

времени и подвергнуты анализу с позиций здравого смысла.

Во-первых, было бы странно, если бы до придворного философа герцога Медичи никто не замечал неровностей поверхности Луны. И действительно, еще Плутарх, например, а в средние века – Никола Орезм много об этом писали. При этом последний обосновывал факт неровности поверхности Луны таким же образом, что и Галилей, но современники на его аргументы не обратили внимания. Почему?

Далее, как отмечал французский историк Люсьен Февр, подзорные трубы находились в массовом употреблении уже начиная с XIII в., а лупа (увеличительное стекло) была известна еще со времен античности. Почему же никто, кроме профессора математики пизанского университета, не догадался направить подзорную трубу на небо и совершить ряд выдающихся открытий?

Не в том ли дело, что не могли не догадаться, конечно, многие, но никто просто *не осмелился* их идентифицировать и на весь мир сообщить о том, что он там увидел. Почему?

А не потому ли, что хроматическая aberrация была действительно большой помехой, а отсутствие

8 См., например, Клайн М. Математика. Поиск истины. – М.: РИМИС, 2007. – С. 153.

9 См., например, Мах Э. Популярно-научные очерки. – М.: КомКнига, 2012. – С. 172.

10 Цит. по: Даннеман Ф. История естествознания. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – С. 31.

диафрагмы не позволяло уменьшать аберрацию сферическую? – Вполне понятно недоверие ученых первой половины XVII в.: «*природа должна быть наблюдаема без посредника*», вызванное опасениями получить лишь искаженные и обманчивые изображения¹¹. И не потому ли один из открывателей солнечных пятен, наряду с Галилеем и Фабрицием, – немецкий иезуит Шейнер – думал первоначально, что он имеет дело с *оптической иллюзией* или с каким-то недостатком своего инструмента.

Ведь согласно сторонникам Аристотеля, небесные и земные объекты образованы из различных веществ и подчиняются поэтому *разным* законам. Вполне разумно заключить, что результат взаимодействия света (связывающего мир небесный с миром земным) нельзя экстраполировать на мир земных объектов¹².

Неслучайно, когда в апреле 1610 г. Галилей принес телескоп в дом своего оппонента – аристотелианца Маджини – для того, чтобы продемонстрировать его 24 профессо-рам разных специальностей, Хорки,

11 Подробнее см.: Шоню П. Цивилизация классической Европы. – М.: АСТ; Екатеринбург: У-Фактория, 2008. – С. 324.

12 См. подробнее: Фейерабенд П. Против метода. – М.: АСТ, 2007. – С. 131.

симпатизировавший Галилею ученик Кеплера, оставил об этом происшествии следующее бесхитрое свидетельство: «Я так и не заснул 24 и 25 апреля, но проверил инструмент Галилея тысячью разных способов и на земных предметах, и на небесных телах. При направлении на земные предметы он работает превосходно, при направлении на небесные тела обманывает: некоторые неподвижные звезды кажутся двойными. Это могут засвидетельствовать самые выдающиеся люди и благородные ученые... все они подтвердили, что инструмент обманывает... Галилею больше нечего было сказать, и ранним утром 26-го он печальный уехал ... даже не поблагодарив Маджини за его роскошное угощение»¹³.

И не это ли обстоятельство объясняет разумную позицию католической церкви, которая, в лице папы Павла III, сначала с энтузиазмом поддержала начинания Коперника, – но как полезную математическую гипотезу, а не как описание того, что *в действительности* происходит (см. «предисловие Осиандера» к книге Коперника)? Католическая церковь не была оплотом тупоголовых и агрес-

13 Цит. по: Фейерабенд П. Против метода. – М.: АСТ, 2007. – С.132.

сивных фундаменталистов: она старалась опираться на мнение научных экспертов! Действительно, «позиция Церкви вовсе не была столь догматичной, как часто утверждают. Интерпретации отрывков из Библии были изменены в свете полученных ранее результатов. Все считали Землю сферической и свободно парящей в пространстве, несмотря на то, что Библия говорила совершенно иное»¹⁴.

Поэтому при рациональной реконструкции коперниканской революции гораздо более правдоподобными представляются объяснения, апеллирующие или непосредственно к изменениям в «духе времени» (*zeitgeist*), например, к «духу Ренессанса», к становлению научной (в современном смысле этого слова) методологии, или к их причинам, будь то «великие географические открытия», «падение Константинополя, заставившее эмигрировать в Италию тысячи византийских ученых», или даже к «восхождению нового класса сего более прогрессивной идеологией». Подобные объяснения хорошо известны, детально проработаны и получили вполне заслуженную репутацию, «высветив» множество важных обстоя-

тельств и интереснейших научных фактов¹⁵. Поэтому предлагать еще одно, наконец-то Единственно Правильное Объяснение, отмечающее все прочие как Печальные Заблуждения, было бы смешно.

Как меланхолично заключил свои исследования посвятивший им не один десяток лет Пол Фейерабенд, «не одна причина и не один метод, но *разные* причины, оцениваемые с *разных* позиций, вот что создало “коперниканскую революцию”. Эти причины и позиции переплелись между собой, однако это переплетение носило *случайный* характер, поэтому не стоит пытаться объяснить *весь* этот процесс лишь влиянием упрощенных методологических правил»¹⁶.

В данной статье к коперниканской революции, приведшей к становлению науки Нового времени, применяется концепция генезиса и структуры научных революций, сложившаяся в результате обобщения опыта эйнштейновской революции и изложенная в предыдущих публикаци-

14 Фейерабенд П. Наука в свободном обществе. – М.: АСТ, 2010. – С.70.

15 См., например, сборник статей: Hellyer M. (ed.) The Scientific Revolution. The Essential Readings. – Blackwell Publishing, 2003. – 288 p.

16 Фейерабенд П. Наука в свободном обществе. – М.: АСТ, 2010. – С.97. – Здесь и далее курс. мой – Р.М.Н.

