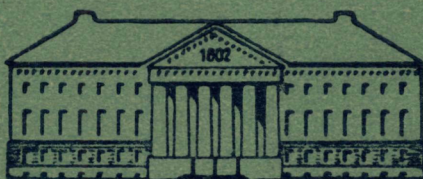


TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS
ALUSTATUD 1893. a. VIHİK 360 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ в 1893 г.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ

II



ТАРТУ 1975

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

ALUSTATUD 1893. a.

VIHK 360 ВЫПУСК

ОСНОВАНЫ в 1893 г.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ

II

ТАРТУ 1975

Редакционная коллегия:

П. Кард, Ю. Лембра (отв. редактор), У. Нымм, Я. Рейнет, В. Рийвес.

ОТ РЕДАКЦИИ

Настоящий выпуск «Ученых записок Тартуского государственного университета» является продолжением серии, первый выпуск которой был озаглавлен «Философские вопросы физики I». Начиная со второго выпуска эта серия называется «Методологические вопросы физики».

ПАРАДОКС МАССЫ В АСТРОНОМИИ

Я. Э. Эйнасто

Парадокс массы в астрономии заключается в том, что средняя масса галактик и скоплений галактик по разным оценкам получается существенно различной. Масса галактик, определенная существующими стандартными методами, на один-два порядка меньше, чем средняя масса галактик в скоплениях, определенная по теореме о вириале.

Вириальная масса M скопления гравитирующих точек вычисляется по формуле

$$\langle \sigma_r^2 \rangle = \frac{1}{3} GMR^{-1},$$

где σ_r — наблюдаемая дисперсия лучевых скоростей точек, G — гравитационная постоянная и R — некоторый эффективный радиус рассматриваемой системы, определяемый по распределению плотности в ней. Формула справедлива только в случае, если система стационарна, т. е. не расширяется и не сжимается.

Приведенную формулу можно использовать как для скоплений галактик, так и для индивидуальных галактик. В последнем случае из наблюдений можно определить лишь дисперсию скоростей звезд в центре галактики, и выведенное значение массы соответствует действительности только тогда, когда дисперсия скоростей постоянна во всей галактике. Этот метод определения массы применяется для эллиптических галактик. Масса спиральных галактик определяется гораздо более уверенно по данным об их вращении.

Применяя указанную формулу для скоплений галактик, по полной массе скопления M можно оценить и среднюю массу галактик M_g в нем, если известно число галактик N в скоплении: $M_g = M/N$. Выполнив такие вычисления, астрономы около 30 лет тому назад пришли к выводу, что результирующая масса M_g при-

мерно на один-два порядка больше, чем средняя масса индивидуальных галактик.

Как и в случае других парадоксов в астрономии, мы должны признать, что в данном случае где-то допущена ошибка. В принципе возможны следующие источники ошибок:

- 1) дисперсии скоростей галактик в скоплениях не найдены правильно;
- 2) для скоплений галактик не выполняется основное исходное положение — стационарность;
- 3) массы галактик больше, чем считалось раньше;
- 4) помимо галактик, в скоплениях галактик существует еще некоторая «скрытая» масса, т. е. масса скопления и должна быть больше суммарной массы индивидуальных галактик.

Рассмотрим эти возможные источники ошибок более подробно.

Предположение, что дисперсия скоростей галактик в скоплении вычислена неправильно, было выдвинуто американским астрономом Тиффтом в 1972 г. [1]. Исследуя лучевые скорости и видимые величины галактик в скоплении Волосы Вероники, он обнаружил, что на диаграмме, где по оси абсцисс отложена видимая величина галактик, а по оси ординат — лучевая скорость, галактики не распределяются случайным образом, а концентрируются вдоль ряда наклонных параллельных прямых. Чтобы объяснить свой результат, Тиффт предположил, что наблюдаемая лучевая скорость V является суммой трех скоростей:

$$V = V_k + V_g + V_i,$$

где V_k — скорость космологического расширения Вселенной (практически постоянная для всех членов скопления), V_g — доплеровская скорость вследствие случайного движения галактик в скоплении и V_i — некоторая «недоплеровская» составляющая, появление которой вызвано каким-то пока неизвестным явлением природы.

Если результаты Тиффта подтвердятся, то это приведет к революции в астрономии. Во-первых, космологическое расширение Вселенной окажется значительно меньшим, чем считается до сих пор. Во-вторых, дисперсия скоростей галактик в скоплении уменьшится более, чем на порядок, что уменьшит средние массы галактик более, чем на два порядка (а это уже противоречит прямым определениям масс). Наконец, потребуется объяснить природу «недоплеровского» красного смещения. До сих пор результаты Тиффта не подтверждены другими исследователями и мы не можем их принять.

Предположение, что скопления галактик не являются стационарными, было выдвинуто академиком В. А. Амбарцумяном в 1958 г. [2]. Если это предположение правильно, то скопления галактик должны быстро — после нескольких оборотов галактик

вокруг центра скоплений (т. е. в течение 10^8 — 10^9 лет) — распадаться. Так как мы сейчас наблюдаем большое число скоплений галактик, то отсюда следует, что все они должны были образоваться недавно.

Гипотеза В. А. Амбарцумяна имеет одно существенное затруднение. Фотометрические наблюдения показывают, что эллиптические галактики в скоплениях не отличаются от нормальных эллиптических галактик в Местной системе. Возраст галактик Местной системы может быть определен достаточно уверенно; оказывается, он равен примерно 10^{10} лет. Этот результат трудно объяснить, если скопления галактик являются молодыми.

Указания на то, что массы индивидуальных галактик найдены неправильно, были получены совсем недавно. Новые оптические и особенно радионаблюдения показывают, что скорость вращения галактик с увеличением расстояния от центра галактики убывает очень медленно, гораздо медленнее, чем можно было бы ожидать при допущении, что в галактиках имеются только обычные звезды, распределение которых можно изучить по фотометрическим наблюдениям. Единственное объяснение этого явления — предположение о существовании в галактиках невидимой составляющей — короны. Данные о вращении галактик позволяют оценить лишь нижний предел массы короны. Оказывается, что эта предельная масса в 2—3 раза больше массы известных звезд в галактиках [3].

Для получения более точной оценки массы корон галактик необходимо использовать индикаторы массы, расположенные дальше от центра галактик, чем наблюдаемые в спиральных галактиках облака межзвездного газа. В качестве таких индикаторов массы можно использовать спутники галактик. Соответствующий анализ показывает, что полная масса корон галактик примерно в 10 раз больше массы известных звезд в галактиках [3, 4]. Состоят ли короны галактик из слабых звезд или из газа, пока сказать трудно.

Предположение о существовании в скоплениях галактик скрытой массы нашло недавно экспериментальное подтверждение. Ракетные, а потом и спутниковые наблюдения показали, что скопления галактик испускают рентгеновское излучение, вызванное свечением горячего газа с температурой порядка 10^7 — 10^8 °К. Полная масса этого газа составляет примерно 5—10% вириальной массы скопления [5].

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать следующее. По имеющимся данным парадокс массы в скоплениях галактик, вероятно, объясняется тем, что массы галактик значительно больше, чем считалось раньше. Некоторую долю в массу вносит и высокотемпературный межгалактический газ. Но следует сказать, что проблема еще не решена окончательно и будущие исследования могут дать неожиданные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. G. Tifft. *Astrophys. J.* **175**, 613, 1972.
2. В. А. Амбарцумян. Изв. АН Арм. ССР, сер. физ.-мат. **11**, 9, 1958.
3. J. Einasto, A. Kaasik, E. Saari. *Dynamical Evidence on Massive Coronnas of Galaxies*, *Nature*, **250**, 309, 1974.
4. Я. Эйнасто, Э. Саар, А. Каасик, П. Траат. *Астр. цирк.* № 811, 1974.
5. J. Holberg, S. Bowyer, M. Lampton. *Astrophys. J. (Lett.)* **180**, L55, 1973.

MASSI PARADOKS ASTRONOOMIAS

J. Einasto

Resümee

On antud ülevaade viriaalmassi paradoksist astronoomias. Viimane seisneb selles, et isoleeritud galaktikate mass on umbes 10 korda väiksem galaktikate keskmisest massist parvedes, mis on määratud viriaali teoreemi põhjal. Seda lahkuminekut on võimalik kõrvaldada kasutades galaktikate massi määramisel uut meetodit. Viimasest selgub, et galaktikad on ümbritsetud massiivsete kroonidega, mis massi poolest ületavad tuntud tähtede massi galaktikates ühe suurusjärgu võrra.

MASS PARADOX IN ASTRONOMY

J. Einasto

Summary

The virial mass paradox in astronomy is reviewed. This paradox consists in the discrepancy between the mass of isolated galaxies and the mean mass of the cluster galaxies determined from the virial theorem, the latter being approximately 10 times larger. The discrepancy can be removed by using a new method of determining the masses of galaxies. These determinations show that galaxies are surrounded by coronas exceeding the masses of known stars by one order of magnitude.

КОНЦЕПЦИЯ РЕВОЛЮЦИИ В АСТРОНОМИИ, ОПИРАЮЩАЯСЯ НА СХЕМУ ШЕПЛИ И РАБИНОВИЧА

Х. Т. Ээлсалу

Первичным предметом астрономии является разработка какой-либо картины мира. Переход от одной картины мира к другой, т. е. от одной космологии к другой, качественно новой, создает то, что можно назвать революцией в астрономии в некотором узком, специфическом для этой науки смысле, или космологической революцией. Ниже изложена одна концепция цепи таких революций, имевших место в астрономии.

1. Поскольку основные свойства строения Вселенной человек уясняет себе прежде всего при помощи каких-либо представлений о симметрии и иерархии ее структуры, то схему космологических революций следует изложить, исходя именно из перестройки этих представлений. Согласно принятым принципам симметрии и иерархии качественное развитие космологии можно упорядочить в следующую простую иерархическую последовательность стадий: 1) топоцентрическая стадия, затем 2) геоцентрическая стадия и 3) гелиоцентрическая стадия, для которых характерен конкретный центр симметрии в виде некоторого центрального тела, 4) галактоцентрическая стадия, для которой характерен только теоретически воображаемый центр, 5) метagalacticкая стадия (стадия Островной Вселенной), для которой характерно отсутствие нетривиальной симметрии; 6) стадия с абстрактной симметрией (Симметричная Вселенная в смысле пары мир-антимир). Переходы от одной какой-либо стадии к следующей можно рассматривать как космологические революции. Примерно такую схему космологических революций набросал в 1956 году Шепли (см. его книгу [1] или ее перевод на русский и эстонский языки). Схему развивал дальше Рабинович (напр., [2]). Эти авторы характеризуют переходы от одной стадии к следующей как постепенное «приспособление сознания человека к Вселенной». Шепли рассматривает свою схему вне общественного контекста, т. е. только космополитично, а Рабинович дает ей уже социальное содержание. Здесь мы постараемся изложить их

схему в уточненном и более целостном виде как концепцию революций в астрономии. Однако мы не будем вникать в детали.

Космологическая революция имеет определенное астрономическое содержание и ряд импликаций, сопровождающих ее, предшествующих ей или следующих за ней: философские, методологические, общенаучные, социальные и, может быть, еще другие более тонкие, например, идеологические импликации как переходная форма от философских к общественным импликациям. Астрономическое содержание революции заключается в принятии нового образа космологического — и, следовательно, космографического* и космогонического — мышления астрономами, исследующими космос посредством наблюдений и занимающимися их научным истолкованием. Революция может иметь значительную длительность и произойти как более или менее скрытый процесс накопления и научного освоения астрономических знаний, оставаясь долго незамеченной широкой публикой. Общественное значение космологических революций определяется их импликациями, которые придают им тот или другой общественный вес и соответствующую публичность.

2. О геоцентрической революции можно говорить только условно. Под ней можно понимать ситуацию, когда человек сознательно начал следить за небесным сводом научным методом. Можно считать, что она охватывает процесс перехода от простого табулирования небесных явлений месопотамскими наблюдателями к выводу из этих таблиц первых числовых закономерностей, по-видимому, примерно 4 тысячелетия тому назад (см. [3]).

Трудно охарактеризовать длительность геоцентрической революции, которая в античной средиземной цивилизации считается законченной примерно к IV веку до н. э. (см., напр., [4]). Однако, как известно, разработка научной геоцентрической картины мира длилась от Эвдокса (V в. до н. э.) до Птолемея (II в. н. э.). При принятии геоцентрического стиля мышления, как известно, должны были оказаться решающими наблюдения формы тени Земли во время лунных затмений. Этот аргумент считал главным еще последний крупный представитель геоцентризма — Апиан (напр. [5]), современный Коперника.

Гелиоцентрическая революция длилась от дней Коперника до открытия аберрации света и измерения первых параллаксов звезд, т. е. три столетия [6].

Что касается галактоцентрической революции, то она длилась от опубликования Мэдлером трактатов [7] и [8] в середине XIX века до наблюдательной интерпретации теории вращения Галактики Линдبلادом и Оортом в 1920-ые годы (см., напр., [9]). До сих пор галактоцентрическая революция не нашла:

* Слово «космография» употребляется здесь в смысле Шепли.

корректного рассмотрения в литературе. Поэтому на ней следует остановиться особо.

В своих трактатах Мэдлер набросал схему звездной системы, где допускается возможность обращения звезд — в частности Солнца — вокруг мысленного центра тяжести системы, в которой нет массивной центральной звезды. Своими трудами Мэдлер положил начало теории звездной динамики, несмотря на отсутствие еще в то время общей кинетической теории газов, которая служила примером для более поздних поколений астрономов. Однако понадобилось еще более полувека, чтобы создать статико-кинематический аппарат, позволяющий корректно как локализовать этот мысленный центр Галактики (который Мэдлер предположил находящимся совсем не в той точке, где он действительно лежит), так и объяснить закономерности ее вращения (относительно которых Мэдлеру удалось сделать не больше, как только поставить проблему в примитивном виде). Революционный шаг Мэдлера не нашел правильного отражения в литературе по истории астрономии. Даже Шепли не упоминает Мэдлера. Более того, продолжают попытки некорректного освещения этого одного из крупнейших шагов в истории астрономии.

Так, у Мартынова [10] читаем следующее: «...Аргеландер в осторожной форме высказался о возможности динамического центра (быть может темной звезды), около которого вращается вся совокупность звезд. Эта по существу здоровая мысль была подхвачена Мэдлером, преемником В. Струве по Дерптской обсерватории, но уже в нездоровом виде. Мэдлеру показалось из анализа собственных движений звезд, что он нашел такой центр в Плеядах. Он объявил Алциону таким «Центральным солнцем». ...Мэдлер остался при своем мнении и ...защищал его всю жизнь в последовательных изданиях своей «Populäre Astronomie», бывшей в середине прошлого столетия самым распространенным популярным изложением астрономии.» Здесь не раскрыто то обстоятельство, что все предшествующие астрономы (включая финского астронома Аргеландера) мыслили в духе иерархической схемы: Система Юпитера — Солнечная система — Звездная Система с массивным центральным телом. Мэдлеру, который вел наблюдения двойных и кратных звезд, по-видимому, служили примером последние, как космические системы совсем другого типа. Он объявил Алциону не Центральным солнцем в старом дословном смысле, а по своим расчетам просто локализовав вблизи этой звезды мысленный центр системы. К сожалению, Мэдлер прибегнул также к аналогии с кольцами Сатурна, чем напрасно усложнил свою задачу.

Хотя Мэдлер уже давно нашел внимательных читателей (например, Гамильтона), впервые признал его как революционера в науке, по-видимому, Олссон в 1927 году [11], т. е. в том же году, когда появились фундаментальные работы Оорта об истолкова-

нии эффектов дифференциального вращения Галактики. Олссон характеризует исследования Мэдлера как «... the earliest real attempt, founded on scientific methods, to draw conclusions from the theories of stellar dynamics regarding the structure of the Galaxy...». Тем не менее, на основоположника динамики звездных систем еще в 1959 году нападает Гайдук [12], который некритически цитирует математика Якоби, современника Мэдлера. Цитата гласит: «Мы заключаем о наличии притягивающих сил при изменении скорости. Нам неизвестно, однако, никакое изменение собственных движений постоянных звезд, ...». Гайдуку, по-видимому, неизвестно, что несмотря на невозможность измерения ускорений звезд, звездная динамика превратилась в целую отрасль науки и продолжает развиваться на основе известных уже Мэдлеру принципов статистического равновесия и самогравитируемости звездной системы.

Относительно метagalacticкой революции, приведшей к «Островной Вселенной», можно сказать, что она длилась от установления соответствующих гипотез Шайнером и Маундером (конец XIX в.) до появления наблюдательных работ Хаббла о красном смещении спектров туманностей в середине 1920 годов (см., напр., [13]).

Значительная продолжительность первых космологических революций была связана с тем, что соответствующие кинематические схемы, которыми оперировали их основоположники (соответственно, создатели геоцентрических теорий, Коперник и Мэдлер), оказались только идеями и принципами, которые пришлось в дальнейшем дополнить конкретным научным содержанием.

Для рассмотрения более современных революций в астрономии мы наверно еще не имеем достаточной исторической перспективы.

3. Вопрос об импликациях космологических революций, конечно, может излагаться по-разному, в зависимости от того, на чем автор стремится сделать упор.

В какой-то мере важные импликации должны были возникнуть уже при принятии человеком или общественным классом донаучного топоцентрического мировоззрения. В качестве предполагаемой основной гносеологической импликации здесь можно отметить ежедневное отождествление Солнца с самим собой [3].

Древние народы творили каждый свою топоцентрическую картину мира и космологические мифы. Вместе со сконструированными греческими философами картинами мира они приведены в обзоре [14]. К сожалению, в обзоре не отмечена топоцентрическая картина мира финно-угорских народов. Эстофилы и эстонские фольклористы обратили на эту картину мира серьезное внимание уже давно [15—17].

Очень важными социальными импликациями топоцентрического мировоззрения следует считать те, которые связаны

с постулированием существования конкретного ада. А именно, средневековое суеверие и вытекающие из него судебные процессы над ведьмами и колдунами (продолжавшиеся до XIX века) были возможными при условии руководства человеком топоцентрической картиной мира (такой критерий выдвинут в [18]).

Рабинович обратил внимание на то, что при рассмотрении социальных импликаций не следует представлять себе дело так, что то, о чем говорится в школе, обязательно внедряется в сознание как элемент повседневного мышления. Принятие определенного космологического стиля мышления — или, как говорят Шепли и Рабинович, приспособление сознания к определенной картине мира — нельзя трактовать формально. На примере латвийского общества Рабинович показал, что среди народа происходил непосредственный переход от топоцентрического стиля мышления к гелиоцентрическому. В частности, он подчеркивает следующий тезис: «Космические полеты придали в глазах народа гелиоцентрическому мировоззрению характер объективно существенного факта».

Что касается философских импликаций космологических революций, то в той мере, в какой аппарат философии служил средством логического зондирования непознанных сфер Вселенной, эти импликации предшествовали самим революциям, создавая «революционную ситуацию». Их примеры и примеры идеологических импликаций, сопутствующих космологическим революциям, хорошо известны. Анализ философских импликаций космологических революций должен быть неотъемлемой частью исследования сущности этих революций. Прежде всего следует спросить, каким логическим, гносеологическим, космографическим и прочим аппаратом философы пользовались при высказывании космологических прогнозов. Аппарат, используемый философами при прогнозировании хода современной космологической революции, можно продемонстрировать на примере статьи Наана [19].

4. Для понимания относительного значения той или другой космологической революции следует прежде всего рассматривать их общенаучные и, в частности, методологические импликации.

Топоцентрическая революция в Месопотамии, по-видимому, привела к возникновению индуктивного метода научного прогнозирования и была связана с возникновением позиционной записи чисел [3]. Геоцентрическая революция была связана с развитием метода дедукции и разработкой геометрии в пространстве. Гелиоцентрическая революция обогатила науку гравитодинамической теорией причинности. А чем обогатила науку галактоцентрическая революция? Кажется, непосредственно только тем, что создала астрономические условия для метagalacticкой революции. Поскольку ее импликации остались слабыми, то она прошла

незаметно. Поэтому неудивительно, что даже история астрономии не дошла до ее правильного освещения.

