

УДК 530.01, 51(091), 001.5

## Научно-мировоззренческая революция 16–17 веков и “механицизм” в науке

С. Н. Колесников\*

*\* Механико-математический факультет,  
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,  
Ленинские Горы 1, Москва, Россия, 119991*

**Аннотация.** В статье рассмотрен новый подход к историко-научному материалу периода «научно-технической революции 16-17 веков», который позволил выявить во многом совершенно неожиданные аспекты произошедших в это время изменений в науке и мировоззрении и обнаружить важные взаимосвязи с современным развитием механики.

**Ключевые слова:** классическая механика, законы Ньютона, Коперник, законы движения.

Прежде всего рассмотрим новое прочтение известных книг Н.Коперника «О вращении небесных сфер» [4] и И.Ньютона «Математические начала натуральной философии» [3], так же как и роли содержащихся в последней книге «законов Ньютона» в развитии науки. На основе предложенного материала, кроме значительного изменения подходов к изучаемому историческому периоду складывается интересная картина возможностей применения самых современных разделов механики в экономических приложениях.

В истории мировой науки хорошо известен произошедший в течение 16-17 веков кардинальный перелом в философии, науке и технике, получивший название «научно-мировоззренческой революции». Однако традиционные взгляды на этот период оставляют слишком много вопросов, и прежде всего не дают ответа на главный из них: «почему?». Более того, детальный историко-экономический анализ происходивших в то время исторических процессов [1-2] не дает ответа на вопрос о том, собственно какими причинами были обусловлены кардинальные изменения в экономической, и если так можно сказать, «научной» географии Европы тех времен, а они несомненны и крайне значительны.

В настоящей статье делается попытка пролить свет на эти события и ответить на вопрос, что же собственно, произошло в научном мировоззрении, по-новому взглянув на роль в них основных научно-исторических персонажей – Коперника, Галилея, Декарта, Ньютона. В частности, совершенно по-иному представляется роль Коперника и его открытия, которые на поверку оказываются совсем не теми, о которых обычно рассказывается в литературе. Гипотеза о вращении Земли не была новинкой к моменту появления знаменитой книги Коперника [4],

более того, сам автор называет на первых страницах своих предшественников, хотя и не всех.

«Поэтому я принял на себя труд перечитать книги всех философов, которые только мог достать, желая найти, не высказывал ли когда кто-нибудь мнения, что у мировых сфер существуют движения, отличные от тех, которые преподают в математических школах. Сначала я нашел у Цицерона, что Никет высказывал мнение и движению Земли, затем я встретил у Плутарха, что этого взгляда держались и некоторые другие.»

Далее в книге Коперник приводит и других авторов, придерживавшихся концепции движения Земли, а в рукописях, не вошедших в книгу, он перечисляет их еще больше, действительно, как и обещал Коперник в вышеприведенной цитате видимо «практически всех, которых только мог достать».

Нам же интересна не сама гипотеза о вращении Земли, а аргументация Коперника о причинах необходимости принятия гелиоцентрической системы, и его общий взгляд на основания научной аргументации, который остается принципиальным и до настоящего времени. Именно эта аргументация кардинально отличает Коперника от его предшественников, апеллировавших преимущественно к понятиям преимущественно философски-религиозного характера.

С этой же точки зрения крайне важным оказывается текст предисловия, написанного неизвестным автором, предположительно – известным лютеранским богословом и религиозным деятелем Осиандером, принимавшем деятельное участие в издании книги. Так как предисловие вошло в оригинальные издания Коперника без указания авторства, то для читателя, не изощренного в анализе текстов, предисловие казалось принадлежащим Копернику [4]. Приведем центральную часть предисловия:

"Всякому астроному, свойственно на основании тщательных и искусных наблюдений составлять повествование о небесных движениях. Затем, поскольку никакой разум не в состоянии исследовать истинные причины или гипотезы этих движений, астроном должен изобрести и разработать хоть какие-нибудь гипотезы, при помощи которых можно было бы на основании принципов геометрии правильно вычислять эти движения как для будущего, так и для прошедшего времени. И то и другое искусный автор этой книги выполнил в совершенстве. Ведь нет необходимости, чтобы эти гипотезы были верными или даже вероятными, достаточно только одного, чтобы они давали сходящийся с наблюдениями способ расчета..."