ях автора¹⁷. Согласно этой концепции, эйнштейновская революция возникла из попыток осознания и разрешения ряда т.н. «противоречий встречи» между основными исследовательскими программами классической физики – ньютоновской механикой, максвелловской электродинамикой, статистической механикой и термодинамикой. На основе материала, относившегося к науке конца XIX – начала XX вв., автором была разработана модель роста знания в процессах научных революций, согласно которой рост знания состоит во взаимодействии, взаимопроникновении и синтезе разнообразных научно-исследовательских программ.

Соответственно, я полагаю, что и коперниканская революция также может быть рассмотрена как результат осознания и разрешения определенного дуализма – между математической астрономией и качественной физикой Аристотеля в птолемеевской космологии. Работы Коперника, Галилея, Кеплера и Ньютона были этапами

как нисхождения математики с небес на Землю, так и обратного воцарения земной физики на небе.

Цель данной статьи – раскрыть интертеоретический контекст коперниканской революции, показав влияние процессов эволюции и взаимодействия «старых» исследовательских традиций математической астрономии и качественной физики Аристотеля на становление науки Нового времени.

Генезис программы Коперника

Согласно Лакатосу и Захару¹⁸, и Птолемей, и Коперник работали над исследовательскими программами, т.е. они не просто выдвигали и проверяли предположения, пытались упорядочить опытные данные или связывали себя с популярными в сообществе «парадигмами». Обе программы отделились от пифагорейско-платонической НИП. Ее исходные принципы состояли в том, что поскольку небесные тела совершенны, все астрономические явления должны быть «спасены» комбинацией как можно меньшего числа равномерных круговых движений.

18 Lakatos I., Zahar E. Why did Copernicus's Research Program Supersede Ptolemy's? // The Copernican Achievement. – Los Angeles, 1974. – P. 354-383.

17 См., например, Nugayev R.M. Reconstruction of Mature Theory Change: A Theory-Change Model. – Frankfurt am Main: Peter Lang, 1999. – 199 p.; Нугаев Р.М. Эйнштейновская революция 1898-1915 гг.: интертеоретический контекст. – Казань: Изд-во центр инновационных технологий, 2010. – 302 с.

Этот принцип оставался фундаментом эвристики обеих программ. Эта «протопрограмма» не содержала указаний на то, где находится центр Вселенной. В этом случае эвристика была «первичной», а твердое ядро – «вторичным». Геоцентрическая гипотеза превратилась, «выкристаллизовалась» в твердое ядро птолемеевой программы только в результате соединения с *аристотелевской физикой* с ее естественными и вынужденными движениями и разделением на подлунный и надлунный миры.

Именно потому, что «аристотелевская наука» была насквозь эмпирической, она гораздо лучше согласовывалась с обычным «жизненным опытом», чем галилеева наука. Тяжелые тела, как всем известно, «естественно» падают вниз, а огонь действительно взмывает вверх¹⁹.

Инерционное движение не является экспериментальным фактом: повседневный опыт ему противоречит. Пространственная бесконечность, легшая в основу ньютоновской вселенной, также не является предметом опыта. Кроме того, все знают, что «не существует пустоты как чего-то

отдельного»²⁰. Солнце и Луна восходят и заходят, а брошенные горизонтально тела действительно не сохраняют без конца прямолинейность своего движения.

Согласно нашему повседневному опыту, зафиксированному в наглядных категориях аристотелевской метафизики, повседневная действительность, в которой мы живем и действуем, не является ни математической, ни математизируемой. Это – область текучего, изменчивого, неточного, область, где царят «более или менее», «почти», «типа того», «приблизительно», «вроде как» и т.д. В природе не существует ни кругов, ни эллипсов, ни парабол, ни гипербол, ни прямых лучей света, ни хорошо заасфальтированных и подметенных улиц.

Поэтому античная мысль и возможности не допускала, чтобы в «подлунном мире» существовала точность, и чтобы «материя этого нашего подлунного мира могла представить во плоти математические существа»²¹. Как провозглашал сам

19 Аристотель. Физика. – М.: Государственное социально-экономическое издательство, 1936. – С. 58.

20 Там же. – С. 69.

21 Подробнее см.: Койре А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. – М.: Прогресс, 1985. – С. 110.

Стагирит, «точность, именно математическую точность, нужно требовать не во всех случаях, но лишь для предметов, у которых нет материи. Таким образом, этот способ не подходит для науки о природе; ибо природа во всех, можно сказать, случаях связана с материей»²².

Но зато на небесах, утверждала аристотелевская физика, все происходит диаметрально противоположным образом. Там совершенные и абсолютно упорядоченные движения звезд происходят в полном соответствии со строгими и неизменными законами геометрии. «Круговое же движение связывает конец с началом, и оно одно совершенно... никакое изменение не является бесконечным и непрерывным, кроме кругового перемещения»²³.

Поэтому, согласно Аристотелю, *математическая астрономия возможна, а математическая физика – нет*. Неслучайно греческая астрономия не только успешно применяла математику, но и с поразительным терпением и точностью наблюдала небо, пользуясь измерительными ин-

струментами. Но она даже и не пыталась ни математизировать земные движения, ни применить измерительные инструменты на Земле.

Наивысшего расцвета античная космология достигла при математике Клавдии Птолемея (87-150гг. н.э.), который был также известен как географ и оптик, астролог и поэт. Его труд *«Альмагест»* занял господствующее место в европейской астрономии на 14 столетий. Он и завершил конструирование первой в истории человечества научной парадигмы. Птолемей скептически относился к гелиоцентрической гипотезе Аристарха Самосского – по вполне рациональным соображениям, связанным с принципами физики Аристотеля. «Движение небесных тел должно быть наименее вынужденным и наиболее легким. Среди плоских фигур окружность есть путь наименьшего сопротивления движению, а сфера – среди объемных тел»²⁴.