Что касается метagalактической революции, то она создала прежде всего макрокосмические условия для перехода к Симметричной Вселенной. Но в этой революции играют крупную роль также микрокосмические соображения (см., напр., [19]).

Для оценки общенаучной роли галактоцентрической и метagalактической стадий развития астрономии следует иметь в виду, что во время осуществления первой из них было положено начало теориям пространственно-временной относительности, а во время осуществления другой были открыты энергетические ресурсы микромира. В общем методологическом отношении они были полезны, например, тем, что помогли устансвить парадоксы, связанные с понятием бесконечности (см., напр., [20]).

5. Нельзя упустить из виду, что, начиная с галактоцентрической революции, принятие новых принципов симметрии необязательно синхронизовано с принятием новых принципов иерархии. В частности, сначала констатировали, что Солнце является звездой, а значительно позже решили вопрос о структуре мира звезд. Это обстоятельство уменьшило революционное значение открытия Мэдлера.

Кроме того, нельзя игнорировать фундаментальный кинематический критерий в смысле последовательности: геостатическая стадия — гелиостатическая стадия — галактостатическая стадия — и т. д. Здесь тоже можно выявить несинхронность, аналогичную вышеупомянутой.

Космологические революции, выделенные по критериям симметрии и иерархии в вышерассмотренном смысле, начинают перекрываться во времени, а их импликация — уменьшаться. Другими словами, имеет место переход от дискретных революций к перманентным революциям. Поэтому следует поставить вопрос о ревизи критериев. Шепли и Рабинович предлагают конкретно новые критерии биологического типа. Однако нам кажется, что целесообразно прежде всего рассматривать комбинации из критериев симметрии и иерархии и некоторых новых критериев.

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Shapley. Of stars and men, Boston, Beacon Press, 1958 (Х. Шепли, Звезды и люди, М., ИИЛ, 1962; H. Shapley, Tähtedest ja inimestest, Tallinn, ERK, 1964).
2. И. Рабинович. Периодизация Харлоу Шепли применительно к Латвии. Материалы VIII конф. по истории науки в Прибалтике, с. 20—22, Тарту, ТГУ, 1970.
3. А. Паннекоек. The Origin of Astronomy, Monthly Notices Royal Astr. Soc., 111, 347, 1951.
4. G. J. Järnefelt. Some cosmological points of controversy, Helsinki Univ. Astr. Obs. Publ. № 106, 1964.

5. D. Wattenberg. Peter Apianus und sein Astronomicum Caesareum, Leipzig, Edition Leipzig, 1967.
6. А. А. Михайлов. Земля и Вселенная, № 3, 50, 1973.
7. J. H. Mädler. Die Centralsonne, Dorpat, 1846.
8. J. H. Mädler. Untersuchungen über die Fixsternsysteme. Mittau-Leipzig, 1847/1848.
9. E. von der Pahlen. Lehrbuch der Stellarstatistik, Leipzig, Barth, 1937.
10. Д. Я. Мартынов. *Астрономический Журнал*, 27, 170, 1950.
11. J. Ohlsson. A review of stellar dynamics, *Meddelande från Lunds astron. obs.*, Lund, 1927.
12. Ю. М. Гайдук. *Историко-математические исследования*, 12, 245, М., 1959.
13. М. С. Эйгенсон. *Внегалактическая астрономия*, М., ГИФМЛ, 1970.
14. L. Maillard. Quand la lumière fut ... I. Les cosmogonies anciennes, Presses Universitaires, Paris, 1922.
15. F. Amelung. *Revalsche Zeitung, Sonderabdruck*, 1881.
16. J. Hurt. *Eesti astronomia*, Jurjev, 1889 (Über estnische Himmelskunde, St. Petersburg, 1900).
17. O. Loorits. *Grundzüge des estnischen Volksglaubens I—III*, Lund, 1949—1957.
18. H. Eelsalu. *Looming*, № 10, 1691, 1972.
19. Г. И. Наан. *Симметричная Вселенная*, Публ. Тартуской астр. obs., 34, 423, 1964.
20. X. Керес. *Бесконечные материальные системы и гравитационный парадокс*, Публ. Тартуской астр. obs., 34, 445, 1964.

SHAPLEY JA RABINOVIČSI SKEEMIL PÕHINEV KONTSEPTSIION REVOLUTSIOONIDEST ASTRONOOMIAS

H. Eelsalu

Resümee

Kirjeldatakse kosmoloogilise mõtte revolutsioonide jada lähedes sümmeetria ja hierarhia kaalutlustest. Revolutsioone nimetatakse topo-, geo-, helio- ja galaktotsentristeks, metagalaktiliseks ja maailm-antimaailm-sümmeetriliseks. Käsitletakse nii revolutsioonide sisu, kui ka nende implikatsioone.

A CONCEPT OF REVOLUTIONS IN ASTRONOMY BASED ON THE SCHEME OF SHAPLEY AND RABINOVIČS

H. Eelsalu

Summary

A sequence of revolutions in cosmological thought is described proceeding from the considerations of symmetry and hierarchy. The revolutions are called topo-, geo-, helio- and galactocentric, metagalactic, and world-antiworld-symmetrical. Both the content and the implications of the revolutions are discussed in the paper.

О СПЕЦИФИКЕ АСТРОНОМИИ КАК НАУКИ

И. С. Алексеев

Долгий исторический путь развития астрономии — этой древнейшей точной науки о природе — наложил неизгладимый отпечаток на ее современный статус, в значительной мере обусловив то поистине уникальное положение, которое она занимает среди других естественных наук.

Уникальность статуса астрономии заключается в следующем. С одной стороны, по своему содержанию она должна, как будто, являться разделом физики — физикой небесных тел, наряду, скажем, с физикой плазмы или физикой элементарных частиц. Действительно, «объекты познания в астрономии — это почти во всех случаях определенные физические объекты: планеты, звезды, диффузное вещество, галактики, «Вселенная как целое» ... Все эмпирические средства познания астрономия заимствовала у современной физики, а для представления своих объектов в знании она использует математизированный язык современной физики, ее фундаментальные теории. В определенном смысле астрономия может, следовательно, рассматриваться как «прикладной раздел физики» [1].

С другой стороны, однако, самостоятельность астрономии (в том числе и по отношению к физике) является очевидным историческим фактом и принимается как само собою разумеющееся — если не физиками, то, по крайней мере, астрономами. Примечательно в этой связи то, что часто обсуждающийся вопрос о взаимосвязи физики и астрономии [2], [3] уже в самой своей постановке предполагает их взаимную суверенность. Физика небесных тел (астрофизика), которая по своему содержанию вроде бы должна совпадать с астрономией в целом, рассматривается при этом только как один из разделов последней.

Для методологии науки изложенная ситуация чрезвычайно интересна. Она имеет непосредственную связь с актуальной и все еще не решенной проблемой классификации наук. Поэтому ее обсуждение представляется, во всяком случае, небесполезным, что и является основной задачей настоящей статьи. В ней будет

сделана попытка проанализировать как основания для отождествления астрономии с физикой небесных тел, так и аргументы в пользу ее самостоятельности по отношению к физике.

Начнем с рассмотрения соотношения астрономии и астрофизики. В качестве эмпирического материала для обсуждения этого вопроса полезно проанализировать зафиксированные в энциклопедиях определения астрономии и астрофизики. Соответствующие статьи, написанные, как правило, крупными учеными, можно рассматривать как выражение самосознания указанных наук, относящееся к определенному историческому этапу их развития.

В конце прошлого века о соотношении астрономии и астрофизики можно было прочитать следующее: «Астрономия — наука о небесных светилах. В обширном смысле этого слова астрономия включает в себя исследование всего того, что можно знать о небесных светилах... Но в настоящее время обыкновенно в астрономию в собственном смысле включают только изучение законов движения небесных тел, между тем как вопросы, касающиеся строения или состава их, выделяются в особую область астрофизики. Таким образом, астрономию можно определить как геометрию, кинематику неба» [4].

Из этих слов видно, что астрономия в общем смысле, определенная по своему объекту изучения (небесные тела), мыслится разделенной на две части — феноменологическую (астрономию в собственном смысле) и структурную (астрофизику). Однако уже на этом уровне развития астрономию вполне можно было трактовать как часть физики — ведь изучение законов движения небесных тел как в аспекте кинематики, так и в аспекте динамики относится к механике, являющейся главой физики. Небесная механика отличается от земной лишь по объекту изучения, но не по понятийному аппарату.

В первом издании БСЭ (1926 г.) астрономия и астрофизика сопоставляются почти так же: «Современная астрономия разделяется на две большие части — астрономию и астрофизику, хотя различие между ними не всегда бывает вполне определенным. В первую входят задачи по изучению положения и движения небесных тел..., изучение их фигур, их изменений, распределения звезд в пространстве. Астрофизика занимается преимущественно изучением физической природы светил и в этом отношении теснейшим образом связана с новейшими физическими теориями о строении материи» [5]. Новым моментом здесь является явное подчеркивание того, что различие в рамках «астрономии вообще» между «собственно астрономией» и астрофизикой не всегда удастся провести четко. Действительно, те внешние пространственные характеристики существования небесных светил, которые изучает «собственно астрономия», по сути дела, тоже относятся к физике. Это находит свое выражение в замечании, сделанном несколькими строками ниже: «иногда бывает затруднительно, если не невоз-

можно, разграничить области небесной механики и астрофизики» [5].

Интересное с методологической точки зрения замечание содержится в статье «Астрофизика» 1-го издания БСЭ. После определения астрофизики как учения о строении небесных тел говорится, что «в область астрофизики входят также определения скорости движения звезд по лучу зрения . . . , расстояний между небесными телами и их распределения в пространстве, поскольку эти определения производятся физическими методами» [5].

Из этих слов явствует, что предмет астрономии задается прежде всего объектом изучения (небесные светила), а предмет астрофизики — методами и средствами исследования, включая категориально-понятийный аппарат [6]. Поскольку же наблюдательные средства «собственно астрономии» действуют согласно законам физики, снова можно сказать, что специфика объекта изучения астрономии не выводит ее за рамки физики, подобно тому, например, как специфика элементарных частиц в соединении со спецификой средств их изучения — ускорителей, пузырьковых камер и т. п. — не мешает науке об элементарных частицах входить в состав физики. Тем не менее, методологическое расхождение в способах задания предметов астрономии и астрофизики затрудняет их сопоставление, что и отмечается авторами статей в БСЭ.

Еще более убедительные доводы в пользу трактовки астрономии в целом как раздела физики можно привести на основании анализа определения предмета астрономии во 2-м издании БСЭ (1950 г.). Там астрономия понимается не просто как наука о небесных светилах, а как «наука о строении и развитии небесных тел и Вселенной», как отрасль естествознания, занимающаяся «изучением видимого и пространственного распределения и движения небесных тел и систем, а также изучением их строения и развития» [7]. Уточнение аспекта астрономического изучения небесных тел (строение и развитие, которые еще недавно считались объектом внимания астрофизики), правда, сопровождается уточнением предмета астрофизики. Последняя определяется теперь как «раздел астрономии, посвященный изучению физического состояния и химического состава небесных тел и межзвездной материи» [7]. Однако это уточнение не влияет на возможность рассмотрения астрономии в целом как астрофизики. Не случайно отмечается, что «астрофизика часто переплетается с другими разделами астрономии и физики, так что резких границ между ними провести нельзя» [7].

Аналогичное положение дел можно обнаружить в 3-м издании БСЭ (1970 г.): «Астрономия — наука о строении и развитии космических тел, их систем и Вселенной в целом» [8]. «Астрофизика — раздел астрономии, изучающий физические явления, происхо-

дящие в небесных телах, их системах и космическом пространстве, а также химические процессы в них» [8].

Итак, пока что рассуждения показывают, что по своему содержанию астрономия должна быть частью физики, ибо пространственное положение, движение, строение и развитие небесных тел описываются и объясняются с помощью тех же понятий, что и аналогичные характеристики тел земных, изучение которых является предметом физики. Но, несмотря на эти доводы, приходится снова повторить, что самостоятельный статус астрономии как науки является очевидным фактом, в котором невозможно усомниться. Как же объяснить этот факт?

Представляется, что объяснение фактической суверенности астрономии прежде всего следует искать в ее истории. Будучи древнейшей наукой о природе, она долгое время была лидером естествознания, являясь «наиболее существенным фактором развития науки от ее возникновения, где-то около 500 г. до н. э. и вплоть до времени Лапласа, Лагранжа и Гаусса» [9], т. е. до рубежа XVIII и XIX веков. Естественно, что столь долгий путь суверенного развития не может закончиться сразу. Традиция приписывания самостоятельности изучению небесных тел по сравнению с изучением земных продолжает жить и сейчас. Она проявляется, в частности, в стремлении подчеркнуть «специфику астрофизических явлений, делающую астрофизику областью науки, которая совершенно не похожа на лабораторную физику» [2]. В русле этой традиции суверенность астрономии по отношению к физике и находит себе историческое оправдание.

Кроме «аргумента от истории» в пользу самостоятельности астрономии свидетельствует тесно связанный с ним «аргумент от социологии». Как известно, наука представляет собой не только систему знаний, но и особый социальный институт, существование которого общественно закреплено в соответствующих организационных формах. В этом плане астрономов всегда отличали сплоченность, организованность и развитый корпоративный дух как в рамках отдельных стран, так и в более широком масштабе — астрономической науке во все времена были присущи особенно развитые международные связи [3]. Продолжающаяся сохраняться социально-организационная самостоятельность астрономии определенно содействует сохранению ее самостоятельности и как особой отрасли знания.

Наконец, помимо этих внешних по отношению к содержанию астрономии доводов, можно привести в защиту ее права на самостоятельность два соображения, касающиеся внутренних особенностей этой науки. Первое из них обращает внимание на специфику эмпирического уровня астрономического исследования, где главным (по сути дела, единственным) методом является наблюдение, а не эксперимент. Если не считать новейших экспериментов с искусственными небесными телами — спутниками и космиче-

скими ракетами, — доставляющих очень малую долю эмпирического материала для астрономии, то приходится констатировать, что астрономия была, есть и будет наблюдательной наукой. Ни теперь, ни в обозримом будущем человечество не в состоянии ни повлиять на протекание естественных астрономических явлений, ни воспроизвести их требуемое количество раз, что необходимо для осуществления экспериментов в собственном смысле этого слова. Имеющиеся в литературе попытки представить астрономию как экспериментальную науку (см., например, [10]) недооценивают это обстоятельство, считая достаточным для эксперимента наличия активности субъекта. Между тем, активность субъекта в плане материально-предметной деятельности по освоению объекта, обязательной для более глубокого проникновения в его природу, реализуется в астрономии лишь по линии изобретения все более разнообразной и изощренной наблюдательной аппаратуры, расширяющей спектральный диапазон, в котором можно наблюдать небесные явления, а также путем повышения удельного веса гипотетических теоретических конструкций в процессе интерпретации наблюдаемых фактов и закономерностей. Иными словами, при наблюдении в астрономии субъект стремится как можно полнее приспособить свои познавательные возможности к проявлениям объекта, в то время как в эксперименте происходит обратное — активное приспособление объекта изучения к возможностям и задачам субъекта, что в астрономии очевидным образом отсутствует.

Но достаточно ли наблюдательного характера астрономии для придания ей самостоятельного статуса по отношению к физике? Ведь интерпретация эмпирического материала в ней всегда осуществляется с помощью физических теоретических концепций. При этом неважно, являются ли эти концепции результатом экстраполяции «земной» (лабораторной) физики, или они представляют собой гипотезы, выходящие за рамки известных физических представлений. В обоих случаях астрономия не перестает быть «прикладной физикой». Из того, что новые гипотезы, сформулированные для интерпретации характеристик экзотических космических объектов типа квазаров или ядер галактик, могут обогатить арсенал наук о природе, не следует с неизбежностью, что они выйдут за пределы физики. Еще свежи в памяти преобразования в облике физической науки, вызванные теоретическим осмыслением микромира, который оказался весьма не похожим на макромир. Почему же у мегамира должна быть иная судьба?

Второе соображение апеллирует к неоспоримой специфике эмпирических объектов изучения астрономии, состоящей в том, что «они эволюционируют и притом поддаются индивидуализации» [1]. «Эволюция наблюдается на всех уровнях: активные образования на Солнце, кометы, планетные атмосферы, газовые туманности, остатки взрывов сверхновых звезд, сами звезды, ядра

галактик, галактики — все эти объекты эволюционируют с характерными для них шкалами времени» [3]. Эта особенность астрономических объектов квалифицируется как «фундаментальное и даже принципиальное отличие астрономии как науки от физики» [3]. Плюс к этому, «астрономические объекты данного «сорта» (например, звезды или даже звезды вполне определенного класса) имеют заметные индивидуальные различия (масса, светимость, химический состав, температура и др...). Это в какой-то мере роднит их с некоторыми объектами не физики, а, например, биологии» [1].

Приведенное соображение, безусловно, имеет силу, если считать, что статус некоторой области знания как самостоятельной науки всецело определяется спецификой ее эмпирической предметной области. Однако против этого можно также выдвинуть возражения. С одной стороны, и в физике приходится учитывать эволюцию при рассмотрении необратимых процессов, что признают и сторонники квалификации эволюционности астрономических объектов как достаточного условия для придания астрономии самостоятельности [3]. С другой стороны, можно полагать, что поскольку специфика неиндивидуализируемых («тождественных») объектов физики микромира — элементарных частиц — не выводит их изучение за рамки физики, то и специфика индивидуальных объектов астрономии также не дает оснований для этого. К тому же, теоретическая интерпретация как эволюции, так и эмпирических данных об индивидуальных астрономических объектах опять-таки осуществляется с помощью физических понятий, и резонно считать основанием для возведения области знания на трон самостоятельной науки характер ее теоретических представлений, а не эмпирических объектов.

Тем не менее, несмотря на все эти доводы, проблема все же остается. И хотя автору данной статьи аргументы в пользу трактовки астрономии как раздела физики кажутся более убедительными и весомыми, он сознает, что так обстоит дело далеко не для всех. Астрономию считают самостоятельной наукой не только астрономы, но и специалисты по классификации наук [11], [12]. Поэтому вместо категорического ответа на конкретный вопрос о соотношении астрономии и физики, в качестве итога этой статьи предлагается ряд более общих методологических проблем, от разрешения которых зависит в конечном счете этот ответ:

1) какова относительная роль исторических, социологических и логико-методологических соображений в деле придания какой-либо науке самостоятельного статуса?

2) какое значение в определении статуса науки имеют особенности ее метода?

3) какую роль в определении самостоятельности науки играют особенности ее эмпирических объектов и характер теоретических концепций?

Дальнейшее обсуждение этих проблем будет, во всяком случае, небесполезным как для поисков обоснованной базы для детальной классификации наук, так и для решения конкретного вопроса о статусе астрономии как науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Наан, В. В. Казютинский. В сб. «Диалектика и современное естествознание», 207—232, М., «Наука», 1970.
2. В. А. Амбарцумян. «Вопросы философии», 6, 45, 1963.
3. И. С. Шкловский. «Вопросы философии», 5, 52, 1969.
4. Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. 2, СПб, 1890.
5. БСЭ, изд. 1-е, т. 3, М., 1926.
6. Б. М. Кедров. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., изд-во АН СССР, 1962.
7. БСЭ, изд. 2-е, т. 3, М., 1950.
8. БСЭ, изд. 3-е, т. 2, М., 1970.
9. О. Нейгебауэр. Точные науки в древности. М., «Наука», 1968.
10. Ж.-К. Пекер. Экспериментальная астрономия. М., «Мир», 1973.
11. Б. М. Кедров. Классификация наук. Т. 1, М., изд-во ВПШ и АОН, 1961; т. 2, М., «Мысль», 1965.
12. Л. Г. Джахая. Классификация наук как философская и науковедческая проблема. Сухуми, «Алашар», 1969.

ASTRONOMIA KUI TEADUSE SPETSIIFIKAST

I. Aleksejev

Resümee

Arutluse alla võetakse seisukoht, mis käsitleb astronoomiat füüsika osana, ja selle seisukoha vastu suunatud väited. Selgub, et vastuse leidmine sellele küsimusele sõltub teaduste klassifitseerimisprintsiipe puudutavate üldisemate metodoloogiliste probleemide lahendamisest.