В этом предисловии, по сути, сформулирована новая парадигма научного знания, практически неизменно сохранившаяся до настоящего времени. Суть ее сводится к тому, что задачей науки является построение модели (в том время имелось в виду - математической) пригодной для практического использования, истинность же ее в некотором абсолютном философском или религиозном смысле совершенно не являлась обязательной. При этом собственно авторский подход Коперника

скорее всего заметно отличался от мнения комментатора, хотя и поддерживал его принципиальные положения. В отличие от комментатора, который настаивал на практическом значении модели, Коперник апеллировал к древнему подходу, согласно которому построение «красивой» в некотором смысле математической модели обеспечивало ее истинность.

Сделанные же Коперником важнейшие открытия в механике совершенно забыты и обычно приписываются другим историческим персонажам, хотя в действительности их значение для собственно механики является чрезвычайно важным. В частности, Коперник по-видимому, впервые, стал рассматривать движение планет, как физических твердых тел, аналогичных Земле, а не точек или сводимых к ним эфирных тел, как более не только более ранние авторы, но и еще многие последующие. Это позволило ему различить вращательное и круговое поступательное движение, для описания последнего он предложил принцип сложения движений. В результате Солнце и «блуждающие звезды» выстроились в прекрасную гармоничную картину, вместо запутанных петлеобразных траекторий, никак не тянущих на божественную гармонию.

Однако поставив вопрос о построении математических моделей, Коперник не предложил методике их построения. Более того, даже для механики эта задача еще была слишком сложной, так как очень много еще не было понятно в причинах движений и способах их измерений. Этот пробел был заполнен с участием многих ученых, но конечно прежде всего Галилеем и Кеплером, который в дополнение к механике и математике сделал шаг и в изучении глобальной «гармонии мира», возможно недооцененный еще и в наше время. В части же поиска методологии построения математических моделей также существует масса авторов, внесших значительный вклад, но ограничимся такими глобальными фигурами, как Ф.Бэкон, Р.Декарт, Г.В. Лейбниц. Причем в свете предлагаемой реконструкции событий научной революции, роль последнего в становлении науки похоже, существенно недооценена и требует дальнейшего исследования.

Приведем весьма важную в контексте данного обсуждения цитату из «первоначал философии» Р.Декарта [5]:

«64. Чтобы иметь возможность обосновать посредством доказательства все, что я буду выводить, я не принимаю в физике никаких начал, которые не были бы также началами математики; и этих начал достаточно, тем более что посредством их могут быть объяснены все явления природы..»

Удивительно, но в этой формулировке Декарта можно увидеть четкую программу фундаментального труда И. Ньютона «Математические начала натуральной философии».

Именно эта книга представляет для нас наибольший интерес. По сравнению с традиционными представлениями, оказывается что роль И.Ньютона в лице его «трех законов природы» [4], и его взаимоотношения с Декартом [5] гораздо теснее, чем обычно считается. Ньютон

оказывается последователем Декарта, а не оппонентом. В современных курсах механики обычно «законы Ньютона» излагаются в совершенно иной, отличной от оригинальной, интерпретации, не дающей возможности оценить их первоначальный замысел. Приведем формулировку трех законов Ньютона в их оригинальной формулировке [4]:

«Закон I. Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние.»

Первый закон определяет, ключевое для методологии Ньютона понятие «сила» через идентификацию его действия на тело. При этом Ньютон придерживается дихотомии движения, рассматривающей покой как частный случай равномерного движения, и разделяющей ускоренное и равномерное движение. Это противоречило учению Аристотеля.

В современной литературе под первым законом обычно формулируется «Определение III» Ньютона в несколько измененной формулировке, по сравнению с оригиналом:

«Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивления, по которой всякое отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерною прямолинейною движения.»

«Закон II. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.»

Второй закон позволяет количественно измерить силу через оказываемое воздействие на тело, точнее через изменение его количества движения. При этом Ньютон говорит именно о пропорциональности величины силы, а не о точном равенстве. Это важно с методологической точки зрения, для практических применений даже в сложных случаях механического движения, а тем более в немеханических приложениях.

«Закон III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе — взаимодействия двух тел друг на друга между собою равны и направлены в противоположные стороны.»

И, наконец, третий закон позволяет свести любую неизвестную «силу» природы к механической силе, через их уравнивание. Например, поскольку известно, что на тяжелое тело действует сила притяжения к Земле, то если оно висит на канате, закреплённом на пружине или магнитах, то пружина или магниты оказывают противоположное действие на канат, таким образом они также являются источниками силы иной природы, иначе бы система не находилась в равновесии. Это позволяет изучать электрические или магнитные силы, или иные неизвестные доселе силы, через постановку эксперимента сводящего их действие через систему простых машин к механическим силам или силам тяжести.