У Птолемея Солнце движется вокруг определенного центра, расположенного неподалеку от Земли. И это характерно для всех его математических построений. Тщательно выверяя комбинации эпициклов и дифферентов, Птолемей, в духе восточной

22 Аристотель. *Метафизика*. – М.: Эксмо, 2006. – С. 45.

23 Аристотель. *Физика*. – М.: Государственное социально-экономическое издательство. 1936, – С. 166.

24 Цит. по: Клайн М. *Математика. Поиск истины*. – М.: РИМИС, 2007. – С. 95.

инструменталистской традиции, руководствовался соображениями «экономии мышления», не утруждая себя размышлениями о «природе вещей».

Он пошел по вполне рациональному пути дальнейшего усложнения создаваемых идеальных моделей и соответствующего совершенствования вычислительной техники, добавив к позитивной эвристике понятие «экванта». Эпицикл каждой планеты движется у него равномерно не относительно центра *деферента*, но относительно другой точки, получившей название «экванта». Тем не менее, в случае Меркурия даже эту весьма искусственную схему пришлось усложнить. Центр деферента Меркурия сам описывает небольшую окружность, так что эпицикл этой планеты периодически то приближается к Земле, то удаляется от нее.

С современной точки зрения эквант Птолемея – предтеча будущих кеплеровских эллипсов. Но с точки таких пристрастных критиков Птолемея, как Коперник, введение экванта – типичная «гипотеза *ad hoc*», нарушавшая «дух программы Птолемея – Аристотеля» – равномерность движения относительно центра Вселенной.

В программе Птолемея математическая точность, требовавшая вве-

дения некруговых орбит небесных тел и центров вращения, не совпадающих с Землей, все более и более начинала расходиться с прекрасно обоснованными на опыте принципами аристотелевской физики. Поэтому, в конечном счете, *космологию Птолемея мы можем оценить как дуалистическую теоретическую схему, механически объединявшую принципы «платоновской математики» и аристотелевской физики.* Особенно явно эти принципы вступали в противоречие друг с другом в «теории планет» – объектов, для описания движения которых приходилось идти на особенно значительные нарушения принципов аристотелевской физики.

После отбрасывания модели Евдокса *каждое новое изменение геоцентрической программы противоречило платоновской эвристике.* «Эксцентрик сместил Землю в сторону от центра окружности; эпициклы Аполлона и Гиппарха означали, что реальные траектории движения планет вокруг Земли не были круговыми; и, наконец, птолемеевские экванты означали, что даже движение пустого центра эпицикла не было одновременно равномерным и круговым. Оно было равномерным, но не круговым с точки зрения экванта; оно было круговым,

но не равномерным с точки зрения деферента; равномерное вращение было заменено квази-равномерным, псевдо-круговым»²⁵.

Особенный удар по платоновской эвристике нанесло введение экванта: оно было равносильно ее полной отмене. У автора «Альмагеста» дело доходило до того, что для описания движения некоторых планет он создавал несколько альтернативных теоретических схем, затем, правда, отдавая предпочтение более простой в математическом отношении. Птолемей, занимая подчеркнута скептическую позицию, неоднократно провозглашал, что в астрономии всегда следует стремиться к наиболее простой математической модели. Но позже средневековье с варварской непосредственностью восприняло птолемеевскую космологию как истину в последней инстанции.

Противоречия, выявление (осознание) и разрешение которых составляет интертеоретический контекст коперниканской революции, уже давно, где-то в 50-х гг. прошлого века, были выявлены французским историком и философом науки Александром Кой-

ре²⁶. Эти противоречия – «*вопиющий разрыв*» (термин А.Койре) между математической астрономией и качественной физикой Аристотеля в рамках птолемеевской космологии. Соответственно, основной мотив создания собственной – гелиоцентрической – программы состоял не в стремлении устранить расхождения определенных положений птолемеевской космологии с опытом, а в соображениях эстетического и метафизического порядка, связанных с осознанием Коперником указанного выше дуализма.

Тем не менее, точка зрения самого А. Койре на генезис коперниканской программы не представляется нам полностью убедительной. В самом деле, с одной стороны, Койре совершенно справедливо утверждает, что основным мотивом для создания гелиоцентризма были эстетические и метафизические соображения. Но – с другой – гелиоцентризм Коперника он объясняет тем, что великому астроному Солнце казалось разумом, управляющим миром и в то же время создающим его. Действительно, мы приводили выдержку из книги Копер-

25 Lakatos I., Zahar E. Why did Copernicus's Research Program Supersede Ptolemy's? // The Copernican Achievement. – Los Angeles, 1974. – P. 371.

26 Койре А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. – М.: Прогресс, 1985. – 288 с.

ника, со ссылками на Гермеса Трисмегиста. Она сама по себе действительно допускает подобное толкование. Но если мы сравним эту единичную цитату, более похожую на демонстрацию эрудиции, со всем многостраничным корпусом книги Коперника, если мы проанализируем еще и его многочисленные аргументы против системы Птолемея, то вырисовывается несколько иная картина. Более того, существование языческих склонностей, «огнепоклонничества» у видного деятеля католической Церкви, каноника фромборкского собора, племянника и секретаря епископа, друга епископов и доверенного лица папы римского довольно странно... – Не проще ли предположить, что твердая христианская вера в сотворенность мира единым Творцом по простым и ясным математическим законам, единым для всех его областей, неизбежно вступала в противоречие с действительно языческими представлениями грека Аристотеля и египтянина Птолемея?

Но обратимся к самой работе Коперника. С нашей точки зрения, она сама по себе свидетельствует о том, что именно глубокая религиозность Коперника послужила основным мотивом разработки гелиоцентрической

теории. Он и ценил свою работу прежде всего за то, что она открывала *«истинную гармонию, симметрию и божественный план мироздания»*. Предоставим слово самому автору.