ABOUT THE SPECIFICITY OF ASTRONOMY AS A SCIENCE

I. Aleksejev

Summary

The article discusses arguments both in favour of the treatment of astronomy as a part of physics and against this point of view. It appears that the answer to this question depends on resolving the more general methodological problems concerning the principles of the classification of sciences.

ПРИНЦИП НЕСООТВЕТСТВИЯ

П. Г. Кард

1. Принцип несоответствия мы противопоставляем широко известному в физике принципу соответствия. Не отрицая за последним его места и роли в развитии физической мысли, мы возражаем против преувеличенной его оценки, против присвоения ему смысла всеобъемлющего и фундаментального регулятора взаимоотношений между физическими теориями. Мы не согласны также со взглядом на принцип соответствия как на форму выражения учения диалектического материализма о соотношении относительной и абсолютной истины. Подобные взгляды можно найти в [1] (стр. 115). На самом деле данный вопрос значительно сложнее. Принципу соответствия противостоит другое, обратное положение, которое до сих пор почти не привлекало внимания философов. Его мы и называем принципом несоответствия. Он не менее, если не более, актуален и фундаментален, чем принцип соответствия.

Точную формулировку принципа несоответствия пока отложим. Начнем с нескольких примеров.

2. Механика специальной теории относительности (релятивистская механика) является обобщением нерелятивистской механики. Принцип соответствия усматривается здесь обычно в том, что релятивистская механика переходит в нерелятивистскую в области скоростей, малых по сравнению со скоростью света. Формально этот переход совершается путем стремления скорости света к бесконечности. С первого взгляда кажется, что принцип соответствия исчерпывающим образом характеризует взаимоотношение этих двух теорий. Однако это не так. Принцип соответствия оказывается несостоятельным как раз в связи с одним из наиболее важных положений теории относительности.

Мы имеем в виду здесь принцип тождественности массы и энергии, называемый чаще всего законом эквивалентности массы и энергии. Он не подчиняется принципу соответствия. В самом деле, в нерелятивистской механике нет даже никакого намека на эквивалентность массы и энергии; следовательно, предельный переход $c \rightarrow \infty$ должен был бы уничтожить эквивалентность и при-

дать массе и энергии в отдельности их классический смысл. Но этого не происходит; вместо этого формула $E = mc^2$ и вместе с ней понятие энергии теряет смысл. Остается одна лишь масса. Но в действительности, как хорошо известно, понятие энергии в нерелятивистской теории имеет свое самостоятельное место. Следовательно, принцип соответствия недостаточен.

Кроме предельного перехода $c \rightarrow \infty$ здесь нужна добавочная операция. Рассмотрим вопрос подробнее. Если в релятивистской формуле массы

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (1)$$

сделаем $c \rightarrow \infty$, то получим $m = m_0$. Это, конечно, правильно: в классической механике масса не зависит от скорости и совпадает с массой покоя. В силу эквивалентности массы и энергии точно такой же результат получается при $c \rightarrow \infty$ и для энергии: так как

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad \text{то при } c \rightarrow \infty \quad E = E_0. \quad \text{Но в классической меха-}$$

нике энергия вовсе не является не зависящей от скорости величиной и ни в малой мере не эквивалентна массе. Таким образом, переход $c \rightarrow \infty$ не дает правильной формулы для нерелятивистской энергии, а дает только энергию покоя, тривиально эквивалентную массе покоя, да притом бесконечную. Но понятие энергии покоя является в классической механике чужеродным, ненужным и, в силу $E_0 \rightarrow \infty$, бессмысленным. Классической энергией является не E и не E_0 , а $E - E_0$; это значит, что кроме предельного перехода $c \rightarrow \infty$ для получения классической (нерелятивистской) энергии необходима еще некоторая вычитательная операция, логически от предельного перехода независимая.

Вышесказанное можно резюмировать следующим образом. Нерелятивистская механика не получается из релятивистской механики только путем предельного перехода. В релятивистской механике обнаруживается некое неразрушимое ядро, сохраняющееся при предельном переходе. Этим ядром является закон эквивалентности массы и энергии. Нерелятивистской механике этот закон, однако, чужд. Поэтому мы вправе рассматривать его как наиболее характерный составной элемент новой теории — релятивистской механики. Он не подчиняется принципу соответствия и является тем наиболее ценным зерном, что радикальнее всего отличает новую теорию от старой. Мы можем, следовательно, сказать, что закон эквивалентности массы и энергии характеризует не соответствие между релятивистской и классической механикой.

3. Другой пример, где обнаруживается действие принципа несоответствия, находим во взаимоотношении классической (не-

квантовой) и квантовой физики. Здесь тоже часто на первое место выдвигают принцип соответствия, усматривая его действие в том, что квантовые закономерности переходят в классические при стремлении постоянной Планка к нулю. Более конкретно, уравнение Шредингера переходит в уравнение Гамильтона-Якоби (с добавлением другого, тоже классического, уравнения для плотности частиц). Известно, однако (см. [2]), что уравнение Гамильтона-Якоби получается из уравнения Шредингера не всегда. Это связано с тем, что в квантовой механике справедлив принцип суперпозиции, а в классической механике он не имеет места. Приведем заимствованный из [2] простой пример. Уравнение Шредингера для свободной частицы массы m имеет вид

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi. \quad (2)$$

Оно имеет решения

$$\begin{aligned} \psi_+ &= \psi_0 \exp\left\{ (i/\hbar) [px - (p^2/2m)t] \right\}, \\ \psi_- &= \psi_0 \exp\left\{ (i/\hbar) [-px - (p^2/2m)t] \right\}, \end{aligned} \quad (3)$$

описывающие частицу, движущуюся, соответственно, в положительном или отрицательном направлении оси x с импульсом p и энергией $p^2/2m$. Решением является также суперпозиция обоих решений:

$$\psi = \frac{\psi_+ + \psi_-}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \psi_0 \cos(px/\hbar) \exp\left[-(i/\hbar)(p^2/2m)t\right]. \quad (4)$$

Для перехода к уравнению Гамильтона-Якоби следует в уравнении Шредингера (2) положить

$$\psi = R \exp(iS/\hbar) \quad (5)$$

с вещественными функциями R и S . Эта подстановка по разделению вещественной и мнимой частей дает:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = -(2m)^{-1} (\text{grad } S)^2 + (\hbar^2/2m) \Delta R/R, \quad (6)$$

$$\frac{\partial (R^2)}{\partial t} + m^{-1} \text{div} (R^2 \text{ grad } S) = 0. \quad (7)$$

Второе из этих уравнений толкуется как классическое уравнение непрерывности для плотности частиц R^2 , а первое при $\hbar \rightarrow 0$, утрачивая последний член, обращается в классическое уравнение Гамильтона-Якоби для свободной частицы.

Все эти выводы кажутся бесспорными и однозначными. Применим, однако, эти выкладки к решению (4). Здесь

$$R = \sqrt{2} \psi_0 \cos(px/\hbar); \quad (8)$$

следовательно,

$$(\hbar^2/2m) \Delta R/R = -p^2/2m, \quad (9)$$

и при $\hbar \rightarrow 0$ этот член в нуль не обращается. Итак, предыдущее утверждение об обращении этого члена в нуль оказалось поспешным и неточным. Уравнение Гамильтона-Якоби получается только при добавочном условии, что ΔR не стремится при $\hbar \rightarrow 0$ к бесконечности. Но в рассмотренном примере это условие как раз не выполняется.

Легко видеть, что несостоятельность принципа соответствия связана здесь с упомянутым выше наличием принципа суперпозиции в квантовой и отсутствием его в классической механике. В самом деле, если решения (3) описывают частицу, движущуюся в двух противоположных направлениях с равными скоростями, то суперпозиция (4) этих решений описывает не покоящуюся частицу, а частицу, движущуюся сразу в обоих направлениях. Последнее представление чуждо классической механике; неудивительно, что предельный переход $\hbar \rightarrow 0$ не дает для решения (4) классической функции действия, которая удовлетворяла бы уравнению Гамильтона-Якоби. Иное дело, если бы мы взяли решение $\psi = \text{const.}$, описывающее покоящуюся частицу; для него мы имели бы тривиальным образом удовлетворяющую уравнению Гамильтона-Якоби постоянную функцию действия $S = \text{const.}$

Другими словами, в числе решений уравнения Гамильтона-Якоби

$$\frac{\partial S}{\partial t} = - (2m)^{-1} (\text{grad } S)^2 \quad (10)$$

для свободной частицы нет такого, которое соответствовало бы решению (4) уравнения Шредингера и получалось бы из последнего путем предельного перехода $\hbar \rightarrow 0$.

Итак, мы приходим к выводу, что квантовомеханический принцип суперпозиции не подчиняется принципу соответствия и характеризует несоответствие между квантовой и классической механикой. Неудивительно, что именно принцип суперпозиции играет фундаментальную роль в проблеме квантовомеханического измерения. Известно, что под измерением понимается в квантовой механике процесс взаимодействия между квантовым объектом и классическим прибором. Этот процесс не описывается ни квантовомеханически, ни классически, и для него характерна так называемая редукция волновой функции, или, в более общем случае, преобразование суперпозиции состояний в их смесь.

Невозможность описания процесса измерения в чисто квантовых или чисто классических терминах наглядно характеризует несоответствие друг другу этих теорий. Каждая из них применима в своей области, а на стыке областей — в процессе измерения — ни та, ни другая.

4. Еще один пример, где обнаруживается несоответствие старой и новой теорий, находим во взаимоотношении между эфирной и электромагнитной теорией света. Как известно, электромагнитная теория в своей окончательной, релятивистской формулировке не допускает существования эфира. Если бы здесь принцип соответствия имел полную силу, то можно было бы найти такой предельный переход от электромагнитной теории к старой, чтобы эфир там появился снова. Но это невозможно. Такого перехода нет. Поскольку электромагнитная теория является релятивистской, а эфирная нет, можно было бы подумать, что переход этот осуществим тем же путем $c \rightarrow \infty$, что и переход от релятивистской к классической механике. Однако это не так, потому что и в старой эфирной теории скорость света конечна; это существенно, этим нельзя пренебречь и принять скорость света в эфирной теории бесконечной, так как это повлекло бы за собой изотропность скорости света в любой инерциальной системе. Следовательно, тогда нельзя было бы ввести преимущественную систему отсчета, существование которой при наличии эфира неизбежно. Несответствие между электромагнитной и эфирной теориями коренится в качестве ином взгляде на сущность поля: в эфирной теории поле есть состояние не чего-то другого, что не есть поле, а в электромагнитной теории поле есть сама первичная реальность (см. об этом, например, в [3]). Между этими двумя взглядами нет непрерывного перехода в духе принципа соответствия. Именно потому главное ядро релятивистской электромагнитной теории, не подчиняющееся принципу соответствия, и состоит в этом новом воззрении. Мы можем поставить его в один ряд с принципом тождества массы и энергии или с квантовомеханическим принципом суперпозиции. При всем том электромагнитная и эфирная теории сохраняют между собой многочисленные точки соприкосновения. Известно, что многие результаты электромагнитной теории совпадают с результатами эфирной теории. В этой близости мы вправе по-прежнему видеть выражение принципа соответствия; не следует только забывать, что тут же действует мощным образом и прямо противоположный принцип — принцип несоответствия.

5. Подведем итоги. Приведенные выше примеры, число которых можно было бы еще умножить, подводят нас к общей формулировке принципа несоответствия. Каждая новая фундаментальная теория, сохраняя в том или ином смысле преобладающую связь со старой теорией, характеризуется в то же время элементом прин-

ципиальной новизны, образующим по преимуществу ее центральное ядро и наиболее глубоко воплощающим ее сущность. Это ядро новой теории абсолютно чуждо старой теории и оно не подчиняется принципу соответствия. Непременное наличие его в каждой достаточно фундаментальной физической теории мы и называем принципом несоответствия. Принцип несоответствия выражает наиболее ярко прогрессивный характер процесса физического познания. Каждый принципиально новый элемент, присутствующий в силу принципа несоответствия на каждой существенно новой ступени физического познания, является фактором революционного значения, преобразовывающим всю прежнюю физическую картину мира. Можно сказать, что эти элементы являются главными носителями прогресса физического познания и образуют его основной костяк.

6. В заключение — в связи с минувшим недавно Годом Коперника — нам остается указать на то, что к числу теорий, в которых реализуется принцип несоответствия, относится, конечно, и теория Коперника. Она не связана с предшествовавшей ей системой Птолемея никаким соответствием, или, по крайней мере, основная сущность системы Коперника принципу соответствия не подлежит. Основная сущность ее сводится к отказу от геоцентризма, что является основополагающим для принципиально нового воззрения на Вселенную. Именно это и характерно для каждого проявления принципа несоответствия: перемещение точки зрения, изменение стиля мышления, отказ от того, что казалось само собою разумеющимся. Как образно сказал Нильс Бор, новая теория, чтобы иметь шансы стать истинной, должна быть достаточно безумной.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Кузнецов. Принцип соответствия в современной физике и его философское значение. М.—Л., ГИТТЛ, 1948.
2. Nathan Rosen. The relation between classical and quantum mechanics. Amer. J. Phys., 32, № 8, 597, 1964.
3. Фримен Дж. Дайсон. Новаторство в физике. В сб. «Над чем думают физики», вып. 2, 90—103, М., ГИФМЛ, 1963.

MITTEVASTAVUSE PRINTSIIP

P. Kard

Resümee

Füüsikas tuntud vastavuse printsiibi kohaselt on iga uue teooria puhul võimalik piirprotsess, mille kaudu see teooria, rakendatuna vana teooria kehtivuse valdkonnas, osutub viimastest eristamatuks. Artiklis näidatakse, et vastavuse printsiip ei ole siiski ainuvalitsev ega ammenda vahekorda uue ja vana teooria vahel. Selle kõrval on suure tähtsusega vastupidise sisuga mittevastavuse printsiip. See seisneb selles, et igas küllalt fundamentaalses uues teoorias leidub alati teatav element, mis kõige sügavamalt väljendab selle teooria olemust, on vanale teooriale täiesti võõras, aga piirprotsessile ometi ei allu. Seega ei taasta piirprotsess, kui see muidu ka võimalik oleks, vana teooriat täielikult. Nii iseloomustab piirprotsessile $c \rightarrow \infty$ mittealluv massi ja energia identsuse (ekvivalentsuse) seadus mittevastavust relativistliku ja klassikalise (Newtoni) mehhaanika vahel. Kvantmehhaanikas on vastavuse printsiibile mittealluvaks elemendiks kvantmehhaaniline superpositsiooniprintsiip, mida piirprotsess $\hbar \rightarrow 0$ ei tühistata. Kolmandaks näiteks on valguse relativistliku elektromagnetilise teooria mittevastavus vanale eetri-teooriale. Uue teooria tuumaks, mis täit vastavust ei võimalda, on siin põhimõtteline loobumine eestrist kui valgustkandvast kesk-konnast. Analooiliselt tähendab loobumine geotsentrismist Koperniku heliotsentrilises süsteemis selle mittevastavust Ptolemaiose süsteemile.

Mittevastavuse printsiip väljendab kõige selgemini füüsikalise tunnetuse progressiivset iseloomu. Igas fundamentaalses teoorias esinev põhimõtteliselt uudne tunnetuse element kujundab ümber kogu senise füüsikalise maailmapildi. Seega tähistavad need elemendid füüsikalise tunnetuse peamisi etappe.

DAS NONKORRESPONDENZPRINZIP

P. Kard

Zusammenfassung

Gemäss dem in der Physik wohlbekanntem Korrespondenzprinzip geht eine neue, vollständigere Theorie, wenn sie im Geltungsbereich der alten Theorie angewandt wird, mittels eines Grenzprozesses in letztere über. Im vorliegenden Aufsatz wird gezeigt, dass das Korrespondenzprinzip das Verhältnis zwischen den

beiden Theorien keineswegs erschöpft. Von Bedeutung ist daneben ein anderes, gerade entgegengesetztes Prinzip, das wir als **Nonkorrespondenzprinzip** bezeichnen. Dieses Prinzip besagt, dass in einer jeder fundamentalen neuen Theorie stets ein prinzipiell neues Element vorhanden ist, das das Wesen dieser Theorie am besten widerspiegelt, der alten Theorie völlig fremd ist, und dennoch beim Grenzprozesse nicht verschwindet. Somit genügt es dem Korrespondenzprinzip nicht. Der Grenzübergang, wenn er sonst auch möglich ist, stellt also die alte Theorie nicht vollständig wieder her. Als Beispiele erwähnen wir 1) das Gesetz der Identität (Äquivalenz) von Masse und Energie in der Relativitätstheorie im Vergleich zu den klassischen Begriffen der Masse und Energie; der Grenzprozess $c \rightarrow \infty$ allein liefert nur die klassische Masse, nicht aber die Energie; 2) das quantenmechanische Superpositionsprinzip im Vergleich zu dem der klassischen Feldtheorie; der Grenzprozess $\hbar \rightarrow 0$ allein kann das erstere nicht aufheben; 3) den Feldbegriff in relativistischen Elektrodynamik im Vergleich zur Konzeption des Äthers; 4) den Heliozentrismus des kopernikanischen Weltbildes im Vergleich zum Geozentrismus der früheren Astronomie.

Im Nonkorrespondenzprinzip findet das progressive Wesen des physikalischen Erkenntnisprozesses seine markanteste Prägung. Ein grundsätzlich neues Element der Erkenntnis, das vermöge des Nonkorrespondenzprinzips in jeder neuen fundamentalen Theorie vorhanden ist, bedeutet jedesmal eine weitreichende Umwälzung im physikalischen Weltbilde. Man kann also sagen, dass diese Elemente die Hauptstufen der fortschreitenden physikalischen Forschung kennzeichnen.

ФИЗИЧЕСКОЕ УЧЕНИЕ АРИСТОТЕЛЯ И КОПЕРНИКОВСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

В. П. Хютт

«Имеются также многие другие, которые склонны согласиться с ошибочностью приписывания земле центрального положения, — люди, которые видят доказательство не в явлении, но скорее в абстрактной теории.»

Аристотель

(«О небе», 293 а, 28—30)

С точки зрения развития физического познания коперниковская революция означает поворот от аристотелевского типа физического знания с его характерным «организмическим» пониманием природы к новому, классическому типу, базирующемуся на идеале абсолютной объективности (объектности) описания. Ниже под этим углом зрения рассматривается физический аспект конфронтации аристотелевско-птоломеевской традиции с учением Коперника.

1. Общая характеристика физического учения Аристотеля в его отношении к идеям Коперника.

Аристотель резко противопоставлял физическую науку [1] астрономии [2]. Первая есть наука о вещах движущихся и гибнущих, а вторая — о вещах вечных, совершенных, для которых «существующее положение вещей — наилучшее» ([2], стр. 167).^{*} Соответственно различаются законы движения и принципы познания

* Обычно Аристотелю ставят в вину отход от принципов единства небесных и земных явлений, который доминировал у досократиков — Анаксагора и Демокрита. Однако с этим отходом связана первая попытка определения специфики астрономии как науки. Если Стагирит видел эту специфику в нетленности и совершенстве материала и движения эфирных тел, то с современной точки зрения специфика астрономии состоит в документальном, индивидуальном характере ее объекта (Г. И. Наан). В обоих случаях подчеркивается уникальная выделенность объекта науки.

явлений на небе и в подлунном мире: «Ибо несомненно, что принципы чувственных вещей — чувственны, вечных — вечны, гибнущих — преходящи; обобщая, — принцип есть принцип того же самого рода, что и род подпадающего под него» ([2], стр. 314).

Несмотря на это коренное различие, существуют некоторые общие регулятивные принципы (максимы), которым подчиняется как небесное, так и земное бытие. На этом основании физику и астрономию Аристотеля можно рассматривать в целом как единое физическое учение. Таких основных принципов три. Первый из них — **принцип цели**, соответствующий максиме «ради чего». Аристотель бесчисленное количество раз повторяет эту свою основополагающую максиму: в природе ничто не происходит напрасно, но все — ради цели ([1], стр. 43—46). Вещь производится и существует во имя цели и результата «как в произведениях искусства, так и в произведениях природы» ([3], стр. 644).