Именно книга Ньютона до настоящего времени считается чуть ли не основой всего современного естествознания [6], а автор входит в число самых значительных мыслителей всех времен и народов по версии ВВС [7], занимая в этом крайне представительном списке 3 место. Вряд ли это могло бы случиться если бы «законы природы» были бы только законами механики. Анализ оригинального текста и дальнейшего использования законов Ньютона дают четкое представление о том, что они, как раз, и являются методологической основой построения математических моделей, как в механике, так и в других дисциплинах. Об этом говорит, как и название книги «Математические начала натуральной философии», так и ее структура – изложение методологии и обширные примеры ее применения в наиболее интересных и продвинутых на тот момент разделах механики. И хотя Ньютон применяет свои законы к механическим задачам, это связано прежде всего с популярностью рассматриваемых в книге задач в науке того времени.

Для механической аудитории, конечно же, наиболее интересным является рассказ о том, как изменилась роль математики и ее связи с механикой, а также их значение в науке в течение указанного периода. Также важно, как это соотносится с дальнейшим прогрессом наук, и, в частности, механики, роль которой в процессах модификации научного мировоззрения оказывается сильно недооцененной. Понятие «механицизма», оказывается не просто сильно упрощенным, но скорее даже утрированным в современных описаниях, по крайней мере, в отечественной литературе. Утратив связь с источником, которым являются законы Ньютона в их изначальной формулировке, оно оказалось интерпретируемым крайне вульгарно и даже местами неверно.

Кроме того, крайне важным является определение понятия мгновенной скорости и понятия действия силы в работе Ньютона. Они принципиально отличаются от тех понятий, которое используется в современной литературе и восходят к определениям Эйлера.

Резюмируя, можно сформулировать следующую интерпретацию событий научной революции 16-17 веков: предложенная Коперником новая парадигма науки вызвала живой отклик в самых разных областях знания, но, что вполне естественно, прежде всего – в математике и механике. Однако результаты этого первого этапа были не так значимы, так как отсутствовала методика построения математических моделей.

Предложение Ньютоном в виде «трех законов» такой методики вызвало взрывообразный рост научного знания во многих областях, причем не только естественнонаучных. Этот период получил название «механицизма» в науке. При этом в самой механике и некоторых близких к ней отраслях, параллельно с Ньютонианской, активно развивалась и «континентальная» парадигма аналитической механики, основанная, если можно так сказать, на «философии бесконечно малых» и более ориентированная на внутреннюю работу с чистыми математическими моделями. Это стало возможным благодаря тому, что, как тогда казалось, основные вопросы математического представления

типичных задач уже были решены, и оставалось развивать их аналитические возможности.

Таким образом, в исследовании периода научно-мировоззренческой революции 16-17 веков есть еще очень много вопросов, влияние которых на современное состояние науки крайне интересно и подлежит изучению.

### Литература

1. *Бродель Ф.* Материальная цивилизация, экономика и капитализм. XV-XVIII вв. В 3-х тт. — М., 1986-1992. — 592 с.+672 с.+732 с.
2. *Валлерстайн И.* Анализ мировых систем и ситуация в современном мире / Пер. с англ. П.М. Кудюкина / Под общ. ред. Б.Ю. Кагарлицкого. — СПб., 2001. — 416 с.
3. *Коперник Н.* О вращениях небесных сфер. Малый комментарий. Послание против Вернера. Упсальская запись / Перевод И. Н. Веселовского. — М.: Наука, 1964. — 646 с.
4. *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии / Перевод с латинского и примечания А.Н. Крылова. — М.: Наука, 1989. — 688 с.
5. *Декарт Р.* Сочинения: в 2 т. Т. 1 : пер с лат. и фр. / сост., ред. и примеч. В.В. Соколова. — М.: Мысль, 1994. — 654 с.
6. "The Economist". — <http://www.economist.com/node/2003425>
7. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/english/static/events/millennium/sep/winner.htm>
8. <http://gtresearchnews.gatech.edu/newsrelease/newton.htm>

UDC 530.01, 51(091), 001.5

## Scientific revolution of 16–17 centuries and period of "mechanism" in science

S. N. Kolesnikov\*

\* *Faculty of Mechanics and Mathematics,  
Lomonosov Moscow State University,  
Leninskie Gory 1, Moscow, 119991, Russia,  
e-mail: wiseacre@inbox.ru*

The article describes a new approach to historical and scientific material period of "scientific and technological revolution of 16-17 centuries", which revealed a largely unexpected aspects have occurred in this time of changes in science and scientific view and discover the important relationship with the history and process of development of modern mechanics.

**Keywords:** classical mechanics, Newton's laws, Copernicus, the laws of motion.