«После того, как в течение долгого времени обдумывал ненадежность математических традиций относительно установления движения небесных сфер, я стал досадовать, что у философов не существует никакой более надежной теории движения мирового механизма, который ради нас *создан великолепнейшим и искуснейшим творцом* (здесь и далее в текстах Коперника курсив мой – Р.М.Н.)»²⁷. Ведь неслучайно «многие философы ввиду необычайного совершенства неба называют его *видимым богом*. Поэтому, если оценивать достоинства наук в зависимости от той материи, которой они занимаются, наиболее выдающейся будет, конечно, астрономия»²⁸.

В своей гелиоцентрической системе Коперник усматривал убедительное свидетельство божественного провидения. В самом деле, в предисловии к своему основному труду, посвященному «святейшему повели-

27 Коперник Н. О вращениях небесных сфер. – СПб.: Амфора, 2009. – С. 17.

28 Там же. – С. 20.

телю великому понтифику Павлу III», Коперник пишет, что «к размышлениям о другом способе расчета мировых сфер меня побудило именно то, что *сами математики не имеют у себя ничего вполне установленного относительно исследования этих движений*. Прежде всего, они до такой степени не уверены в движении Солнца и Луны, что не могут при помощи наблюдений и вычислений точно установить на все времена величину тропического года. Далее, при определении движений как этих светил, так и других 5 блуждающих звезд, *они не пользуются одними и теми же принципами и предположениями или одинаковыми способами представления видимых вращений и движений*; действительно, одни употребляют только гомоцентрические круги, другие – эксцентры и эпициклы, и все-таки не получается полного достижения желаемого...»²⁹.

Ну и что? Почему же разные части Вселенной нельзя описывать разными способами? – А потому, что *они созданы одним и тем же Творцом по единому плану*. «Таким образом, с ними [т.е. с языческими математиками – Р.М.Н.] получилось то же самое, как если бы кто-нибудь набрал из различных мест руки, ноги, голову

29 Там же. – С. 17.

и другие члены, нарисованные хотя и отлично, но не в масштабе одного и того же тела; ввиду полного несоответствия друг другу из них, конечно, скорее составилось бы чудовище, а не человек»³⁰.

Во-вторых, в полном соответствии с Аристотелем, Коперник был убежден в том, что круговое движение является «наиболее естественным». Поэтому движения небесных тел должны быть либо непосредственно круговыми, либо представлять собой различные комбинации круговых движений. Каждая планета должна двигаться по своему эпициклу с постоянной скоростью. В то же время центр каждого эпицикла должен с необходимостью двигаться с постоянной скоростью по несущей его окружности. Но «те же, которые измыслили эксцентрические круги, хотя при их помощи и получили числовые результаты, в значительной степени сходные с видимыми движениями, однако должны были допустить многое, по-видимому *противоречащее основным принципам равномерности движения*»³¹. Действительно, «в своем круговращении они не кажутся движущимися равномерно. Оказывается, что Солнце

30 Там же. – С. 17.

31 Там же. – С. 17.

и Луна движутся то быстрее, то медленнее, а остальные 5 планет, как мы видим, движутся иногда и попятным движением, кое-где останавливаясь. И тогда как Солнце прямо идет по своему пути, эти светила блуждают различным образом, отклоняясь то к северу, то к югу, из-за чего они и были названы планетами, то есть блуждающими»³².

Этимология слова «блуждающий», восходящая к слову «блуд», «блудить» характерна для искренне верующего католика, поэтому неудивительно, что «т.к. *и то и другое противно нашему разуму и недостойно предполагать что-нибудь подобное в том, что устроено в наилучшем порядке*, то следует согласиться, что равномерные движения этих светил представляются нам неравномерными... в результате того, что Земля не находится в центре кругов, по которым они вращаются»³³.

Мировоззрение Коперника и особенно настроенное отношение к аргументам язычника Аристотеля характеризует то, что он не ограничивается отсылкой к этому авторитету для обоснования неприемлемости неравномерного движения. Вместо этого он вводит свой собственный метафизический аргумент: причиной

переменной скорости может быть только переменная сила. Бог же, как первопричина всех движений, всегда постоянен.

Фактически Коперник сконструировал гибридную теорию (аналогичную первой полуклассической теории Планка), положившую начало взаимопроникновению математики Неба и физики Земли. Как выразился современный французский историк, «Коперник вкрадчиво, возможно не отдавая себе отчет, вводит в аристотелеву твердыню два небольших допущения, через которые Кеплер, Галилей и Декарт подорвали эту твердыню»³⁴.

По сути дела Коперник, найдя благодарную аудиторию в лице папы Павла III (которому он посвятил свою книгу), папы Климента VII (который не только одобрил работу, но и потребовал, чтобы автор опубликовал ее), своего дядюшки епископа, своего друга епископа Тидемана Гизе и др., порицает Птолемея за язычество. Он критикует египтянина Птолемея за то, что в его изоциренно разработанной системе нет, тем не менее, *единого Бога*, за то, что разные элементы его космологии отражают замыслы разных творцов.

32 Там же. – С. 27.

33 Там же. – С. 27.

34 Шоню П. Цивилизация классической Европы. – М.: АСТ; Екатеринбург: У-Фактория, 2008. – С. 430.

Именно таким образом Коперник, возможно того и не желая, подготовил почву для Галилея: если Земля – рядовая планета, то законы математики должны быть применимы и к ее движению вокруг собственной оси и вокруг Солнца, и к движению тел на ее поверхности. В дальнейшем в работах Галилея аристотелевские «естественные движения» превратятся в движения «инерциальные».