Принцип телеологизма (который, впрочем, не следует преувеличивать) в физическом учении Аристотеля связан с «организмичностью» подхода к природе и Космосу. Так, Космос рассматривается как живой организм, имеющий низ—верх, право—лево и т. д. ([2], стр. 139—147). Такой подход в целом чужд Копернику, однако реминисценции этой максимы Аристотеля наблюдаются в его работах. Коперник, например, пишет, что природа «как бы больше всего боится произвести что-нибудь излишнее или бесполезное» ([4], стр. 33). Однако подобного рода намеки на аристотелевские максимы не носят у Коперника характера онтологических закономерностей, но лишь связываются с физическими законами в качестве их иллюстративно-гносеологического обоснования: тяготение, например, обосновывается в качестве некоего «природного стремления» ([4], стр. 30).

Вторым регулятивным принципом физического учения Аристотеля служит **принцип совершенства** (красоты, порядка, гармонии), соответствующий максиме «потому, что лучше». Образцом в этом отношении служит Космос, но и в подлунном мире «порядок контролирует все вещи. . . поскольку во всех вещах, как мы принимаем, природа всегда стремится к лучшему» ([5], стр. 526—527). С этим принципом связан замечательный эстетически-психологический феномен научного творчества, который французский историк науки А. Койре (см. [8], стр. 27) удачно определил как «одержимость округленностью» (*hantise de la circularité*). В соответствии с этим феноменом равномерное движение по кругу считалось «совершенным» и единственно «достойным» для небесных тел. Принцип совершенства круга (шара) восходит к парменидовской философской традиции, но обычно Платону приписывают требование «соблюсти явления» на небе на основе принципа равномерных круговых движений светил. Действительно, Космос в его «Тимее» сконструирован на основе этого принципа и вращается «единообразно. . .

в одном и том же месте, в самом небе, совершая круг за кругом» ([6], стр. 474). Аристотель обосновывает принцип выделенности равномерного кругового движения как философски, так и с точки зрения принципов своей физики ([1], стр. 165—167; [2], стр. 155). Равномерное круговое движение сродни покою, ибо вращающийся в себе шар «движется и в известном отношении покоится, так как он всегда занимает одно и то же место», а покой по Аристотелю «достоинее движения». Далее, перемещение по кругу идет от любой точки к ней же самой «одним и тем же движением», связывая начало и конец в одно непрерывное целое. Кроме того, только такое движение может быть вечным и бесконечным, ибо движение по прямой не может идти в бесконечность в силу конечности Космоса по Аристотелю. На этом основании делается вывод о простоте и совершенности кругового движения. Из принципов динамики Аристотеля следует также, что единственно круговое движение способно быть и фактически является равномерным. Наоборот, движущееся по прямой тело в силу удаленности от своего «естественного места» не может двигаться равномерно (оно движется тем быстрее, чем ближе подходит к «своему месту»).

Коперник почти дословно повторяет философские аргументы Аристотеля в защиту принципа выделенности кругового движения ([4], стр. 19). Этот принцип становится для него абсолютным требованием теоретического описания. Именно поэтому Коперник резко возражает против эквантов Птолемея, при введении которых равномерное вращение приобретает лишь кажущийся характер и светило движется с постоянной скоростью не по несущей его орбите и не вокруг собственного центра ([4], стр. 419). В этой связи Э. Розен верно замечает, что возражение Коперника против Птолемея состояло не в том, что последний не был в состоянии атрибутировать светилам равномерное вращение. И у Птолемея равномерность сохранялась. Но она сохранялась не по отношению к центру орбиты светила, а по отношению к другой точке — центру экванта ([7], стр. 29). Тем самым в системе Птолемея нарушалось единство метода, его регулярность, «правильность» при объяснении явлений. Именно за нарушение «правильности» геометрически-математического метода критиковал Птолемея Коперник, ратуя за незыблемость принципа «одержимости округленностью». Данный нюанс в полемике Коперника с Птолемеем нелишне подчеркнуть, ибо обычно в этом пункте Птолемея считают более «прогрессивным» по отношению к Копернику.

Традицию выделенности кругового движения поддержал Галилей. В силу этого он, в частности, замалчивал, несомненно, известное ему открытие эллиптических орбит Кеплером (см. [8]). В то же время Галилей пытался дать генезис кругового движения небесных тел из первоначального падения элементов Космоса по прямой ([9], стр. 116—117). Идею этого генезиса он пытался свя-

зять с именем Платона. Но в «Тимее» этой идеи нет! Нет ее и в других произведениях Платона. Соответствующими исследованиями установлено, что данная «платоновская» идея генезиса Космоса и кругового движения светил принадлежит самому Галилею ([10], стр. 201—219; [11], стр. 464). Тем самым именно Галилей впервые аргументированно и на материалистической основе подрывает веру в абсолютную непреложность принципа кругового движения. Действительно, у Птолемея отход от «одержимости округленностью» носит случайный характер, а Кеплер обосновывает эллиптическую форму орбит как раз идеальной незыблемостью принципа! Небесные тела уклоняются от совершенной формы движения по кругу в силу своей материальности: «Если бы небесные движения были произведением разума, можно было бы с основанием заключить, что орбиты планет совершенные круги...; однако небесные движения произведения не разума, а природы» (см. [8], стр. 30).

Эстетическую аргументацию от красоты и гармонии (по аналогии с максимой Аристотеля) Коперник неоднократно использует для обоснования своей системы, но на совершенно ином основании. Красота и совершенство Космоса и его элементов по Аристотелю есть результат деятельности демиурга, следствие законов этой деятельности: «Как делается каждая вещь, такова она и есть по своей природе, и какова она по природе, так и делается, если ничто не будет мешать» ([1], стр. 44). Для Коперника же красота Космоса есть выражение его объективной внутренней гармонии, порядка, целостности, то есть — выражение его внутренней закономерности в эстетической форме. Глубокие корни эстетической аргументации Коперника будут раскрыты ниже (см. п. 3).

Третьим методологическим принципом Аристотеля является **принцип завершенности, законченности**. Он соответствует максиме «необходимо остановиться», то есть нельзя идти в бесконечность. Бесконечное означало для него нечто бесформенное, неопределенное, непознаваемое, ущербное (см. [12], стр. 131). Поэтому его Космос конечен: «Самые главные формы прекрасного это — порядок, соразмерность и определенность» ([13], стр. 233). Согласно А. Койре [10, 14], переход к классической науке в 17 столетии характеризуется прежде всего разрушением аристотелевского Космоса как конечного, замкнутого, иерархического целого. Первый шаг в этом направлении был сделан Коперником, который утверждал несоизмеримость размеров Космоса с любой конечной величиной, то есть считал его практически бесконечным.

Из изложенного очерка основных регулятивных (методологических) принципов физического учения Аристотеля может сложиться впечатление, что в своих естественнонаучных трудах он был по преимуществу рационалистом спекулятивного типа. Такое мнение было бы односторонним и потому ошибочным. В творче-

стве Стагирита не менее существенной стороной была дополнительная к рационализму сторона эмпиризма. Достаточно ознакомиться с биологическими трудами Аристотеля, чтобы убедиться, насколько тонким и наблюдательным естествоиспытателем он был. Даже в таком «нефизическом» произведении, как трактат «О небе», Аристотель рассуждает по поводу опытов о несуществовании пустоты и выдвигает принцип конкретности исследования: «Поэтому, чтобы быть хорошим исследователем, человек должен быть чуток к возражениям, внутренне присущим роду объекта исследования, — осведомленность, которая есть результат изучения всей специфики объекта» ([2], стр. 230).

Если присмотреться к принципам Аристотеля, то станет ясно, что все они непосредственно «сняты» с обыденного опыта человеческой деятельности. Так, упомянутые выше максимы являются прямым обобщением практической деятельности, а подчиненные им собственно физические принципы (принцип «естественного места», закон движения только под действием силы и др.) также суть выражения непосредственной чувственной достоверности: что может быть естественнее того факта, что огонь всегда стремится вверх, а камни падают вниз как бы на свои «природные» места? Поэтому весьма удачной кажется нам характеристика естественнонаучных концепций Аристотеля как имеющих гносеологической основой «эмпирический рационализм» [15]. Другое дело, что это есть одновременно и **особый эмпиризм**. Опыт Аристотеля носит специфический, странный для нас характер, обусловленный типом подхода ученых античности к природе. Этот тип не свободен от магического взгляда на природу, от антропоморфности. Философские принципы непосредственно фундируют физическое объяснение и определяют интерпретацию опыта и явлений. Поэтому, когда Галилей, обосновывая учение Коперника, создавал в 17 веке новую физическую динамику, то ему пришлось создавать не только новые, ставшие теперь классическими, понятия и принципы, но прежде всего утверждать новый, экспериментальный тип опыта. В основе этого нового отношения к природе лежала бэконовская идея «рассечения», «питания» природы в целях выявления ее законов в чистом виде. Подобная идея в системе жизнедеятельности древних греков казалась крайне неестественной. Необходимость введения новой концепции опыта с научной точки зрения была подготовлена системой Коперника.

2. Конфронтация гелиоцентрического учения с аристотелевско-птолемеевской традицией в эпоху Коперника.

Известно, что идея вращения Земли вокруг «центрального огня» была знакома античным мыслителям (пифагорейцы, Ари-

старх Самосский — 3 век до н. э.). Аристотель в 13 главе трактата «О небе» специально рассматривает вопрос о неподвижности Земли и свидетельствует, что многие ученые и ранее сомневались в том, что Земля покоится, аргументируя не от явлений, но теоретически ([2], стр. 217). Анализ «Альмагеста» Птолемея (2 век н. э.) оставляет впечатление, что имевшиеся ранее в этом труде детально разработанные гелиоцентрические теории были впоследствии тщательно вытравлены из текста. Это предположение высказывают советские исследователи Н. И. Идельсон ([16], стр. 145) и И. Н. Веселовский (см. [4], стр. 608). Как бы то ни было, гипотезы гелиоцентрического типа были прочно забыты, чему способствовала их кажущаяся несовместимость с явлениями и несоответствие «здравому смыслу». Правда, в 14 веке Жан Буридан критиковал аргументацию Аристотеля против движения Земли (см. [17], стр. 594—598). Но эта критика велась в чисто логическом аспекте — доказывалась недостаточность аргументации Стагирита, поскольку она допускала логическую возможность противоположного вывода.

Система Птолемея, как она дошла до нас в «Альмагесте», была общепризнана и действительно являла собой образец достижений древнегреческого астрономического гения. Она не утратила своей объяснительной силы и эмпирической подтверждаемости и ко времени Коперника. Более того, в отношении подтверждаемости наблюдениями система Коперника не имела преимуществ: ошибка в предсказании положения Марса доходила до 2° , что в 12 раз превышало точность наблюдений в то время (см. [4], стр. 624). Галилей в одной из своих ранних работ (до открытия телескопа) отмечал даже ложность обеих систем в отношении наблюдений Марса и Венеры (см. [18], стр. 280). И тем не менее система Коперника во многом выигрывала. Исследователи отмечают следующие преимущества гелиоцентрической системы (см. [16], стр. 160; [19], стр. 197; [20], стр. 164—174). Во-первых, более простое качественное объяснение движения планет (включая их попятное движение). Копернику в упрощенном варианте его системы для этого понадобилось всего 7 кругов против 12 кругов упрощенного варианта системы Птолемея. Во-вторых, схема Коперника была более «жесткой», то есть являлась системой в полном смысле этого слова. Схема Птолемея таковой жестко-согласованной системой не была. Эпициклы и деференты можно было в больших пределах менять, не разрушая схемы; не объясним был порядок орбит; явления планеты среди звезд не были связаны с размером и порядком орбит; невозможно было получить информацию о планетных расстояниях — эта проблема даже не могла быть поставлена в схеме Птолемея. Подобной свободы и произвола не было в системе Коперника: в установленной «форме мира и точной соразмерности его частей» господствовали гармония, целостность. «Все сферы и даже само небо окажутся

так связанными, что ничего нельзя будет переставить ни в какой части, не произведя путаницы в остальных частях и во всей Вселенной» ([4], стр. 14). Скорости движения планет соответствовали величинам их орбит. Появилась возможность получения информации об истинных планетных расстояниях. В-третьих, идея гелиоцентризма естественно объясняла выделенное положение Солнца, которое в схеме Птолемея лишь выполняло функцию разделения «верхних» и «нижних» планет. У Коперника Солнце не разделяет, но управляет, руководит семейством, «хором» светил. Итак, доктрина Коперника достигала существенно более адекватного, общего и согласованного познания.

Кроме эстетической аргументации от гармонии и целостности, Коперник в пользу своей системы выдвинул **принцип относительности** в познании (описании) движений. Согласно этому принципу «всякое представляющееся нам изменение / места происходит вследствие движения наблюдаемого предмета или наблюдателя или, наконец, вследствие неодинаковости перемещений того и другого» ([4], стр. 22). Принцип дает основания для утверждения о коренном разрыве идей Коперника с аристотелевским стилем мышления — вместо утверждения абсолютности движения, направлений движения открывается дорога к раскрытию объективной относительности движения (принцип Галилея). Разрыв с аристотелевской традицией противопоставляет Коперника Птолемею, который полностью разделял аспекты абсолютности в физическом учении Аристотеля. Однако решающая (на наш взгляд) противопоставленность коперниковской системе схеме Птолемея связана с противоположной гносеологической ролью математики при конструировании теории.

3. Коперниковская революция как переход к новому типу физического знания

Характерной особенностью доктрины Птолемея является наличие в ней **гелиоцентрических** элементов математико-геометрического характера. Эти элементы таковы: во-первых, геометрически схема Птолемея построена так, что направление от наблюдателя к центру эпицикла для внутренних планет **всегда** совпадает с направлением от наблюдателя к Солнцу, а для внешних планет направление от центра эпицикла на планету **всегда** параллельно направлению от наблюдателя к Солнцу; во-вторых, периоды обращения всех верхних планет в их эпициклах, считая от неподвижного направления, и времена обращения центров эпициклов внутренних планет вокруг Земли равны одному году; в-третьих, анализ математической схемы Птолемея позволяет обнаружить последовательную потерю чисел, которые в системе Птолемея совершенно случайны и ничего не означают, но в системе Коперника означают относительные расстояния планет

от Солнца. Н. И. Идельсон считает, что это свойство схемы Птолемея было известно Копернику и получило отражение в его основном труде; в-четвертых, гелиоцентрическим является и тот необъяснимый в схеме Птолемея факт, что Луна и Солнце, которые в древности тоже считались планетами, не обладают попятным движением.

Наличие этих элементов в учении Птолемея свидетельствует, что его схема тоже имеет научный статус теоретической астрономии, но только отражающий видимость, а не истинную суть дела. Коренное объективное отличие системы Коперника от схемы его великого предшественника, отличие, сублимированное в идее гелиоцентризма, состоит в том, что упомянутые гелиоцентрические элементы (выступавшие у Птолемея как случайные, непонятные, не имеющие значения) в коперниковской системе приобретают статус новых, неизвестных доселе элементов физической реальности. В гелиоцентрической системе Коперника **элементы математико-геометрической структуры определяют конструирование основных содержательных моментов физического знания**, тогда как для докоперниковского, то есть аристотелевского типа физического знания характерным является признание за математикой лишь роли орудия вычисления или в лучшем случае эпифеномена количественного описания. Это и позволяет охарактеризовать коперниковскую революцию как переход к неаристотелевскому, классическому типу физического знания. Характерной особенностью классического типа знания является тот факт, что существенные элементы физической реальности задаются вначале абстрактно в математическом формализме и лишь затем посредством интерпретации определяются как выражающие более глубокую сущность, скрытую за видимостью. Математика перестает быть лишь средством вычисления и начинает играть основополагающую роль в конструировании знания, в определении реальности основных понятий теории. Это последнее обстоятельство весьма характерно для современного физического познания: эстонский физик-теоретик П. Г. Кард в содержательной статье [22] подчеркивает, что в качестве основного правила при оценке реальности физических величин следует руководствоваться той ролью, которую соответствующие этим величинам математические абстракции играют в развитии теории.

Формой осознания переворота в типе знания служила для Коперника уверенность в истинности его системы. Он настолько вжился в математическую схему Птолемея, что был убежден в ее реальности только на основе гелиоцентризма. Верное объяснение схемы может быть только единственным: «Ведь то, что определено, не может иметь бесчисленного множества объяснений... совершенно так же, как при проведении окружности через три точки» ([4], стр. 434). Кеплер свидетельствует, что Коперник «думал, что его предположения истинны... И не только думал, но и доказывал их

истинность» (см. [7], стр. 24). Уверенность в истинности гелиоцентризма Коперник приобрел на основе усвоения математико-геометрических регулярностей схемы Птолемея (на это имеются прямые указания в «Посвящении» к его основному труду). Он чувствовал, что эти регулярности не просто случайности. Тем самым был совершен переворот в оценке роли математики в естественных науках. Аристотель тоже допускал математическое описание в физике и тем более в астрономии. Но в соответствии со своими принципами он считал такое описание упрощающим делом, неадекватным качественной физической сути дела, вспомогательным средством. По его мнению, математические формы и отношения между ними в принципе не могут быть использованы в качестве базиса для вывода отношений между элементами физической реальности (см. [23], стр. 32—34). Физические понятия непосредственно «снимаются» с эмпирической реальности. За математикой (особенно в астрономии) остается роль средства вычисления в целях предсказания явлений. Аналогичных взглядов на роль математики как на орудие предвычислений видимых положений светил придерживался Птолемей (см. [21], стр. 63).

Идея математического описания физического мира с целью установления соотношений между его элементами на основе числовых и геометрических регулярностей принадлежит Платону (и восходит к пифагорейцам). В «Тимее» Платоном была сделана попытка показать, что определенные закономерности вещества и материальных изменений могут быть выведены из геометрических соотношений между математическими поверхностями, которые символически представляют четыре исходных элемента — огонь, воздух, воду и землю. В этом состояла основная идея его знаменитой теории треугольников. Но эта попытка, как и дальнейшие усилия неоплатоников, носили чисто спекулятивный характер и не оказали влияния на последующие физические теории. В литературе ([17], стр. 175) есть указание на то, что в естествознании победа оказалась на стороне антиплатоновской тенденции Аристотеля.

В системе Коперника пифагорейско-платоновская идея осуществляется, антиспекулятивным способом в виде теории физико-математического типа. Еще важнее, что эта идея фундируется новым философским подходом к познанию природы. Б. М. Кедров указывал ([24], стр. 36), что с философской точки зрения суть коперниковской революции заключается в переходе от видимости к открытию сущности как прямо противоположному видимости определяющему элементу достоверности. Поскольку видимость есть «перевернутое» выражение сущности, постольку критерием истины должен быть не принцип отождествления видимости и достоверности (как это было у Аристотеля), но противоположный принцип несовпадения, отличия видимости и достоверно-

сти. То, что мы видим, еще не есть истина и сущность. Истина устанавливается «обращением», «переворачиванием» видимости и явления. Этому перевороту в теории познания соответствует «оборачивание» роли математики. Сказанное обосновывается Коперником в виде гносеологического противопоставления «двух путей». Существуют «путь природы» и «путь познания». Эти «пути» противоположны — «естественным ходом вещей» устанавливается первичность сущности-причины и вторичность явления-видимости, вытекающего из этой сущности. Наше познание, наоборот, движется от явления-видимости к сущности-причине как к истине ([4], стр. 433).

Вышеизложенное позволяет по-новому оценить эстетическую аргументацию Коперника от красоты, гармонии, целесообразности. Все исследователи отмечают этот необычный с точки зрения современности стиль изложения, возвышающийся до характера художественной прозы. Однако истинные причины такого эстетизма, на наш взгляд, не были правильно поняты. Так, Л. Олшки, например, считает эмоциональное напряжение, характерное для стиля Коперника, порождением сомнения и пытливой фантазии ([25], стр. 69). Т. Кун, устанавливая факт эстетизма, не касается его причин и основ ([20], стр. 171—180). Между тем в советской философской литературе ([26], стр. 171—180) доказано, что эстетическое восприятие объекта, восприятие его по «законам красоты», имеет основой особую форму постижения объективной внутренней структуры, «формы», «целесообразности» объекта. Для Коперника таким объектом выступала солнечная система. Под формой красоты, гармонии он субъективно воспринимал реальную внутреннюю законосообразность солнечной системы, закодированную в математическом формализме теории планетных движений. На наш взгляд, эта же эстетичная форма постижения позволила Копернику глубже осознать природу тяготения. Последнее рассматривалось им в качестве природного стремления, сообщаемого частям, «чтобы они стремились к целостности и единству, сходясь в форму шара» ([4], стр. 30).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. Физика. М., Соцэкгиз, 1937.
2. Aristotle. *On the Heavens*. Cambridge, 1945.
3. Aristotle. *On the Parts of Animals*. In "The Basic Works of Aristotle", 643—658. New York, 1941.
4. Николай Коперник. О вращениях небесных сфер. М., «Наука», 1964.
5. Aristotle. *On Generation and Corruption*. In "The Basic Works of Aristotle", 470—531. New York, 1941.
6. Платон. Тимей. Соч. в трех томах, т. 3, часть I, с. 455—541. М., «Мысль», 1971.
7. E. Rosen. *Three Copernican Treatises*. New York, 1939.