Эволюция коперниканской программы

Для более полной и систематической рациональной реконструкции «твердого ядра», «эвристики» и «защитного пояса» коперниканской программы и становления нововременной науки необходимо обратиться к творчеству одного из крупнейших теологов и философов XV века – кардинала Николая Кузанского³⁵. В его работах метафизические интуиции, составлявшие «дух времени» и подпитывавшие творчество Коперника, Кеплера, Галилея, Декарта и Ньютона, получили хорошо продуманный, систематический и последовательный характер. Моно-

теистический креационизм кардинала Кузанского был направлен против птолемеевско-аристотелевского космоса: в качестве «тварного» Небо ничем не отличалось от Земли. Сама реальность сотворенного содержит в себе божественную бесконечность, не схватываемую никакими понятиями. В итоге Кузанский формулирует даже квазигалилеевский «принцип относительности».

«Нам уже ясно, что наша Земля в действительности движется, хотя мы этого не замечаем, воспринимая движение только в сопоставлении с чем-то неподвижным. В самом деле, если бы кто-нибудь на корабле, среди воды, не знал, что вода течет, и не видел берегов, то как бы он заметил движение судна? В связи с этим, поскольку каждому, будь он на Земле, на Солнце или на другой звезде, всегда будет казаться, что он как бы в неподвижном центре, а все остальное движется, он обязательно будет каждый раз устанавливать себе разные полюса, одни – находясь на Солнце, другие – находясь на Земле, третьи – на Луне, на Марсе и т.д. Окажется, что машина мира будет как бы иметь повсюду-центр и нигде – окружность ...»³⁶

35 См, например, Ахутин А.В. Поворотные времена. – СПб.: Наука, 2005. – 640 с.

36 Кузанский Н. Соч. в 2 томах. – Т. 1. – М.: Мысль, 1979. – С. 133-134.

С другой стороны, ренессансная трактовка человека как «второго бога», умелого творца идеальных (математических) мыслительных «сущностей», закладывала теоретико-методологические основы математического естествознания (М. Хайдеггер³⁷).

Вдохновляясь идеями Коперника и Платона (особенно его диалога «Тимей»), а также собственными астрономическими наблюдениями, сделанными при помощи недавно изобретенного телескопа, Галилей низводит математику с небес. *Если Земля – всего лишь одна из планет, то законы математики, применявшиеся ранее для описания движения всего того, что происходит в надлунном мире, применимы теперь и к ее движению как целого, и к тому, что происходит на ее поверхности.*

Как отмечает в «Диалоге» в споре с аристотелианцем Симплицио коперниканец Сальвиати, «а в отношении Земли – мы стараемся облагородить ее и сделать более совершенной, стремясь уподобить ее небесным телам и в известном смысле поместить ее на небо, откуда ваши философы ее изгнали»³⁸.

37 Хайдеггер М. Время и бытие / Пер. В.В. Биbihина. – СПб.: Наука, 2007. – 621 с.

38 Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и копер-

Или, как более точно и определенно выразился другой участник «Диалога» – венецианец Сагрето, – подводя итоги первого дня дискуссий, «главная тема вчерашних рассуждений заключалась в исследовании двух мнений и того, какое из них более вероятно и обосновано: то ли, которое считает субстанцию небесных тел невозникающей, неуничтожаемой, неизменной, непреходящей, словом, свободной от всякой перемены, за исключением перемены места, а потому признает существование пятой стихии, весьма отличной от наших стихий, образующих земные тела, возникающих, уничтожаемых, изменчивых и т.д., или другое, которое отрицает такое различие частей вселенной и считает, что Земля наделена тем же самым совершенством, как и другие тела, входящие в состав вселенной, т.е. является подвижным и блуждающим шаром, подобным Луне, Юпитеру, Венере и др. планетам, ... в конце концов мы пришли к заключению, что это второе мнение вероятнее первого»³⁹.

Но, с точки зрения физики Аристотеля, система Коперника бессмысленна, поскольку, в соответствии с

никовой / Пер. А.И. Долгова. – М.-Л.: ОГИЗ – СССР, 1948. – С. 44.

39 Там же. – С. 91.

концепцией естественного движения, движение Земли (неважно – вокруг собственной оси или вокруг Солнца) физически невозможно. Естественное движение земных тел (камней и воды) состоит в прямолинейном движении по направлению к центру вселенной.

Каждое простое тело может участвовать в одном и только в одном естественном движении. Учение же Коперника стремится приписать Земле по меньшей мере три естественных движения: вращение Земли как целого по орбите вокруг Солнца; вращение Земли вокруг своей оси и участие земных тел в свободном падении к центру Земли. Как отмечал в «Диалоге» Сальвиати, «все соответственные свойства, которыми по Аристотелю отличаются небесные тела от элементарных, выводятся им из различия естественных движений первых и вторых. Таким образом, если отрицать, что круговое движение присуще только небесным телам, и утверждать, что оно свойственно также всем естественным движущимся телам, то с необходимостью придется признать, что такие атрибуты, как возникаемость или невозникаемость, изменяемость или неизменяемость, делимость или неделимость и пр. в равной мере принадлежат всем мировым телам, т.е. как

небесным, так и элементарным, и что неправильно и ошибочно Аристотель вывел из кругового движения те атрибуты, которые он приписал небесным телам»⁴⁰.

Таким образом, в борьбе за реализацию коперниканской программы необходимо было *подорвать физику Аристотеля*. И в программном сочинении «Пробирных дел мастер» (1623) Галилей провозглашает: «*Философия природы написана в величайшей книге, которая всегда открыта перед нашими глазами, – я разумею Вселенную, но понять ее сможет лишь тот, кто сначала выучит язык и постигнет письмена, которыми она начертана. А написана эта книга на языке математики, и письмена ее – треугольники, окружности и другие геометрические фигуры, без коих нельзя понять почеловечески ее слова: без них – тщетное кружение в темном лабиринте*»⁴¹.

И для того, чтобы у читателей не возникало сомнений в том, кем эта книга написана, позже, во введении к «Диалогу», Галилей подчеркивает:

40 Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой / Пер. А.И. Долгова. – М.-Л.: ОГИЗ – СССР, 1948. – С. 43.

41 Цит. по: Клайн М. Математика: утрата определенности. – М.: Мир, 1984. – С. 58.

«вернейшее средство направить свой взгляд вверх – это изучить великую книгу природы, которая и является настоящим предметом философии. Хотя все, что можно прочесть в этой книге, является творением всемогущего художника и расположено самым совершенным образом, наиболее достойно изучения в первую очередь то, что показывает нам творение и творца с более возвышенной стороны»⁴².

Судя по всему, галилеевская интерпретация христианской теологии вдохновлялась и направлялась Платоном, в частности, мифом о сотворении мира, изложенным в его знаменитом диалоге «Тимей» (любимом диалоге и одного из основателей квантовой теории Вернера Гейзенберга, который использовал его в качестве регулятивного принципа в физике элементарных частиц). Персонаж этого платоновского произведения – Демиург (верховный бог), – нарезав в пространстве маленькие треугольнички, сотворил из них элементарные тела, а из этих тел, в свою очередь, реальные тела, растения, животных, человека ... Более того, именно благодаря «Тимею» понятие бога-творца было обогащено

понятием извечно предустановленного им плана.

Итак, природа проста и в высшей степени упорядочена именно потому, что при сотворении мира Бог вложил в него строгую математическую необходимость. Поэтому математическое знание не просто истинно, но священо, – и даже в большей степени, чем Библия. Если по поводу интерпретаций Священного Писания существует много разногласий, то математические истины бесспорны.

С другой стороны, когда, на этот раз уже в «Диалогах», венецианец Сагрето выражает притворное удивление, почему система Коперника, если она так хорошо согласуется с фактами, не является до сих пор, мягко говоря, общепринятой, флорентинец Сальвиати с достоинством парирует: «Вас удивляет, что у пифагорейского учения так мало последователей, я же изумляюсь тому, что находятся люди, которые усваивают это учение и удивляются ему, и я не могу достаточно надивиться возвышенности мысли тех, которые его приняли и почли за истину: живостью своего ума они произвели *такое насилие над своими чувствами*, что смогли предпочесть то, что было продиктовано им разумом, явно противореча-

42 Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой / Пер. А.И. Долгова. – М.-Л.: ОГИЗ – СССР, 1948. – С. 21.

щим показаниям чувственного опыта»⁴³.

В целях последовательной математизации Галилей коренным образом преобразует методологию естественных наук, возведя идеализацию и мысленный эксперимент на пьедестал ведущих методов научного познания.

Все это и позволило Галилею, помимо прочего, как сформулировать «принцип инерции», так и вплотную подойти ко второму закону Ньютона.

Сходные платоновские (и неоплатонистские) установки, а особенно – «восхитительное соответствие между Космосом и Божественной Троицей» привели Кеплера к поиску математических законов, управляющих движением планет. Между взглядами Коперника и Кеплера было одно принципиально важное отличие. Для Коперника движение планет было, как и для Птолемея, круговым; поэтому оно не требовало какой-либо причины и происходило по инерции. Поэтому Солнце не было для него «центром силы» и положение его вовсе не обязано было совпадать с центром земной орбиты. Только Кеплер, размышляя об источнике движущей силы

планет, раскрыл роль Солнца, и эта идея помогла ему раскрыть механику движения планет⁴⁴. Кеплер сделал второй шаг к единству математической астрономии и физики, открыв законы, грубо нарушающие аристотелевско-птолемеевский принцип равномерного вращения небесных тел. Три закона Кеплера оказались первыми научными законами, сформулированными в математической форме. «Небо» начало сокрушать квалитативную физику. Гармоничный союз небесного и подлунного отодвинул в сторону физику Аристотеля.

Главной задачей всего творчества Исаака Ньютона было открытие единых законов, управляющих движением тел, как на небе, так и на земле. В самом деле, согласно галилеевскому «принципу инерции», тела должны двигаться «естественно» – равномерно и прямолинейно – до тех пор, пока на них не начнут действовать какие-либо силы. Но планеты солнечной системы, в соответствии с законами Кеплера, обращаются вокруг Солнца по эллипсам. Следовательно, должна существовать некая сила, *постоянно вынуждающая* планеты отклоняться

43 Галилей Г. Избранные труды в 2 томах. – Т. 1. – М.: Наука, 1964. – С. 423.

44 Данилов Ю.А., Смородинский Я.А. Иоганн Кеплер: от «Мистерии» до «Гармонии» // Успехи физических наук. – 1973. – Т. 109, вып. 1. – С. 175-209.

от состояния прямолинейного и равномерного движения. Судя по всему, на планеты действует сила со стороны Солнца.

С другой стороны, хорошо известно, что и Земля как-то притягивает находящиеся на ней тела. Поэтому уже Декартом была поставлена задача *объединения* обеих теорий притяжения в единой теории. Первое, что должен был на этом пути сделать Ньютон, руководствуясь позитивной эвристикой Коперника и Галилея, – это продемонстрировать, что та же самая сила, которая притягивает все тела к Земле, заставляет и Луну вращаться вокруг Земли. Именно это и было сделано в «Математических началах натуральной философии» (1687). Как резюмирует в предисловии к этой книге ее издатель, «Таким образом, установлено, что центростремительная сила, которую Луна постоянно отклоняется от касательной к своей орбите, есть сила тяжести Земли, распространяющаяся до Луны»⁴⁵.

При решении главной проблемы своей жизни Ньютон, конечно, по его собственным словам, «*стоял на плечах гигантов*»; прежде всего

он руководствовался эвристикой Галилео Галилея, которого глубоко почитал. Неслучайно в предисловии к первому изданию «Математических начал натуральной философии» их автор отмечает: «Так как древние, по словам Паппуса, придавали большое значение механике при изучении природы, то новейшие авторы, отбросив субстанции и скрытые свойства, стараются *подчинить явления природы законам математики*. В этом сочинении имеется в виду тщательное развитие приложений математики к физике... поэтому и сочинение это нами предлагается как *математические основания физики*»⁴⁶.