8. Э. Панофский. Галилей: наука и искусство. В сб.: «У истоков классической науки», с. 13—34. М., «Наука», 1963.
9. Галилей. Избранные труды в двух томах, т. I. М., «Наука», 1964.
10. А. Коурге. Newtonian Studies. Cambridge, 1965.
11. S. Sambursky. Galileo's Attempt at a Cosmogony. "Isis", 1962, 53, part 4, No. 174, 460—464.
12. В. П. Зубов. Аристотель. М., Изд. АН СССР, 1963.
13. Аристотель. Метафизика. М.—Л., Соцэкгиз, 1934.
14. А. Коурге. "Journal of the History of Ideas", 1943, 4, 400.
15. З. Цейтлин. «Под знаменем марксизма», № 3, 167, 1937.
16. Н. И. Идельсон. Николай Коперник. М.—Л., Изд. АН СССР, 1947.
17. M. Clagett. The Science of Mechanics in the Middle Ages. Madison, 1959.
18. P. K. Feysabend. The Nature and Function of Scientific Theories, Vol. 4, 275—353. Pittsburgh, 1970.
19. О. Нейгебауэр. Точные науки в древности. М., «Наука», 1968.
20. T. S. Kuhn. The Copernican Revolution. Cambridge, 1957.
21. Е. А. Гребенников. Николай Коперник. М., «Наука», 1973.
22. P. Kard. Füüsikaliste suuguste reaalsuse probleemi gnoseoloogilistest alustest. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», вып. 89, 1960, 77.
23. S. Sambursky. The Physical World of Late Antiquity. London, 1962.
24. Б. М. Кедров. Диалектика Гегеля в свете научных революций. «Вопросы философии», № 8, 35, 1974.
25. Л. Ольшки. История научной литературы на новых языках, т. 2, М.—Л., 1934.
26. Э. Ильенков. «Вопросы эстетики», вып. 6, 46—92, 1964.

ARISTOTELESE FÜÜSIKAÕPETUS JA KOPERNIKU REVOLUTSIOON

V. Hütt

Resümee

Koperniku ideede analüüsist Aristotelese ja Ptolemaiiose traditsiooni taustal selgub Koperniku süsteemi iseloomulik joon: määravat osa uue tunnetuse tekkes etendab temas matemaatiline formalism. Ka Ptolemaiiose teooria matemaatilises formalismis leidub heliotsentrismi elemente, kuid nad tunduvad seal juhuslikena ega ole neil seal mingit füüsikalist tähendust. Koperniku süsteemis aga esinevad samad elemendid füüsikalise reaalsuse uute, senitundmatute elementidena. Seega tähistab Koperniku revolutsioon oma olemuselt üleminekut füüsikalise tunnetuse aristotellikult tüübilt uuele, klassikalisele tüübile: sisuka teooria põhimõisted ei ole viimases enam nähtuste vahetud äratõmbed, vaid nad luuakse matemaatilise hüpoteesi meetodil.

ARISTOTELISCHE PHYSIKALISCHE LEHRE UND KOPERNIKANISCHE REVOLUTION

W. Hütt

Zusammenfassung

Die Analyse von Kopernikus' Ideen im Vergleich mit der aristotelisch-ptolemäischen Tradition legt die Ansicht nahe, dass das System von Kopernikus durch die besondere Rolle des mathematischen Formalismus bei der Entstehung der Kenntnis charakterisiert wird. Die heliozentrischen Elemente, die im mathematischen Formalismus der ptolemäischen Theorie der Planetenbewegungen vorhanden sind, treten daselbst als zufällig und eines jeglichen physikalischen Sinns bar aus. In Kopernikus' System treten dieselben Elemente als neue, früher unbekannte Elemente der physikalischen Realität auf. Vom physikalischen Standpunkt aus besteht das Wesen der kopernikanischen Revolution im Übergang vom aristotelischen Typus der physikalischen Kenntnis zum neuen klassischen Typus: die Hauptbegriffe der inhaltsreichen Theorie werden von den Erscheinungen nicht unmittelbar „abgenommen“, sondern durch die Methode der mathematischen Hypothese konstruiert.

КОПЕРНИК И СТАНОВЛЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ ВРЕМЕНИ

Ю. Б. Молчанов

Обычно с именем Николая Коперника связывают его великий научный подвиг обоснования гелиоцентрической системы, с чего, собственно говоря, и начинается характерная для нового времени традиция рационального естественно-научного объяснения мира в подлинном смысле этого слова. «С этого времени исследование природы, по существу, освободилось от религии» [1, стр. 500], — так оценивал значение открытия Коперника Фридрих Энгельс.

Однако в истории науки гениальный труд Коперника «О вращениях небесных сфер» помимо своего основного значения, которое имеет фундаментальный и глобальный характер, может быть оценен еще и как определенная веха в развитии наших представлений о времени. Для правильной оценки значения идей Коперника относительно проблемы времени необходимо учесть как современное ее понимание, так и ту историческую обстановку, которая предшествовала появлению его работы.

Современное состояние обсуждения проблемы времени как в нашей, так и в зарубежной литературе позволяет довольно четко обрисовать четыре различных концепции, которые в том или ином виде характеризуют точки зрения на время, высказывавшиеся в истории развития науки от древности до наших дней.

Эти четыре концепции можно разделить на две пары взаимодополнительных (в смысле принципа дополнительности Бора), или, вернее, альтернативных концепций.

Первая пара концепций касается понимания сущности времени в его отношении к материи, вернее, субстанции. Это так называемая субстанциальная и реляционная концепции времени.

Необходимо при этом подчеркнуть, что данные термины были введены сравнительно недавно, ибо в истории науки вплоть до последнего времени вообще не осознавалась возможность подобного различия концепций, хотя фактически оно существовало уже с древнейших времен.

Первая, субстанциальная концепция рассматривает время как особого рода сущность или нетелесную субстанцию, которая сама по своим законам существует совершенно независимо от пространства, вещества и поля, оказывая, однако, весьма существенное влияние на их бытие и движение.

Вторая — реляционная концепция рассматривает время, вообще говоря, как свойство или атрибут материи, как систему отношений между физическими событиями и телами, которая самостоятельного существования не имеет и является одной из характеристик или проявлений движения и взаимодействия материальных систем.

Вторая пара дополнительных концепций — статическая и динамическая концепции, характеризует различные точки зрения на соотношение времени и становления, бытия и существования материальных систем.

Согласно статической концепции, в смысле статуса реального существования нет никакой разницы между событиями прошлого, настоящего и будущего. Все они существуют реально и, если можно так выразиться, «одновременно». Различие между ними примерно такое же, как и различие между разными точками ландшафта, и наше сознание, двигаясь вдоль своей мировой линии от прошлого к будущему, так сказать, только «наталкивается» на различные события, встречается с ними. Этот момент встречи переживается нашим сознанием как «настоящее время», «теперь» или «сейчас». Никакого объективного становления, то есть говоря более общо, возникновения и исчезновения событий и материальных систем не существует. Становление — это иллюзия, возникающая в момент встречи с тем или иным событием. «Исчезновение» события или вещи означает попросту удаление сознания от места встречи с событием в пространственно-временном континууме.

Весьма наглядно картину статической модели времени дают излюбленные фантастами примеры с «машинами времени» и «путешествиями во времени».

Согласно же динамической концепции реально существуют только события настоящего времени. События прошлого уже реально не существуют, события будущего еще не существуют. Все множество событий и материальных систем, составляющих Вселенную, движется, так сказать, во времени, от прошлого через настоящее к будущему, реально испытывая становление, возникшая и исчезая, превращаясь в другие события и материальные системы.

Обсуждение различных сторон этих четырех концепций привлекало пристальное внимание как античных, так и средневековых философов. Правда, они не задумывались над возможностью четкого проявления этих различных концепций и спорили вокруг вопроса о природе времени вообще. Это, помимо всего прочего,

было обусловлено, видимо, тем, что элементы различных концепций подчас смешивались.

Однако мы с известным правом можем указать на Демокрита как на предтечу субстанциальной концепции времени, и на Аристотеля как на одного из первых выразителей реляционной концепции. Можно также сослаться на Гераклита как одного из первых представителей динамической концепции и на Парменида как сторонника статической концепции времени.

Во времена Коперника проблема времени, согласно идущей еще от Августина традиции католической философии, являлась одной из центральных.

Средневековые схоласты и теологи, следуя идеям Аристотеля, очень интенсивно обсуждали вопросы о связи времени и движения, времени и души, времени и вечности и т. д. Важное место в дискуссиях занимала идущая от неоплатоников традиция обсуждения вопроса о временном — брeнном, земном и вневременном, божественном бытии. Фактически в рамках средневековой философии было уже проведено четкое разделение между статической и динамической концепциями времени, и первая была отнесена к высшему божественному миру, а вторая — к земному.

Тот поворот в умонастроении, который охарактеризовал переход к науке и философии нового времени, выразился и в отказе от рассмотрения средневековой «временной» проблематики. И работа Коперника одной из первых, наряду с работами Леонардо да Винчи, свидетельствует об этом повороте. В ней уже нет и следа обсуждения тех вопросов, которые стояли в центре внимания его предшественников, и ее можно рассматривать как важную веху в изменении и развитии представлений о времени.

Конечно, это чисто негативное отношение Коперника к традиционной проблеме времени едва ли могло бы рассматриваться как положительная характеристика. Однако фактически у Коперника проявляется не просто отказ от обсуждения традиционной проблемы времени, а перевод ее в совершенно иную плоскость, в плоскость рассмотрения ее с чисто естественнонаучной, утилитарной точки зрения как особой величины, которая нуждается не в философском истолковании, а в математическом определении и физическом измерении.

В работе Н. Коперника «О вращениях небесных сфер» мы находим, видимо, первое описание рецепта получения среднего астрономического времени [2, стр. 164], которое легло впоследствии в основание ньютоновой субстанциальной концепции абсолютного времени. Ньютон впоследствии таким образом описывал состояние дел: «Абсолютное время различается в астрономии от обыденного солнечного времени уравнением времени: ибо естественные солнечные сутки, принимаемые обыденно за равные для измерения времени, на самом деле между собою не равны. — Это неравенство и исправляется астрономами, чтобы при измерениях

движений небесных светил принять более правильное время» [3, стр. 30].

Вот рецепт этого уравнения и исправления обыденного времени мы и находим в главе XXVI великого труда Коперника, которая посвящена выяснению различия естественных суток и их исправлению. Коперник отмечает, что естественные сутки не могут служить «общей и точной мерой движения, поскольку сутки от суток отличаются и не могут быть одинаковыми во всех отношениях. Поэтому было целесообразно выбрать из них некоторые средние одинаковые сутки, которые могли бы без всяких сомнений служить мерой равномерности времени» [4, стр. 221]. Далее дается подробное описание рецепта получения этих средних суток [4, стр. 222, 223].

Судя по всему, этот рецепт не является изобретением Коперника, а представляет собой обычную процедуру, уже установившуюся в астрономии того времени. Однако здесь мы сталкиваемся с одним из первых ее описаний. Таким образом, идея математического равномерно текущего времени уже при Копернике получила признание среди астрономов, однако она представляет собой, несомненно, только первый шаг в направлении к абсолютному времени классической физики, одну из его исходных посылок, причем важнейших.

Строго говоря, среднее время Коперника все же следовало бы оценить с ньютоновской точки зрения как относительное, а не как абсолютное, поскольку оно связывается с некоторыми наблюдаемыми эмпирическими явлениями, с определенными материальными системами отсчета. «Итак, средними сутками мы называем такие, которые содержат полное обращение равноденственного круга и, кроме того, такую его часть, которую в соответствующее время проходит Солнце равномерным движением» [4, стр. 222].

Для Ньютона же, как мы знаем, абсолютное время существует и протекает равномерно совершенно безотносительно к какому-либо материальному движению и существует даже в том случае, если никаких равномерных движений нет. «Возможно, что не существует (в природе) такого равномерного движения, которым время могло бы измеряться с совершенной точностью. Все движения могут ускоряться или замедляться, течение же абсолютного времени изменяться не может. Длительность или продолжительность существования вещей одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны, или их совсем нет» [3, стр. 30].

Конечно, заслуги Николая Коперника в развитии науки и научного мировоззрения трудно переоценить. Те два небольших штриха, которые выделяют его подход к проблеме времени, по своему значению представляют, несомненно, гораздо менее важное достижение по сравнению с созданием гелиоцентри-

ческой системы описания мира. Но и они имеют существенное значение в истории развития наших представлений о времени.

Мы сталкиваемся здесь с первым по сути дела отказом от рассмотрения традиционной церковно-схоластической проблематики времени и с переходом к чисто утилитарному отношению к проблеме времени, когда на первое место становятся метрические проблемы. В то время эта тенденция имела прогрессивное значение, поскольку привела к созданию классической концепции времени и классической физики вообще. И именно одним из первых шагов на этом пути оказался рецепт получения среднего суточного времени, который мы находим в великом творении Коперника.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. т. 20. М. Госполитиздат, 1958.
2. W. Gent. Die Philosophie des Raumes und der Zeit, Bonn, Verlag von Friedrich Cohen, 1926.
3. И. Ньютон. Математические начала натуральной философии, пер. А. Н. Крылова, в «Собрании трудов академика А. И. Крылова», т. VII, М.-Л., изд-во АН СССР, 1936.
4. Николай Коперник. «О вращениях небесных сфер». М. «Наука», 1964.

KOPERNIK JA KLASSIKALISE AJAKONTSEPTSIOONI KUJUNEMINE

J. Moltšanov

Resümee

Peale oma esmase tähtsuse — heliotsentrilise maailmasüsteemi põhjendamise — etendab Koperniku peateos „De revolutionibus orbium coelestium“ oma osa ka aja mõiste arengus. Selles teoses sisaldub nimelt (nähtavasti esmakordselt) keskmise päikeseaja leidmise meetodi kirjeldus. Keskmise päikeseaeg sai aga hiljem lähtemõisteks absoluutse aja kontseptsiooni loomisel Newtoni poolt.

COPERNICUS AND THE DEVELOPMENT OF THE CLASSICAL CONCEPT OF TIME

J. Molchanov

Summary

The chief work of Copernicus “De revolutionibus orbium coelestium”, besides its primary importance — substantiation of the heliocentric system of the Universe — represents a certain

stage in the development of the concept of time, since it contains probably the first description of the method of establishing the mean solar time, which became one of the starting-points of the concept of absolute time as developed by Newton.

ОБОБЩЕНИЕ ИДЕИ НЕГЕОЦЕНТРИЗМА В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ

А. С. Кармин

Утверждение, что человеческие знания представляют собою отражение объективной реальности, является азбучной истиной материализма. Однако для понимания процесса человеческого познания этой азбучной истины мало. Необходимо учитывать, что в содержании человеческих знаний о мире запечатлеваются не только особенности отображаемой в них объективной реальности, но и особенности познавательной деятельности человека. Эти последние зависят от биологической и социальной организации человека как познающего субъекта и, в конечном счете, — от тех материальных условий, в которых формируется и развивается человеческая познавательная деятельность и которые опосредствуют взаимодействие человека с познаваемой действительностью. Наши знания о мире, следовательно, являются не знаниями о нем с точки зрения какого-то существа, смотрящего на мир откуда-то «извне», а именно **человеческими** знаниями. Мир раскрывается в них «изнутри», с определенной позиции, занимаемой в нем человеком. Геоцентрический характер положения человека в мире приводит к тому, что человеческие знания всегда являются в той или иной мере геоцентричными. «Если мы всерьез потребуем лишенной центра науки, то мы этим остановим движение **всякой** науки» (Энгельс [1], с. 554).

С развитием человеческой практики растет объем материальных факторов, используемых человеком в процессе познания, и расширяется сфера познаваемой действительности. В результате «центр» человеческой точки зрения на мир изменяется, «сдвигается». Он приходит в соприкосновение с новыми, ранее недоступными сторонами реальности, захватывает в себя новые области природы. Поэтому геоцентричность человеческих знаний принимает в истории различные формы.

Как известно, формирование первоначальных человеческих представлений о мире происходило в недрах мифологического мировоззрения, суть которого заключалась в том, что человек

распространял на всю природу характеристики своего бытия, своей разумной творческой деятельности. «Неразвитой человек видит в природе что-то похожее на человека, или, выражаясь технически, вносит в природу антропоморфизм, предполагает в ней жизнь, похожую на человеческую жизнь» (Чернышевский [2], с. 245). Этот антропоморфизм был, по существу, самым примитивным и наивным выражением геоцентризма. Поставив самого себя в центр природы и сделав этот центр отправной точкой для объяснения всех явлений и процессов действительности, древний человек использовал тем самым единственно возможное на том уровне развития практики средство осмысления, организации, систематизации своих, еще очень ограниченных, знаний о мире. Религия абсолютизировала и канонизировала этот наивный способ объяснения природы: в любой религии нетрудно заметить следы антропоморфного превращения специфических свойств человека во всеобщие свойства бытия. Однако дальнейший прогресс человеческого познания был связан с преодолением антропоморфного подхода к объяснению природы, с разработкой материалистических представлений об отсутствии духовного первоначала в природе. Возникновение и развитие философского материализма можно поэтому рассматривать как важнейшую предпосылку для становления негеоцентрического взгляда на мир, — предпосылку, которая состоит в отказе от наиболее узкой формы «центризма» человеческих знаний — антропоцентризма.

Таким образом, в материализме с самого начала проявляется тенденция к негеоцентризму. Но научно-материалистическое понимание мира вместе с тем оказывается несвободным от различного рода геоцентрических представлений, неизбежно складывающихся под влиянием материальных условий человеческого познания, имеющих геоцентрический характер. Тенденция к негеоцентризму в ходе развития человеческого познания постоянно сталкивается с геоцентрическими представлениями.

Хотя в истории философии отдельные элементы негеоцентрического взгляда на мир появлялись еще в древности (напр., в виде учения о множестве миров, развивавшегося Анаксимандром, Гераклитом, Демокритом и др.), идея негеоцентризма в отчетливой форме была впервые введена в науку благодаря Копернику, сумевшему связать ее с введением определенного способа построения научно-теоретического знания о мире. Отвергнув птолемеевский геоцентризм, Коперник показал, что развитие человеческих знаний о мире требует пересмотра свойственной человеку в силу его положения в природе точки зрения и перехода на более общую точку зрения, с которой человек и условия его бытия видятся как бы «со стороны». Уже само построение гелиоцентрической системы Коперника доказало, что в человеческих знаниях возможно выделить такое содержание, которое позволяет осуществить этот переворот, это смещение точки зрения.

С эпохи Коперника идея негеоцентризма не только получает права гражданства в науке, но и начинает постепенно приобретать все более общую форму. Обобщение ее заключается в дальнейшем смещении человеческой точки зрения на мир — в изменении (расширении) той области природы, которая составляет специфически-человеческий «центр» мира, специфически-человеческий «слой» объективной реальности, являющийся для человека базисом создаваемой им картины мироздания. При этом всякое обобщение идеи негеоцентризма сопровождается тем, что геоцентризм принимает новый вид, превращаясь в «центризм» более общего характера.