В методологии Ньютона типично галилеевское требование «*подчинить явления природы законам математики*» представляется основным: надо так по-галилеевски «изнасиловать» свои чувства, возникающие при созерцании природных явлений, так препарировать их, представить их в таком высушенном и расчлененном виде, чтобы результаты их деятельности допускали аналитическую обработку. Это прежде всего относится к основным понятиям базисной идеаль-

45 Ньютон И. Математические начала натуральной философии / Под ред. Л.С. Полака. – М.: Наука, 1989. – С. 32.

46 Ньютон И. Математические начала натуральной философии: Собрание трудов акад. А.Н. Крылова. Т. 7. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – 1936. – С. 1-3.

ной модели классической механики – понятиям «силы», «пространства» и «времени», которые приобретают характер математических *идеализаций*⁴⁷.

Создав «твердое ядро» своей программы за счет синтеза гибридных теоретических схем Коперника, Кеплера, Гука и Галилея в виде конъюнкции трех законов динамики с законом всемирного тяготения, Ньютон наконец-то обеспечил постоянный эмпирически-прогрессивный рост коперниканской программе.

Заключение

Таким образом, представлен еще один – интертеоретический – контекст коперниканской революции и становления науки нового времени. Избранный автором ракурс подачи материала позволяет по-иному оценить взаимодействие внутренних и внешних факторов в процессе первой научной революции. Само осознание и последующее (частичное) преодоление «вопиющего разрыва» между математикой Неба и физикой Земли было бы невозможным вне становле-

ния христианского, моноцентристского мировоззрения с его намерением стереть непреодолимый барьер между земными и небесными процессами.

Список литературных источников

1. Аристотель. Физика. – М.: Государственное социально-экономическое издательство, 1936. – 190 с.
2. Аристотель. Метафизика. – М.: Эксмо, 2006. – 608 с.
3. Ахутин А.В. Поворотные времена. – СПб.: Наука, 2005. – 640 с.
4. Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой / Пер. А.И. Долгова. – М.-Л.: ОГИЗ – СССР, 1948. – 380 с.
5. Галилей Г. Избранные труды в 2 томах. – Т. 1. – М.: Наука, 1964. – 646 с.
6. Гуссерль Э. Кризис европейских наук и трансцендентальная феноменология. – СПб.: Владимир Даль, 2004. – 399 с.
7. Данилов Ю.А., Смородинский Я.А. Иоганн Кеплер: от «Мистерии» до «Гармонии»// Успехи физических наук. – 1973. – Т. 109, вып. 1. – С. 175-209.

47 Гуссерль Э. Кризис европейских наук и трансцендентальная феноменология. – СПб.: Владимир Даль, 2004. – 399 с.

8. Даннеман Ф. История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии: От эпохи Галилея до середины XVIII века. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – 424 с.
9. Клайн М. Математика: утрата определенности. – М.: Мир, 1984. – 640 с.
10. Клайн М. Математика. Поиск истины. – М.: РИМИС, 2007. – 462 с.
11. Койре А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. – М.: Прогресс, 1985. – 288 с.
12. Коперник Н. О вращениях небесных сфер. – СПб.: Амфора, 2009. – 580 с.
13. Кузанский Н. Соч. в 2 томах. – Т. 1. – М.: Мысль, 1979. – 488 с.
14. Мах Э. Популярно-научные очерки. – М.: КомКнига, 2012. – 344 с.
15. Нугаев Р.М. Эйнштейновская революция 1898-1915 гг.: интертеоретический контекст. – Казань: Изд-во центр инновационных технологий, 2010. – 302 с.
16. Ньютон И. Математические начала натуральной философии / Под ред. Л.С. Полака. – М.: Наука, 1989. – 542 с.
17. Ньютон И. Математические начала натуральной философии: Собрание трудов акад. А.Н. Крылова. – Т. 7. – М.- Л.: Изд-во АН СССР. – 1936. – 696 с.
18. Фейерабенд П. Против метода. – М.: АСТ, 2007. – 412 с.
19. Фейерабенд П. Наука в свободном обществе. – М.: АСТ, 2010. – 378 с.
20. Хайдеггер М. Время и бытие / Пер. В.В. Бибихина. – СПб.: Наука, 2007. – 621 с.
21. Шоню П. Цивилизация классической Европы. – М.: АСТ; Екатеринбург: У-Фактория, 2008. – 604 с.
22. Gingerich A. The Copernican Celebration // Science Year. – 1973. – P. 266-267.
23. Hellyer M. (ed.) The Scientific Revolution. The Essential Readings. – Blackwell Publishing, 2003. – 288 p.
24. Lakatos I., Zahar E. Why did Copernicus's Research Program Supersede Ptolemy's? // The Copernican Achievement. – Los Angeles, 1974. – P. 354-383.
25. Nugayev R.M. Reconstruction of Mature Theory Change: A Theory-Change Model. – Frankfurt am Main: Peter Lang, 1999. – 199 p.
26. Robins B. [1742]. New Principles of Gunnery: containing the determination of the force of gun-powder, and an investigation of the difference in the resisting power of the air to swift and slow motions, with several other tracts on the improvement of practical gunnery. – London: F. Wingrave, 1805. – 341 p.