Коперниковский негеоцентризм представлял собою гелиоцентризм — познаваемый человеком мир перестал быть «земным», но он стал «солнечным» миром. Земля потеряла в нем свое центральное место, превратясь в рядовую планету среди других планет, но на центральном месте Вселенной оказалось Солнце. Первое обобщение коперниковского негеоцентризма было сделано Джордано Бруно, который пришел к мысли, что не только Земля, но и Солнце должно считаться не особым и единственным центральным объектом Вселенной, а одним из многих аналогичных небесных тел — звезд. В этом представлении, однако, мир рисовался как бесчисленное множество звезд, подобных Солнцу. Дальнейшее обобщение негеоцентризма было связано с переходом на еще более общую точку зрения, согласно которой Солнце и другие звезды, видимые нами, образуют звездную систему — нашу Галактику, которая является лишь одной из множества подобных звездных систем — других галактик. Эти представления, выдвинутые еще в XVIII веке В. Гершелем и И. Ламбертом, получили надежное эмпирическое обоснование лишь в XX веке (работы Кертиса, Хаббла и др.).

В современной астрономической картине видимой Вселенной Земля, Солнечная система, наша Галактика занимают весьма скромное место. Однако релятивистская космология сейчас строит модели Вселенной, рассматриваемой как мир галактик. Встает вопрос, не образует ли в действительности видимый нами мир галактик лишь некоторую космическую систему более высокого порядка, чем галактики, — Метагалактику. Если это так, то можно думать, что «оригиналом» космологических моделей (по крайней мере, однородных и изотропных моделей Фридмана) является именно Метагалактика, и вопрос о том, сводится ли Вселенная в целом (весь материальный мир вообще) к Метагалактике, очень похож на волновавшие ученых в прошлом вопросы, сводится ли Вселенная к «земному миру», или к «солнечному миру», или к «звездному миру». Напрашивается мысль о необходимости дальнейшего обобщения негеоцентризма — перехода к представлению, что наша Метагалактика не единственна, что она

является одной из многих аналогичных космических систем, т. е. что кроме нашей существуют и другие метагалактики.

Идея о существовании во Вселенной множества метагалактик была сформулирована Ламбертом еще в 1761 г. в связи с его концепцией иерархической структуры космоса. В концепции Ламберта метагалактики выступают как космические системы третьего порядка (если системами первого порядка считать планетные системы, а системами второго порядка — галактики). Однако, хотя в настоящее время идея о существовании других метагалактик поддерживается многими авторами (см., напр., Агекян [3], Идлис [4], Эйгенсон [5] и др.), никаких эмпирических данных, подтверждающих ее, пока нет. Тем не менее, в пользу этой идеи можно привести некоторые аргументы методологического характера. Заслуживает внимания, в частности, следующее обстоятельство.

В релятивистской космологии объяснение ряда фундаментальных черт, свойственных окружающей нас Вселенной на современном этапе ее эволюции, оказывается возможным только в том случае, если предположить, что она уже вблизи начальной (сингулярной) точки обладала некоторыми особенностями, обусловившими ее современные черты. Например, чтобы объяснить современную неоднородность распределения материи во Вселенной (сосредоточение материи в скоплениях галактик, галактики, звезды), необходимо «заложить» определенную неоднородность в начальную стадию ее эволюции; чтобы объяснить тот факт, что Вселенная сейчас состоит из вещества, а не из антивещества, нужно опять-таки «заложить» с самого начала определенное преобладание протонов над антипротонами. Это значит, что вопрос о том, почему Вселенная такова, какова она есть, остается, по существу, нерешенным: он лишь превращается из вопроса, почему Вселенная такова, какова она сейчас, в вопрос, почему она около сингулярности была такой, какой она была. Релятивистская космология, стало быть, не дает объяснения современного состояния Вселенной, а лишь отодвигает это объяснение в прошлое.

Но уравнения ОТО, на которые опирается релятивистская космология, не могут однозначно предопределить начальные условия эволюции окружающей нас Вселенной. Более того, они допускают большое разнообразие этих условий. Характер флуктуации плотности материи вблизи сингулярной точки мог бы быть и иным; количественное соотношение между протонами и антипротонами могло сложиться и иначе. Таким образом, из ОТО с необходимостью не вытекает, что Вселенная должна была на начальной стадии эволюции быть такой, какой она была, и, следовательно, что она сейчас должна быть такой, какой она есть. Оставаясь в рамках ОТО, этот вывод можно истолковать двояким образом.

Во-первых, можно полагать, что из множества различных возможностей, которые допускаются теорией, реализуется в действи-

тельности только одна. Тогда наша Вселенная (Метагалактика) единственна. Но поскольку ее фундаментальные черты не являются необходимыми, а представляют собою лишь игру случая, постольку она случайна. Она могла бы, вообще говоря, быть устроенной и совершенно иначе. Это значит, что весь существующий материальный мир вполне мог бы и не существовать, — вывод, выглядящий, по меньшей мере, странно! Странность, впрочем, заключается не только в том, что весь реальный мир существует не по необходимости, а в силу какой-то случайности, но и в том, что при этом физическая теория, объясняющая все существующее, оказывается «избыточной»: она содержит в себе «лишние» возможности, которые никогда не реализуются, — т. е., другими словами, она считает возможным невозможное, что, конечно, является ее существенным недостатком.

Известно, что Эйнштейн в полемике с Бором говорил, что «бог не играет в кости». Но если наша Вселенная единственна, то получается, что не только квантовая механика, но и созданная самим Эйнштейном теория относительности позволяет все-таки заподозрить бога в стремлении к азартной игре: из множества возможных миров, допускаемых ОТО, он по воле случая выбирает один.

Если отвергнуть представление о случайном характере мироздания, то остается другая возможность: в материальном мире реализуется все многообразие возможностей, допускаемых теорией. Эту точку зрения проводит в своих работах А. Л. Зельманов (см., напр., [6]). Такая позиция, однако, означает, что помимо нашей Вселенной существуют и другие Вселенные; т. е. наша Метагалактика является не единственной, имеются и другие метагалактики, другие космические системы, в которых осуществляются иные теоретически допустимые возможности (иные флуктуации плотности, иное соотношение частиц и античастиц и т. д.).

Гипотеза о существовании других космических миров, кроме нашего, может, по-видимому, разрабатываться в различных направлениях. Возможно, например, предположить, что в результате «начального взрыва» из сингулярного состояния возникает не одна наша Метагалактика, а множество метагалактик с разными начальными характеристиками. Заслуживает внимания картина многосвязного мира, в котором он предстает как множество различных космических систем, соединенных своеобразными «туннелями», проходящими через сингулярности. Представляют интерес идеи «симметричной Вселенной» (см. Наан [7]). В одной из попыток наметить концепцию «множественного» мира (Хьелминг [8]) он изображается как набор «черных» и «белых» дыр, связанных через сингулярности. При этом предполагается, что «черной дыре» нашей Вселенной может соответствовать «белая дыра» другой

Вселенной, и наоборот, рождение Вселенной рассматривается как рождение пары «Вселенная—Антивселенная».

Следует отметить, что невозможность получить в рамках ОТО обоснование необходимости ряда фундаментальных характеристик окружающей нас Вселенной может быть истолковано и как свидетельство недостаточности этой теории для описания материального мира. Такое истолкование, однако, ведет к выводу о том, что создаваемые на основе этой теории космологические модели не должны приниматься за модели всего материального мира в целом. Но если они являются описаниями лишь части мира, то идея неединственности Метагалактики получает и в этом случае определенное оправдание.

Признание неединственности Метагалактики было бы современным продолжением коперниковской революции в астрономии. Оно «сместило» бы нашу Метагалактику с «центрального» положения во Вселенной так же, как Коперник сделал это относительно нашей Земли.

Мы рассмотрели, однако, только одно из направлений, в котором идет обобщение идеи негеоцентризма в развитии научного познания. Другим важным направлением его является преодоление геоцентричности человеческого знания, связанной с распространением на всю природу свойств и законов, которые устанавливаются путем изучения природы в земных масштабах.

Разумеется, такое распространение является до известной степени правомерным. Оно может дать немало ценных результатов, когда дело касается явлений, достаточно сходных с земными явлениями. Но оно не может рассматриваться как универсальный способ познания природы. Уже развитие науки в XIX веке показало, что материя может существовать в различных состояниях, существенно отличающихся от тех, которые наблюдаются в земных условиях, в масштабах, сравнимых с размерами человеческого тела. Но ограниченность геоцентрического подхода с особой силой выявилась в науке XX века. Прорыв человечества в микро- и мегамир, составляющий одну из существенных черт современной научной революции, сделал естественнонаучный негеоцентризм совершенно необходимым для дальнейшего развития научного познания природы.

Особенностью современного естественнонаучного негеоцентризма является признание качественного многообразия конкретных свойств, форм, состояний материи. Выражением этого качественного многообразия является, в частности, существование целой иерархии структурных уровней материи, известных современному естествознанию. Идея многоуровневой структуры материи получила в настоящее время большое значение в науке (см. об этом, напр., Бом [9], Вижье [10], Кедров [11], Зельманов [6]). М. Бунге [12] считает эту идею одной из важнейших предпосылок современного естествознания, ставя ее даже в один ряд с идеей объектив-

ности природы, идеей причинности, идеей познаваемости мира и т. п. Представление о многоуровневой структуре материи позволяет думать, что доступные нашему наблюдению формы и состояния ее охватывают лишь некоторую часть множества структурных уровней материи. Действительно, в иерархии структурных уровней человек занимает определенное место, и наблюдаемые нами формы и состояния материи находятся на уровнях, которые являются более или менее близкими нашими «соседями». Более того, само существование человека обусловлено существованием земных условий, сделавших возможным появление органической жизни. Но эти условия, в свою очередь, зависят от существования определенных форм и состояний материи. Поэтому наблюдаемые нами явления и процессы — это лишь некоторые типы явлений и процессов, имеющие место там, где существуют определенные формы и состояния материи. Как отмечает А. Л. Зельманов ([13], с. 24), «по-видимому, мы являемся свидетелями процессов лишь определенных типов потому, что процессы других типов протекают без свидетелей». И если с геоцентрической точки зрения наблюдаемые нами конкретные формы и состояния материи представляются всеобщими для материального мира, то негеоцентрический подход ведет к предположению, что они, возможно, являются типичными только для тех областей мира, где существует жизнь и разум, но не для всего материального мира вообще. На достаточно далеких от нас уровнях могут существовать «дикивинные» формы и состояния материи, принципиально отличные от существующих вокруг нас и характеризующиеся совершенно иными свойствами и законами.

Такое развитие негеоцентризма вплотную подводит к положению о неисчерпаемости материи, разработанному в трудах В. И. Ленина. Однако последовательное проведение ленинского принципа неисчерпаемости материи связано, по всей видимости, с необходимостью дальнейшего обобщения идеи негеоцентризма:

Дело в том, что естественнонаучный негеоцентризм преодолевает геоцентрическую ограниченность наших представлений о конкретных свойствах и законах материи, но он оставляет нетронутой геоцентричность человеческих знаний о всеобщих характеристиках объективной реальности (атрибутах материи). В концепции структурных уровней (в ее наиболее распространенной форме, представленной в работах Боба, Вижье и др.), например, можно усмотреть геоцентрическую абсолютизацию того содержания, которым обладают атрибуты материи (пространство, время, движение и др.) в окружающем нас макроскопическом мире. Эта концепция молчаливо предполагает, что многообразие заключается лишь в различных проявлениях атрибутов на разных уровнях материи, тогда как содержание их на всех уровнях остается одинаковым и совпадает с содержанием их на макроскопическом уровне. Так, она абсолютизирует отношение части и целого в той

форме, в какой это отношение существует в макромире. Однако априори нельзя утверждать, что оно сохраняется в этой форме на всех уровнях. М. А. Марков [14] отмечает, например, что понятие «состоит из...» в физике элементарных частиц приводит в противоречие со своим обычным смыслом. Признание «ядерной демократии» ведет к тезису «все состоит из всего» — каждая элементарная частица состоит из всех элементарных частиц, и в этом случае часть оказывается как бы «равномощной» целому. Это напоминает дедекиндово определение бесконечных множеств: представление, что часть меньше целого, приходится отбросить. Очевидно, что иерархия уровней при этом нарушается. Геоцентричным является, вероятно, и само представление о линейной упорядоченности иерархии уровней материи: такая упорядоченность их действительно имеет место в окружающей нас природе, но отсюда еще не следует, что она может быть продолжена до бесконечности. В гипотезах, предполагающих возможность существования микрочастиц, содержащих в себе целые миры («фридмоны» Маркова [14], «планкеоны» Станюковича [15] и др.), нарушение линейной упорядоченности становится осуществимым.

Следует, по-видимому, учитывать, что геоцентрический характер положения человека в мире, принадлежность его к макромиру накладывает отпечаток не только на наши знания о конкретных свойствах и законах природы, но и на наши знания об атрибутах материи. В самом деле, человеческие знания об универсальном содержании атрибутов так же не являются априорными, как и все прочие знания: они взяты из практики и являются обобщением накопленного человечеством опыта. Поэтому есть основания полагать, что представления о пространстве, времени, причинности, качестве, количестве и т. д., сложившиеся у людей, имеют моменты, которые связаны с конкретными физическими условиями, существующими на земле, и кажутся нам универсальными только потому, что мы игнорируем их геоцентрическое происхождение.

Физика XX века уже выяснила неуниверсальность содержания некоторых атрибутов, считавшегося, однако, ранее универсальным. Теория относительности доказала, что такое свойство пространства, как его «плоский» (эвклидов) характер, и такое свойство времени, как постоянство его «темпа», которые раньше включались в универсальное содержание этих атрибутов, на самом деле не имеют универсального характера. Есть основания предполагать, что и такие основные свойства пространства, как его трехмерность, непрерывность, гомогенность, изотропность, и такие основные свойства времени, как однородность, односторонность и др., не обязательно должны считаться универсальными, присущими всякому пространству и времени вообще (Мостепаненко [16]). Квантовая механика обнаружила, что в состав универсального содержания движения (понимаемого как перемеще-

ние в пространстве) нельзя включать такие моменты, как существование траектории или непрерывность динамических характеристик (энергия, импульс, момент импульса), без которых в XIX веке движение и не мыслилось. Разработка теории элементарных частиц, по-видимому, требует пересмотра сегодняшних представлений об универсальном содержании атрибутов «качество», «причинность». А поскольку все атрибуты материи взаимосвязаны, можно думать, что то же самое рано или поздно произойдет и в отношении других атрибутов.

Таким образом, постепенно становится все более ясным, что наши представления о всех атрибутах материи не являются абсолютно всеобщими. Они всеобщи лишь для того круга условий, с которыми человечество имело в основном дело в прошлом. Но, вообще говоря, всякий атрибут материи в земных условиях выступает перед нами в «геоцентрической форме». Это значит, что пространство, в котором мы живем, является лишь одним из возможных типов атрибута «пространство»; время, в котором протекает наша жизнь, является лишь одним из возможных типов атрибута «время» и т. д. Только в силу геоцентрического характера знаний у людей складывается впечатление, что типы пространства, времени, качества, причинности и других атрибутов в онтологическом смысле единственны.

Последовательное проведение принципа неисчерпаемости не должно ограничиваться лишь признанием бесконечного многообразия конкретных свойств, законов, форм, состояний материи. Будучи взят в наиболее общем виде, принцип неисчерпаемости должен быть распространен не только на конкретные проявления атрибутов материи, но и на само универсальное содержание их. Это предполагает, что бесконечно многообразны онтологически различные формы атрибутов материи, т. е. типы движения, пространства, времени, причинности и т. д. Атрибуты материи в этом онтологическом смысле столь же неисчерпаемы, как неисчерпаемы в естественнонаучном смысле атом и электрон.

Признание неисчерпаемого многообразия не только проявлений атрибутов материи, но и типов их универсального содержания ведет к «онтологическому негеоцентризму» (Бранский [17], [18]), который является значительно более общим, чем естественнонаучный негеоцентризм.

Онтологический негеоцентризм заключается в допущении, что возможно существование не только качественно различных конкретных форм, состояний, уровней материи, но и существование онтологически различных миров. Каждый из подобных миров представляет собою особый тип объективной реальности, характеризующийся особым типом пространства, времени, движения и других атрибутов материи, причем различие между типами этих атрибутов связано с варьированием универсального содержания их, а не только их конкретных проявлений. Возможно, что прин-

ципиально различные уровни материи — такие, как микромир, макромир, мегамир — как раз и следует рассматривать в качестве онтологически различных миров. Но, в отличие от концепции структурных уровней материи, концепция онтологического негеоцентризма предполагает, что онтологически различные миры могут находиться между собою в самых различных отношениях (т. е. не обязательно в отношениях «часть — целое» или в отношениях линейно упорядоченной иерархии).

Таким образом, помимо «геоцентрического мира», в котором атрибуты материи характеризуются определенным универсальным содержанием, проявляющимся в «земных» условиях, могут существовать «негеоцентрические миры», в которых универсальное содержание атрибутов в той или иной степени отклоняется от универсального содержания их, проявляющегося в «земных» условиях.

Концепция онтологического негеоцентризма, конечно, не может расцениваться как окончательно установленная истина. Это не более чем философская гипотеза, которая подобно другим гипотезам подлежит проверке опытом. Следует, однако, отметить, что эта гипотеза, во-первых, опирается на определенные данные науки — в виде тех изменений в понимании пространства, времени, движения, которые уже произошли в современной физике; во-вторых, она соответствует основным принципам диалектико-материалистического мировоззрения; в-третьих, ценность ее должна определяться той ролью, которую она может сыграть в дальнейшем прогрессе человеческих знаний о природе.

Онтологический негеоцентризм, по-видимому, должен быть связан и с гносеологическим негеоцентризмом, т. е. с предположением о принципиальной возможности выхода за рамки геоцентрических представлений об атрибутах материи и создания негеоцентрических образов, адекватно отражающих онтологически иные миры. Проводя аналогию с анализом содержания атрибутов, позволяющим различить в нем моменты, являющиеся универсальными только в «геоцентрическом мире», и моменты, сохраняющие свою универсальность также и в других, «негеоцентрических мирах», можно предположить, что в гносеологии осуществим подобный анализ познавательных процедур. Такой анализ позволил бы различить в их содержании элементы, являющиеся универсальными только для познавательной деятельности человечества, направленной на отражение «геоцентрического мира», и элементы, сохраняющие свою универсальность при переходе к познанию «негеоцентрических миров». При этом могли бы обнаружиться возможности построения различных негеоцентрических познавательных процедур, т. е. процедур, которые отличны по своему содержанию от применяемых в познании «геоцентрического мира» и способны служить способами формирования негеоцентрических образов, отражающих «негеоцентрические миры».

Проведение этих процедур, очевидно, должно быть связано с использованием каких-то негеоцентрических (немакроскопических) объектов в качестве средств исследования. Но поскольку чувственному восприятию человека непосредственно доступны только объекты геоцентрической (макроскопической) природы, постольку негеоцентрические средства исследования должны использоваться во взаимодействии с «обычными», геоцентрическими средствами исследования, «переводящими» информацию об объектах негеоцентрической природы в чувственно воспринимаемые формы. Полученные чувственные данные должны быть какими-то особыми методами, качественно отличающимися от «обычных», применяемых в познании «геоцентрического мира», переработаны, чтобы извлечь из них эту информацию и сформировать негеоцентрические образы, отражающие объекты онтологически иной природы. Таким образом, негеоцентрические познавательные процедуры должны быть, в принципе, более сложными для человека, чем геоцентрические; они должны включать в себя дополнительные звенья, обусловленные необходимостью использования геоцентрических (макроскопических) представлений и понятий для конструирования негеоцентрических (немакроскопических) образов. Характер последних, следовательно, остается всегда зависящим не только от отражаемой в них реальности, но и от «естественных» для человека геоцентрических форм отражения действительности. Поэтому гносеологический негеоцентризм не может означать «полного» преодоления гносеологического геоцентризма (что соответствует высказанному выше положению, что всякое обобщение идеи негеоцентризма не устраняет вообще геоцентричности человеческих знаний, а лишь придает ей иной вид).

Если бы в каком-либо «негеоцентрическом мире» жили разумные существа (а, вообще говоря, нельзя считать это невозможным), то, вероятно, используемые ими в процессе познания своего мира формы отражения действительности принципиально отличались бы от человеческих. Таким образом, из существования «негеоцентрических миров» следует и возможность существования «негеоцентрических сознаний». Чем именно «негеоцентрическое сознание» может отличаться от «геоцентрического сознания» — это, разумеется, пока совершенно неясно (может быть, иными средствами формирования наглядных образов, особыми способами переработки информации, какой-то особой, «негеоцентрической» логикой и т. д.). Возможно, что материал для такого анализа, который позволил бы определить специфику человеческого сознания, отличающую его от «негеоцентрических сознаний», появится тогда, когда человечество вступит в контакт с внеземными цивилизациями. Правда, если такие цивилизации будут характеризоваться развитием каких-то негеоцентрических форм сознания, то встанет вопрос об осуществимости взаимопонимания

и обмена информацией между человечеством и ними, — ведь и характер образов, отражающих одну и ту же реальность, и характер познавательной деятельности, с помощью которой эти образы создаются, могли бы оказаться существенно различными. Во всяком случае, при обсуждении проблемы связи с внеземными цивилизациями следует считаться и с возможными трудностями этого рода.

Философский (онтологический и гносеологический) негеоцентризм, предполагающий возможность существования «негеоцентрических миров» и «негеоцентрических сознаний» — это, по-видимому, наиболее общая форма, которую может получить в современном научном познании идея негеоцентризма. Методологическое значение его для развития науки заключается в том, что он ориентирует ее на поиск возможных отклонений универсальных характеристик бытия и познания от привычных для нас геоцентрических эталонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20.
2. Н. Г. Чернышевский. Избр. филос. соч., т. I. М.-Л., Госполитиздат, 1950.
3. Т. А. Агекян. Звезды, галактики, Метагалактика. М., «Наука», 1966.
4. Г. М. Идлис. Сб. «Труды шестого совещания по вопросам космогонии», 270—271. М., «Наука», 1959.
5. М. С. Эйгенсон. Внегалактическая астрономия. М., Физматгиз, 1960.
6. А. Л. Зельманов. Сб. «Бесконечность и Вселенная», 274—324. М., «Мысль», 1969.
7. Г. И. Наан. «Публикации Тартуской астрономической обсерватории», XXXIV, № 6, 423, 1964.
8. R. Hjellming. "Nature. Physical Science", v. 231, No. 18, 20, 1971.
9. Д. Бом. Причинность и случайность в современной физике. М., ИИЛ, 1959.
10. Ж. Вижье. «Вопросы философии», № 10, 94, 1962.
11. Б. М. Кедров. Ленин и диалектика естествознания XX века. М., «Мысль», 1971.
12. M. Bunge. Scientific Research, v. I. Berl.-Heidelberg-N. J., Springer-Verlag, 1967.
13. А. Л. Зельманов. Сб. «Материалы к симпозиуму по философским вопросам современной астрономии, посвященному 500-летию со дня рождения Н. Коперника», вып. 2, 23—29. М., 1972.
14. М. А. Марков. «Вопросы философии», № 4, 66, 1970.
15. К. П. Станюкович. Сб. «Пространство и время в современной физике», 276—282. Киев, «Наукова думка», 1968.
16. А. М. Мостепаненко. Проблема универсальности основных свойств пространства и времени. Л., «Наука», 1969.
17. В. П. Бранский. Философское значение проблемы наглядности в современной физике. Л., изд. ЛГУ, 1962.
18. В. П. Бранский. Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов. Л., изд. ЛГУ, 1973.

AGEOTSENTRISMI IDEE ÜLDISTUS TEADUSLIKUS TUNNETUSES

A. Karmin

Resümee

Näidatakse, et teadusliku tunnetuse arenedes areneb teatava üldistuse suunas ka Koperniku poolt põhjendatud ageotsentrismi idee. Sellega seoses analüüsitakse seisukohta, mille järgi Metagalaktika pole maailmas ainus, ja hüpoteesi, mille kohaselt eksisteerib palju ontoloogiliselt erinevaid maailmu (ontoloogiline ageotsentrism). Kaalutakse metodoloogilisi väiteid, mis kinnitavad ideed teiste kosmiliste süsteemide olemasolust peale meie Metagalaktika. Selgitatakse ageotsentrismi idee seost materia ammendamatus e printsiibiga. Arutatakse probleemi teistsuguse ontoloogilise olemusega objektide peegeldumisest inimteadvuses ja vastavate ageotsentriliste kujundite tekkimisest, samuti teadvuse ageotsentriliste vormide olemasolu probleemi.

GENERALIZATION OF THE IDEA OF GEOCENTRICISM IN SCIENTIFIC COGNITION

A. Karmin

Summary

Copernican geocentrism is shown in this article to be subject to the process of generalization in the development of scientific cognition. The assumption of the Metagalaxy not being the only one in existence and the hypothesis of the multiplicity of ontologically different worlds (ontologic geocentrism) are analyzed in this connection. Arguments of a methodological character to confirm the idea of the existence of other cosmic systems beyond our Metagalaxy are dealt with. The connection of the idea of geocentrism with the principle of the inexhaustibility of matter is treated. The problem of the reflection of objects of a different ontological character in the human mind, the formation of corresponding geocentric images and the problem of the existence of geocentric forms of consciousness are discussed.

СТИЛЬ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ КОПЕРНИКА

Л. А. Микешина

Учение Коперника привело к коренным изменениям не только в астрономическом знании, но и в фундаменте науки в целом — в ее методологических принципах и нормативах. Один из возможных путей выявления методологического аспекта коперниковской революции — это исследование познавательных принципов самого ученого, его стиля мышления.

Стиль мышления характеризует интеллектуальные особенности ученого, которые складываются как из индивидуальных способностей, так и из общих моментов, характерных для мыслительной культуры эпохи. Соответственно, понятие «стиль мышления» имеет два аспекта: психологический и методологический. В своем методологическом значении, которое и будет нас интересовать в дальнейшем, данное понятие характеризует ученого как представителя определенной интеллектуальной культуры и конкретно-исторического этапа в развитии научного мышления. Стиль научного мышления — это методологический термин с социально-исторической, ценностной окраской, понятие, в котором «скрыта хорошая доля духа времени» [1], которое отражает «общее расположение умов в нашу эпоху» [2].

В то же время, как указывается в [3], [4] и [5], это термин, отражающий устойчивое, инвариантное в исторически изменяющемся теоретическом мышлении, понятие, связанное с определенными канонами и стандартными представлениями, по которым строится мир науки в ту или иную эпоху. Потребность в историко-методологических понятиях такого рода отчетливо выражена в современном науковедении: введенный Т. Куном [6] термин «парадигма», несмотря на неточность и многозначность, нашел широкое применение.¹⁾

В литературе рассматриваются шесть основных исторически сложившихся (или складывающихся) стилей мышления: антич-

¹ В одном из своих значений термин «парадигма» совпадает с понятием «стиль мышления», что позволяет некоторым авторам употреблять их как синонимы.

ный, средневековый, механистический, вероятностный, кибернетический или системный и экологический. Данная типология носит эмпирический характер и требует специального теоретического анализа, поскольку вопрос о философских и теоретико-познавательных принципах, лежащих в основе каждого из исторически известных стилей мышления, так же, как и само понятие и его определение не могут сегодня считаться удовлетворительно исследованными. При дальнейшем рассмотрении проблемы мы будем исходить из следующего определения: стиль научного мышления есть исторически сложившаяся система общепринятых методологических нормативов и философских принципов, которыми руководствуются исследователи в данную эпоху. В качестве основных методологических нормативов стиля мышления могут быть указаны следующие: представления об объекте и субъекте познания; идеал (образец) научной теории; идеал (образец) научного метода; образец языка науки, включающего исторически обусловленный категориальный аппарат.

Очевидно, что эволюция стилей мышления — процесс длительный и противоречивый; кроме того, возможно сосуществование, взаимопроникновение и взаимодополнение различных стилей. Следует отметить, что логико-методологические принципы стиля мышления не являются сугубо имманентными и независимыми. Они опираются на определенные представления о материальной действительности, тесно связаны с исторически обусловленной научной картиной мира, являющейся формой систематизации существующих знаний.

Стиль мышления Коперника является трудным, но и богатным объектом исследования, ибо в нем сфокусированы, отражены методологические проблемы переходного периода, специфика эпохи зарождения и становления классической науки. Т. Кун отмечает, что существующий в литературе спор о том, является ли Коперник первым новым астрономом или последним представителем птолемеевской астрономии, не имеет смысла. Он ни то, ни другое, но, скорее, «астроном Возрождения, в ком действия двух традиций сливаются» [7]. Однако при более внимательном рассмотрении обнаруживается, что традиции прошлого не представляют собой единую систему, но складывались во времена Коперника из двух неравнозначных тенденций: античной, представленной главным образом аристотелевскими канонами, и средневековой, наслоившей на учения древних каноны схоластической и религиозно-догматической мысли. В научном мышлении Коперника присутствуют обе эти тенденции, и невозможно ответить однозначно на вопрос о том, играют ли они положительную или отрицательную роль.

Для коперниковской революции в целом характерна синтетичность, возникновение междисциплинарных связей, взаимодействие и слияние античной культуры мышления, ее интеллектуаль-

ного фонда с достижениями естественных наук эпохи Возрождения, — и как результат этого процесса — появление качественно нового стиля мышления, получившего в дальнейшем название «механистического».

Возрождение и рецепция античной науки расценивается в целом как положительный момент в интеллектуальной истории, но как оценить роль средневекового мышления в подготовке революции и в развитии научного мышления самого Коперника? По мнению одного из известных исследователей эволюции научного мышления В. Уэвелла, средневековье — это темный и бесплодный период, «провал» в истории, бесплодность и рабство мысли [8]. Общеизвестна критика Энгельсом этой точки зрения, однако имплицитно она присутствует во многих исследованиях о Копернике и революции, где влияние средневековья рассматривается только как отрицательное. Безусловно, Уэвелл прав в том, что средневековое мышление — это господство догматизма, рабского подчинения авторитетам, комментаторства и мистики. Однако он не замечает, что этот период определенным образом подготавливал почву для революции.

Эту точку зрения развивает, в частности, Т. Кун при исследовании истоков коперниковской революции. Поскольку Коперника справедливо рассматривают как наследника и продолжателя традиций Аристотеля и Птолемея, постольку складывается мнение, что наука не развивалась в период между ними. В действительности же, отмечает Т. Кун, существовала очень напряженная, хотя и спазматическая научная активность, которая сыграла существенную роль в приготовлении оснований для коперниковской революции [7]. Средневековая наука не была статичной, ибо существовала схоластическая критика Аристотеля, развивавшая возможные альтернативные доктрины, которые обычно тотчас же отбрасывались как только их логическая возможность была продемонстрирована.

Так, Николай Орезме, парижский номиналист XIV в., критиковал трактат Аристотеля «О небе», желая показать только, что Земля могла бы двигаться, а не то, чтобы она на самом деле двигалась, т. е. он исследовал аристотелевские доказательства, а не само явление действительности. Орезме опровергал центральный аргумент Аристотеля о неподвижности Земли с точки зрения теории импетуса. Т. Кун отмечает, что возможность движения Земли и частичная унификация земных и небесных законов были главным вкладом импетус-теории в коперниковскую революцию. В конечном счете дискуссии схоластов создавали такой интеллектуальный климат, при котором темы, подобные движению Земли, были узаконены и служили предметом широкого обсуждения.

О высокой активности средневековой мысли, хотя и в рамках схоластики, позволяют судить и исследования, посвященные борьбе между томизмом и аверроизмом, тесно связанной с разви-

тием научной мысли в эти века. Одна из проблем, широко обсуждаемых в той и другой школе, — это проблема отношения разума и веры. Если Фома и его последователи, разделяя область веры и знания, всегда сохраняют приоритет веры и считают, что вера руководит разумом, оберегая его от ошибок, то аверроисты считают, что вера не подходит для изучения природы. Данные науки и исследования человеческого разума находятся как бы вне истины веры, независимы от веры, основываются на законах мышления и природы.

Конечно, аверроизм как научное течение не выходил за рамки своего времени, за рамки схоластики. Однако защита аверроистами философии не как преддверия теологии, а как автономной науки, имеющей свои принципы и свой метод, делает их предшественниками научного движения эпохи Возрождения. Сохранившиеся письменные источники свидетельствуют о том, что влияние взглядов аверроистов на современников было значительным [9].

Следует также указать, что средневековое мышление было представлено не только схоластами. Совершенно особое явление — английский философ Роджер Бэкон. Он одним из первых указал на путь самостоятельного исследования в противоположность вере в авторитет и ввел в науку понятие «*scientia experimentalis*», понимая, что «без опыта ничего нельзя познать в достаточной мере» [10]. В «*Opus majus*» Р. Бэкон называет в качестве причин невежества веру в авторитет, предрассудки и неправильные, неудовлетворительные понятия. Он подвергает критике сочинения Аристотеля, указывая их ошибки и неполноту. Р. Бэкон настаивает на том, что изучение математики и применение опытов — главные методы научного познания. Эти идеи не могли не повлиять на общий процесс подготовки и смены стиля научного мышления. Правда, у современников они не нашли поддержки и распространения, но в период Возрождения станут предметом изучения.

Итак, средневековая мысль не была только схоластической, а в рамках самой схоластики осуществлялся всесторонний анализ учения Аристотеля, что помогало видеть сильные и слабые стороны его учения и способствовало, в конечном счете, формированию нового отношения к мыслителям прошлого и их идеям. Поэтому можно предположить, что не только рецепция Аристотеля и всей древнегреческой философии, но и средневековая мысль играет определенную роль в становлении нового стиля мышления. Ф. Даннеман, анализируя деятельность ближайших предшественников Коперника, отмечает также, что работы Пурбаха и Региомонтана «содействовали искусству наблюдения», а Леонардо да Винчи и Николай Кузанский, если и не создали таких основ для дальнейшего развития, как Коперник и Галилей, то своей деятельностью подготовили возникновение новой науки [11].

Представляется интересным рассмотреть, что в научном мышлении Коперника сохраняется от предшествующих стилей, а что свидетельствует о зарождении нового способа мышления. Поскольку смена стилей мышления — это смена философских принципов и методологических нормативов, то рассмотрим каждый из этих моментов в применении к взглядам и учению Коперника.

Философские и методологические принципы Коперника. Не ставя перед собой задачи дать полную характеристику мировоззрения Коперника, рассмотрим лишь те принципы, которые определяли специфику мышления ученого.

История науки не располагает конкретными свидетельствами того, что Коперник читал Орезме, комментарию аверроистов или труды Р. Бэкона. Однако, будучи человеком широко образованным, он, безусловно, знал труды мыслителей прошлого. Участь в университетах Европы, он не мог не столкнуться с многочисленными работами комментаторов и критиков Аристотеля и Птолемея с позиций схоластики и религиозной догмы. Следовательно, учения древних философов Коперник должен был воспринять с позиций человека Возрождения, т. е. через призму схоластической критики аристотелевского учения и на основе изменений в науке и в обществе, происшедших с времен древних философов.

Можно предположить, что на формирование взглядов Коперника о вращении Земли повлияли не только соображения древнегреческих философов Никетаса, Филолая, Гераклида Понтского и пифагорейца Экфанта, которых он называет сам, но и дискуссий схоластов об аристотелевской идее неподвижности Земли.

Далее. Можно предположить, что стиль мышления Коперника формировался и под влиянием взглядов аверроистов. В Падуе Коперник слушал лекции П. Помпонацци, который, оставаясь добрым католиком, под покровом «двойственной истины» — истины веры и истины разума — проводил почти материалистические, атеистические идеи. Значение подобных рассуждений было велико уже потому, что оно допускало полную свободу исследования, без разрыва с традиционной религией, как это и сделал Коперник [12]. Можно утверждать, что Коперник неявно опирался на идеи о «двойственности истины» и о независимости научного исследования от религиозной веры. Он стремится «объяснить ход мировой машины, созданной лучшим и любящим порядок Зодчим» [13], привлекая научные методы и считая, что соответствие теории природе вещей есть единственный критерий истинности этих теорий.

Косвенно влияние аверроизма проявилось и в понимании Коперником общих свойств планетных движений, основанном на догматике древней философии. Коперник строго придерживался постулата о равномерном круговом движении, в то время как Птолемей в своей теории биссекции эксцентриситета осуществил чрезвычайно важный сдвиг астрономической науки, отказавшись

от этого постулата, за что и подвергался ожесточенной критике, в частности Аверроэса, с которой, очевидно, был знаком Коперник.

Допущение некруговых или неравномерных круговых движений казалось Копернику совершенно несовместимым с разумной системой астрономических знаний. Широко распространено мнение, что такая приверженность Коперника постулату кругообразности и равномерности отражает подчиненность эстетическим мотивам, принципу совершенства небесных тел и их движений, идущим от Пифагора и Аристотеля [14]. Однако, как нам кажется, это не единственное и не главное, что убеждало естествоиспытателя в правомерности постулата кругообразности и равномерности.

В глазах Коперника этот постулат имел, по-видимому, полную обоснованность, доказанность. В качестве подтверждения этого предположения можно выдвинуть следующее. Известно, что орбиты небесных тел могут быть достаточно хорошо аппроксимированы кругами, так что простейшая возможная модель кругового движения с постоянной скоростью приводит к вполне разумному описанию, например, солнечных и лунных явлений [15]. Поэтому в истории астрономии и математики существовали, сменяя друг друга, различные способы приближения орбит кругами, например, у Евдокса, Аполлония, наконец, Птолемея. Все дело было в том, чтобы найти наиболее удачные способы такой аппроксимации, и в «Альмагесте» они настолько удачны и обоснованы, что применялись более десятка веков. И когда Птолемей проявляет непоследовательность и изменяет принципу кругообразности в теории биссекции эксцентриситета, Коперник дает собственное решение той же самой задачи, но не отклоняясь от идей равномерности и кругообразности движения небесного тела.

Но Коперник знает, что движение планет по окружности происходит не точно, а лишь приближенно. Так, при делении полного эксцентриситета на четыре части он первый обратил внимание на то, что орбита планеты, в силу принятой для нее кинематики, не может представлять окружности. В связи с этим он пришел к выводу: планета в результате равномерного движения центра эпицикла по эксцентру и ее собственного равномерного движения в эпицикле описывает окружность не в точности, но только приближенно [13].

Итак, для Коперника реальное движение планет, близкое к круговому, должно быть описано с помощью строго геометрических фигур — кругов, т. е. должны быть осуществлены определенная идеализация и формализация реальных движений. Очевидно, в системе Коперника способ приближения реальных орбит окружностями исчерпал себя полностью, и следующую геометрическую модель Кеплер создает, не совершенствуя постулат кругообразности, а изменяя его в принципе, т. е. взяв за основу другую геометрическую фигуру. По-видимому, мы имеем здесь дело не

просто с заблуждением или догматизмом ученого, но с историчностью методов научного описания объекта, с развитием относительной истинности научного знания.

Если постулат кругообразности и равномерности унаследован Коперником от древних мыслителей, то принцип относительности восприятия движения был впервые сформулирован и применен самим ученым. Коперник основывается на том, что всякое видимое изменение положения происходит вследствие движения наблюдаемого предмета или наблюдателя или же вследствие неодинакового перемещения их обоих, ибо при равном движении наблюдаемого и наблюдателя, в одном и том же направлении, движение незаметно [13]. Применение этого принципа к познанию движения небесных тел позволило создать принципиально новую картину Вселенной, разгадать в этом «частном» случае, от которого зависело все дальнейшее развитие научного познания, диалектику видимости и действительности, явления и сущности, «тайна» которой состояла в том, что видимые перемещения оказались результатом своеобразного сложения естественных движений с кажущимися, вызванными обращением Земли.

Из принципа относительности восприятия движения и его применения к небесным телам следовали важные гносеологические выводы: познание всякого движения должно опираться на принцип относительности; знание, полученное на основе непосредственного чувственного восприятия, не всегда истинно, т. е. очевидное еще не есть истинное; результат познания зависит от условий, в которых получено данное знание; мнение большинства и многовековые традиции не есть критерий истины. Эти выводы своего рода «побочный продукт» системы и, естественно, Коперником сделаны не были, но имплицитно являются гносеологической основой его научного мышления.