The formation of modern science: intertheoretic context

Nugaev Rinat Magdievich

Full doctor of Philosophy, professor,
Humanities Department,

Kazan branch of Russian University of Cooperation,

P.O. Box 420045, N. Ershovast., No. 58, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia;

e-mail: rinatnugaev@mail.ru

Abstract

The model of scientific revolution genesis and structure, extracted from Einstein's revolution and considered in my previous publications, is applied to the Copernican one. According to the model, Einstein's revolution origins can be understood due to occurrence and partial resolution of the contradictions between main rival classical physics research programmes: Newtonian mechanics, Maxwellian electrodynamics, thermodynamics and Boltzmann's statistical mechanics. In general the growth of knowledge consists in interaction, interpenetration and even unification of different scientific research programmes. It is argued that the Copernican revolution also happened due to realization of a certain dualism – now between mathematical astronomy and Aristotelian qualitative physics in Ptolemy's cosmology and the corresponding efforts to eliminate it. The works of Copernicus, Galileo, Kepler and Newton all were the stages of the mathematics descent from skies to earth and reciprocal extrapolation of earth physics on divine phenomena. Yet the very realization of the gap between physics and astronomy appeared to be possible because at least at its first stages modern science was a result of Christian Weltanschauung development with its aspiration for elimination of pagan components.

Keywords

Modern science, Copernican revolution, mathematical astronomy, qualitative physics.

References

1. Akhutin, A.V. (2005), *The turning times [Povorotnye vremena]*, Saint-Petersburg, Nauka, 640 p.
2. Aristotle (1936), *Physics [Fizika]*, Moscow, 190 p.
3. Aristotle (2006), *Metaphysics [Metafizika]*, Eksmo, Moscow, 608 p.
4. Chaunu, P. (2008), *La Civilisation de l'Europe Classique [Tsivilizatsiya klassicheskoi Evropy]*, AST, Moscow, 604 p.
5. Copernicus, Nicholas (2009), *On the revolutions of the heavenly bodies [O vrashcheniyakh nebesnykh sfer]*, Amfora, St. Petersburg, 580 p.
6. Cusa, N. (1979), *Works in 2 volumes [Sochineniya v 2 tomakh]*, Vol. 1, Mysl', Moscow, 488 p.
7. Danilov, Yu.A., Smorodinsky, J.A. (1973), "Johannes Kepler: from "Misterium" to "Harmony" [Iogann Kepler: ot "Misterii" do "Garmonii"]", *Uspekhi fizicheskikh nauk*, vol. 109, iss. 1, pp. 175-209.
8. Dannemann, F. (2011), *Die Naturwissenschaften in Ihrer Entwicklung Und in Ihrem Zusammenhagen [Istoriya estestvoznaniya. Estestvennye nauki v ikh razvitii i vzaimodeistvii: Ot epokhi Galileya do serediny XVIII veka]*, LIBROKOM, Moscow, 424 p.
9. Feyerabend, P. (2007), *Against Method [Protiv metoda]*, AST, Moscow, 412 p.
10. Feyerabend, P. (2010), *Science in a Free Society [Nauka v svobodnom obshchestve]*, AST, Moscow, 378 p.
11. Galilei, Galileo (1964), *Selected works in 2 volumes [Izbrannye trudy v 2 tomakh]*, Vol. 1, Nauka, Moscow, 646 p.
12. Galilei, Galileo (1948), *Dialogue Concerning the Two Chief Systems – Ptolemaic and Copernican [Dialog o dvukh glavneishikh sistemakh mira – ptolemeevoi i kopernikovo]*, Moscow, 380 p.
13. Gingerich, A. (1973), "The Copernican Celebration", *Science Year*, pp. 266-267.
14. Heidegger, M. (2007), *Being and time [Vremya i bytie]*, Nauka, St. Petersburg, 621 p.
15. Hellyer, M. (2003) *The Scientific Revolution. The Essential Readings*, Blackwell Publishing, 288 p.
16. Husserl, E. (2004), *The crisis of European sciences and transcendental phenomenology [Krizis evropeiskikh nauk i transtsendental'naya fenomenologiya]*, Vladimir Dal', St. Petersburg, 399 p.

17. Kline, M. (1984), *Mathematics: The Loss of Certainty* [*Matematika: utrata opredelennosti*], Mir, Moscow, 640 p.
18. Kline, M. (2007), *Mathematics and the Search for Knowledge* [*Matematika. Poisk istiny*], RIMIS, Moscow, 462 p.
19. Koyre, A. (1985), *Essays on the history of philosophical thought. Influence of philosophical concepts in the development of scientific theories* [*Ocherki istorii filosofskoi mysli. O vliyaniy filosofskikh kontseptsii na razvitie nauchnykh teorii*], Progress, Moscow, 288 p.
20. Lakatos, I., Zahar, E. (1974), "Why did Copernicus's Research Program Supersede Ptolemy's?", *The Copernican Achievement*, Los Angeles, pp. 354-383.
21. Mach, E. (2012), *Popular scientific lectures* [*Populyarno-nauchnye ocherki*], KomKniga, Moscow, 344 p.
22. Newton, I. (1936), *Mathematical Principles of Natural Philosophy: Collected Works of Academician A.N. Krylov* [*Matematicheskie nachala natural'noi filosofii: Sobranie trudov akad. A.N. Krylova*], Vol. 7, Moscow, 696 p.
23. Newton, I. (1989), *Mathematical Principles of Natural Philosophy* [*Matematicheskie nachala natural'noi filosofii*], Nauka, Moscow, 542 p.
24. Nugayev, R. M. (2010), *Einstein's Revolution of 1898-1915: Interdisciplinary context* [*Einshteynovskaya revolyutsiya 1898-1915 gg.: inter-teoreticheskii kontekst*], Kazan, 302 p.
25. Nugayev, R.M. (1999), *Reconstruction of Mature Theory Change: A Theory-Change Model*, Peter Lang, Frankfurt am Main, 199 p.
26. Robins, B. (1805), *New Principles of Gunnery: containing the determination of the force of gun-powder, and an investigation of the difference in the resisting power of the air to swift and slow motions, with several other tracts on the improvement of practical gunnery*, F. Wingrave, London, 341 p.