Представления Коперника об объекте исследования. В понимании объекта исследования в целом Коперник продолжает традиции античной философии, для которой понять предмет в его сущности означало познать и понять его форму. По сути дела, как отмечают В. Уэвелл [8], Б. Рассел [14] и О. Нейгебауэр [15], астрономические теории до Ньютона были по своему существу формальными теориями, т. е. основывались главным образом на формальных условиях существования Вселенной, на отношениях пространственно-временных. Теория же Ньютона — первая истинно физическая теория, в которой рассматривается отношение силы и материи.

Стремясь дать удовлетворительное объяснение видимых движений планет, преодолеть недостатки симметрии в теориях концентрических сфер и эксцентрических кругов, Коперник руководствуется главным образом «геометрической идеей» и доводит ее до совершенства, поскольку найденное им решение задачи о пространственном устройстве планетной системы весьма близко к

действительному и не вызывает никаких принципиальных возражений. Что касается кинематического аспекта, то здесь было дано лишь приближенное описание и не ставились еще проблемы происхождения и динамики Вселенной [17].

Принципиально новым в понимании объекта исследования является рассмотрение Коперником небесных тел и картины мира как единой системы. На это указал еще Кеплер во введении к «*Astronomia nova*». Он писал, что в астрономии существуют две школы: одна — Птолемея, другая — Аристарха и Коперника. «Первая рассматривает каждую планету в отдельности, саму по себе, и для каждой дает причины движения по ее собственному пути. Вторая сравнивает планеты между собой и выводит то, что в их движениях оказывается общим, из одной и той же причины» [18]. Объединение всех планет единым принципом, приведение геометрических размеров планет к единому масштабу, обращение кинематики всей системы в целом — все это создало новый объект исследования — единую гелиоцентрическую систему, подчиняющуюся общим закономерностям. Как отмечает В. А. Амбарцумян, новая система мира становилась космологией, в которой геометрические соотношения определялись количественно и притом однозначно из наблюдений [17].

Представление Коперника о субъекте исследования. Две новых идеи Коперника — принцип относительности в познании движения и гелиоцентризм — сыграли существенную роль в изменении представлений о субъекте познания. Птолемей изучает Вселенную с точки зрения наблюдателя, находящегося на Земле, и тем самым условия ее познания включает в содержание теории. Непонимание этого стало препятствием в дальнейшем развитии учения о Вселенной. Заслуга Коперника в том, что он осознает включенность субъекта в результаты познания, в частности, в картину мира, которая может существенно измениться, если учесть позицию наблюдателя.

Он успешно осуществляет гносеологическую процедуру «очищения» учения о небесных телах от специфически человеческого элемента — индивидуальных представлений, пробивается через них к действительному положению дел, а самого наблюдателя, в конечном счете, перемещает в новую систему отсчета, что позволяет встать «над» всей системой небесных тел. Все это укрепляло последователей Коперника в том мнении, что возможно получить абсолютное знание об объекте, очистить знание от субъективных элементов. Так начинается формироваться идеал классического знания — еще одно, гносеологическое, следствие коперниковской революции.

Другим важнейшим моментом в развитии представлений о субъекте познания было изменение позиции человека в мироздании в связи с изменением представлений о Земле как об особом геометрическом центре. Здесь обнаруживается целый ряд проти-

воречивых моментов. С одной стороны, исходя из теории Коперника, становилось трудно признавать за человеком космическую значимость, приписанную ему христианской теологией, но, с другой стороны, как справедливо замечает Б. Рассел, такие выводы из его теории не были бы приняты Коперником, ортодоксальная вера которого была искренней и который протестовал против взгляда, что его теория противоречит священному писанию [14].

В то же время Коперник развивает свои идеи о скромной роли человека в тот момент, когда гуманизм ставит человека выше всех остальных творений бога, когда свободный и благородный человек рассматривается, как например у Н. Кузанского, центральным звеном природы. В это время формируются мотивы индивидуализма — этой своеобразной реакции ранней буржуазной культуры на культуру феодализма с ее устремленностью к богу. По мнению Рассела [14], теория Коперника должна была бы унижить человеческую гордость, но в действительности произошло противоположное: торжество науки возродило эту гордость. Однако, поскольку было признано, что Земля является не центром мира, а лишь одной из самых малых планет, то и иллюзорное представление о центральной роли самого человека объективно стало несостоятельным [19], и, что особенно важно для становления нового стиля мышления, — начался процесс освобождения умов от гео- и антропоцентризма.

Коперниковский идеал научного метода. В учении Коперника хотя еще неполно развиты, но уже в достаточной мере проявляются два достоинства новой науки: во-первых, признание того, что все то, во что верили в древних времена, могло быть ложным и, во-вторых, что проверкой научной истины является сбор фактов вместе со смелым предположением относительно законов, объединяющих факты [14]. Первое достоинство тесно связано с отношением Коперника к авторитетам. В период становления классической науки, преодолевавшей догматизм и авторитарность, это было принципиальным вопросом.

Такие исследователи стиля научного мышления Коперника, как его ученик Рэтик, а позже Уэвелл подчеркивают, что великий астроном был далек от того, чтобы безусловно подчиняться авторитету или отвергать мнения древних философов без основательных доводов и неопровержимых фактов. Это уважение к великим людям вместе с талантом схватывать дух их метода, когда буква их теории более несостоятельна, и составляет, по мнению Уэвелла, «настоящий умственный характер этого мыслителя» [8]. У Коперника уже сформировалось новое отношение к авторитету, характерное для классической науки, основанное на критическом отношении и уважении к наблюдениям древних, строгости и глубине их методов. О. Нейгебауэр [15] считает одним из важных достижений Коперника возврат к «строгой птолемеевской методологии», который делал совершенно ясными все шаги от эмпири-

ческих данных до параметров модели и который открыл путь к улучшению основных наблюдений, что в конечном счете привело к правильному обобщению птолемеевских методов.

Коперник признает необходимость и первостепенную важность наблюдений и опыта и постоянно обращается к ним, обосновывая, например, сферическую форму Вселенной, Земли или формулируя принцип относительности восприятия движений. И в этом случае он осуществляет, по сути дела, преемственность между античной наукой, методологией Р. Бэкона и новым типом естественнонаучного знания.

Коперник стремится дать новую научную систему для наблюдательной астрономии с тем, чтобы она могла заменить старую, тесно связанную с практическими потребностями. Эту задачу можно было выполнить лишь применяя математические методы, которыми в совершенстве владеет Коперник. Итак, идеал научного метода для Коперника — единство наблюдений, опыта и математических построений.

Коперниковский идеал научной теории. Если Птолемей пользуется формальной свободой выбора геометрических моделей движения и не останавливается особенно на философской стороне вопроса [16], [20], то Коперник заботится о том, чтобы гипотезы соответствовали астрономическим наблюдениям, и в этом отношении он допускает уже меньший произвол, нежели Птолемей. Для Коперника критерием истинности астрономических теорий и гипотез было их соответствие природе вещей. Однако, как указывается в большинстве исследований о Копернике, в его времена не были известны факты, которые бы заставили принять его систему, но был известен ряд фактов, говорящих против нее. Что же убеждало самого Коперника в правомерности гелиоцентрического учения? И почему его система получила столь широкое распространение задолго до эмпирического подтверждения?

В. А. Амбарцумян [17] высказывает по этому поводу интересные соображения. По его мнению, утверждение о том, что Коперник не имел прямых доказательств обращения Земли вокруг Солнца, является ошибочным. Не только явление годичного параллакса, но гораздо более крупное явление — параллактическое движение внешних планет, описывавшееся во времена Коперника как видимое движение планеты по эпициклу, — должно считаться прямым доказательством. Именно потому, что Коперник обладал гениальной интуицией, сила и значение этого доказательства в его глазах должны были во много раз перевешивать различные неувязки в его теории и возможные возражения противников новой системы.

Другим обстоятельством, которое делало гелиоцентрическую систему убедительной для Коперника, было, по мнению В. А. Амбарцумяна, то, что в системе Птолемея относительные размеры различных орбит вокруг Земли оставались неопределенными. В

гелиоцентрической же системе эти отношения определялись из наблюдений сразу, и такая строгая однозначность ответа, безусловно, вселяла уверенность в автора теории.

Анализ стиля научного мышления Коперника убеждает в том, что он был человеком «свободного мышления» (И. Кеплер [18]), большой «внутренней независимости» (А. Эйнштейн [19]) не только в собственно астрономических построениях, но также и в понимании философских и методологических оснований науки в целом. В то же время смелость, раскованность, свобода духа — это не только индивидуальная черта ученого, но эпохальная, присущая мыслителям эпохи Возрождения. Все дело в «степени» смелости, масштабах ее. У великого мыслителя, каким был Коперник, — великая смелость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. Шредингер. Новые пути в физике. М., «Наука», 1971.
2. С. Р. Микулинский, Л. А. Маркова, Б. А. Старостин. Альфонс Декандоль. М., «Наука», 1973.
3. Б. Г. Кузнецов. «Природа», № 4, 38—43, 1973.
4. С. Б. Крымский. В сб. «Проблемы философии и методологии современного естествознания», 306—312. М., «Наука», 1973.
5. Ю. В. Сачков. «Вопросы философии», № 4, 70—81, 1968.
6. Т. Кун. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, 1969.
7. Т. Кун. The Copernican Revolution. Cambridge, 1957.
8. В. Уэвелл. История индуктивных наук, т. 1. СПб., 1867.
9. Г. В. Шевкина. Сигер Брабантский и парижские аверроисты XIII в. М., «Наука», 1972.
10. Р. Бэкон. В сб. «Антология мировой философии», 862—877. М., «Мысль», 1969.
11. Ф. Даннеман. История естествознания, т. 1. М., 1932.
12. С. Д. Сказкин. В сб. «Николай Коперник», 43—63, М.-Л., Изд. АН СССР, 1947.
13. Н. Коперник. О вращениях небесных сфер. М., Изд. АН СССР, 1964.
14. Б. Рассел. История западной философии. М., ИЛ, 1959.
15. О. Нейгебауэр. Точные науки в древности. М., «Наука», 1968.
16. Н. И. Идельсон. В сб. «Николай Коперник», 84—179. М.-Л., Изд. АН СССР, 1947.
17. В. А. Амбарцумян. Философские вопросы науки о Вселенной. Ереван, 1973.
18. И. Кеплер. В сб. «Жизнь науки», 45—62. М., «Наука», 1973.
19. А. Эйнштейн. Физика и реальность. М., «Наука», 1965.
20. В. Л. Гинзбург. «Вопросы философии», № 6, 112—129, 1973.

KOPERNIKU TEADUSLIKU MÕTLEMISE STIIL

L. Mikešina

Resümee

Teadusliku mõtlemise stiili all mõistetakse artiklis filosoofiliste printsiipide ja metodoloogiliste normide ajaloolist ühtsust. Peamist osa etendavad siin teadlase arusaamad tunnetuse objektist ja subjektist ning teadusliku meetodi ja teadusliku teooria ideaal. Artikli peaesmärgiks on selgitada, millised antiik- või keskaja stiili sugemed säilivad Koperniku teaduslikus mõtlemises ja millised saavad tema juures uue mõtlemisstiili alguseks. Koperniku tähtsamateks filosoofilisteks ja metodoloogilisteks printsiipideks on esiteks traditsiooniline postulaat, mille kohaselt kõik liikumised on ühtlased ning ringikujulised, ja, teiseks, uus printsiip — tajumise relatiivsuse printsiip. Uurimisobjekti käsitluses jätkab Kopernik antiikfilosoofia traditsioone: tunnetada objekt — see tähendab tunnetada tema vorm. Ent ta oli esimene, kes vaatles planeete ühtse süsteemina. Kopernik mõistis, et subjekti poolt vaadeldav maailmapilt sõltub subjekti enese asukohast ning viimase muutudes muutub samuti. Koperniku arusaam inimese asendist maailmas on teine tähtis moment. Sellest peale algas teadusliku mõtlemise vabanemine geo- ja antropotsentristist. Teadusliku meetodi ideaaliks on Kopernikul vaatluste, katse ja matemaatiliste meetodite ühtsus; teadusliku teooria ideaaliks — asjade olemusele vastav teooria.

THE WAY OF SCIENTIFIC THINKING OF COPERNICUS

L. Mikeshina

Summary

The mode or way of scientific thinking is a historical unity of philosophical principles and methodological norms. The chief role in scientific thinking belongs to the scientist's concepts of the object and the subject of cognition as well as to the unity of scientific method and scientific theory.

The main aim of this paper is to ascertain which elements in the scientific thinking of Copernicus were derived from the Middle Ages and from antiquity and which implied a new way of thought. The main philosophical and methodological principles of Copernicus were a traditional postulate of all forms of motion being circular and uniform and a new principle of the relativity

of the perception of motion. In the treatment of the cognitum Copernicus continued the traditions of ancient philosophy: "to cognize an object" means "to cognize its form". However, Copernicus was the first to regard the planets as a single system. He understood that the picture of the Universe observed by the subject depends on his position and is subject to changes when the subject changes his position. The understanding of the position of a human being in the Universe is another point of importance in Copernican thinking. This notion signified the beginning of the process of liberation of scientific thought from the geocentric and anthropocentric theories. An ideal scientific method for Copernicus implied the unity of observation, experiment and mathematical method; the ideal of a scientific theory was a theory corresponding to the essence of things.

СОДЕРЖАНИЕ

Я. Э. Эйнасто. Парадокс массы в астрономии	3
J. Einasto. Massi paradoks astronoomias. <i>Resümee</i>	6
J. Einasto. Mass paradox in astronomy. <i>Summary</i>	6
Х. Т. Ээлсалу. Концепция революций в астрономии, опирающаяся на схему Шепли и Рабиновича	7
H. Eelsalu. Shapley ja Rabinoviči skeemil põhinev kontseptsioon revo- lutsioonidest astronoomias. <i>Resümee</i>	13
H. Eelsalu. A concept of revolutions in astronomy based on the scheme of Shapley and Rabinovičs. <i>Summary</i>	13
И. С. Алексеев. О специфике астрономии как науки	14
I. Aleksejev. Astronoomia kui teaduse spetsifikast. <i>Resümee</i>	20
I. Aleksejev. About specificity of astronomy as a science. <i>Summary</i>	20
П. Г. Кард. Принцип несоответствия	21
P. Kard. Mittevastavuse printsiip. <i>Resümee</i>	27
P. Kard. Das Nonkorrespondenzprinzip. <i>Zusammenfassung</i>	27
В. П. Хютт. Физическое учение Аристотеля и коперниковская революция	29
V. Hütt. Aristotelese füüsikaõpetus ja Koperniku revolutsioon. <i>Resümee</i>	39
W. Hütt. Aristotelische physikalische Lehre und kopernikanische Revo- lution. <i>Zusammenfassung</i>	40
Ю. Б. Молчанов. Коперник и становление классической концепции времени	41
J. Moltšanov. Kopernik ja klassikalise ajakontseptsiooni kujunemine. <i>Resümee</i>	45
J. Moltšanov. Copernicus and the development of the classical concept of time. <i>Summary</i>	45
А. С. Кармин. Обобщение идеи негеоцентризма в научном познании	47
A. Karmin. Ageotsentrismi idee üldistus teaduslikus tunnetuses. <i>Resümee</i>	59
A. Karmin. Generalization of the idea of ageocentricism in scientific cognition. <i>Summary</i>	59
Л. А. Микешина. Стиль научного мышления Коперника	60
L. Mikešina. Koperniku teadusliku mõtlemise stiil. <i>Resümee</i>	71
L. Mikeshina. The Way of scientific thinking of Copernicus. <i>Summary</i>	71

Ученые записки
Тартуского государственного университета
Выпуск 360

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
ФИЗИКИ

II

На русском языке

Резюме на эстонском, немецком и англий-
ском языках

Тартуский государственный университет.
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли 18.

Ответственный редактор Ю. Лембра.

Корректоры: В. Логинова, И. Пауска,
Л. Кивимяги.

Сдано в набор 5. 02. 1975. Подписано к пе-
чати 30. 05. 1975. Печ. листов 5,0. Учетно-
издат. 4,74. Бумага типографская № 2.
60×90¹/₁₆. Тираж 500 экз. МВ-05384.

Зак. № 709.

Типография им. Х. Хейдеманна, ЭССР,
г. Тарту, ул. Юликооли 17/19 I.

Цена 47 коп.

УДК 523.855

Парадокс массы в астрономии. Эйнасто Я. Э. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360 стр. 3—6.

Дан обзор виримального парадокса массы в астрономии. Этот парадокс состоит в том, что масса изолированных галактик примерно в 10 раз меньше, чем средняя масса галактик в скоплениях, определенная по теореме о вириале. Расхождение исчезает, если при определении массы галактик использовать новый метод. Результаты показывают, что галактики окружены коронами, превосходящими по массе известные звезды в галактиках на один порядок.

Библ. 5 назв. Рез. эст., англ.

УДК 523

Концепция революций в астрономии, опирающаяся на схему Шепли и Рабиновича. Ээлсалу Х. Т. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 7—13.

Содержит концепцию космологических революций, упорядоченных по признакам симметрии и иерархии вместе с короткой характеристикой их импликаций.

Библ. 20 назв. Рез. эст., англ.

УДК 52.001.11+001.2:168.2

О специфике астрономии как науки. Алексеев И. С. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 14—20.

В статье рассматриваются аргументы как в пользу трактовки астрономии как раздела физики, так и против этой точки зрения. Делается вывод, что ответ на этот вопрос зависит от решения более общих методологических проблем, касающихся принципов классификации наук.

Библ. 12 назв. Рез. эст., англ.

Принцип несоответствия. Кард П. Г. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 21—26.

Согласно известному в физике принципу соответствия, всякая новая теория является таким обобщением старой теории, что в области применимости последней она переходит в нее путем некоторого предельного перехода. Однако принцип соответствия не исчерпывает взаимоотношения между новой и старой теорией. Наряду с ним важное значение имеет принцип несоответствия. Он состоит в том, что всякая достаточно фундаментальная новая теория характеризуется некоторым элементом принципиальной новизны, не подчиняющимся принципу соответствия и наиболее глубоко выражающим сущность новой теории. Поэтому предельный переход к старой теории, если он и возможен, не восстанавливает ее полностью. Примеры: 1) принцип тождественности (эквивалентности) массы и энергии в теории относительности характеризует несоответствие между релятивистской и ньютоновой механикой, так как предельный переход $c \rightarrow \infty$ его не устраняет и дает правильно только нерелятивистскую массу, но не энергию; 2) квантовомеханический принцип суперпозиции характеризует несоответствие между квантовой и классической механикой, так как предельный переход $\hbar \rightarrow 0$ его не отменяет; 3) концепция поля как первичной реальности в теории относительности характеризует несоответствие между релятивистской и эфирной теорией поля; 4) отказ от геоцентризма в теории Коперника характеризует ее несоответствие теории Птолемея.

Принцип несоответствия выражает наиболее ярко прогрессивный характер процесса физического познания. Каждый существенно новый элемент теории, присутствующий согласно принципу несоответствия на каждой новой ступени физического познания, является фактором революционного значения, преобразовывающим всю прежнюю физическую картину мира. Прогресс физического познания можно в основном рассматривать как последовательность таких революций.

Библ. 3 назв. Рез. эст., нем.

Физическое учение Аристотеля и коперниковская революция. Хютт В. П. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 27—40.

Анализ идей Коперника в сравнении с аристотелевско-птолемеевской традицией ведет к заключению, что система Коперника характеризуется особой ролью математического формализма в образовании знания. Гелиоцентрические элементы, присутствующие в математическом формализме теории планетных движений Птолемея, лишены в ней физического смысла и носят случайный характер. В системе Коперника те же элементы выступают как новые, ранее неизвестные элементы физической реальности. С физической точки зрения сущность коперниковской революции состоит в переходе от аристотелевского типа физического знания к новому, классическому: основные понятия содержательной теории не «спинаются» непосредственно с явлений, но конструируются методом математической гипотезы.

Библ. 26 назв. Рез. эст., нем.

УДК 52(09)

Коперник и становление классической концепции времени. Молчанов Ю. Б. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 41—46.

Отмечается, что труд Николая Коперника «О вращениях небесных сфер» помимо своего основного значения — обоснования гелиоцентрической системы мира представляет определенный этап в развитии учений о времени, поскольку содержит, видимо, первый дошедший до нас рецепт получения среднего суток астрономического времени, которое явилось впоследствии одним из исходных пунктов ньютоновской субстанциальной концепции абсолютного времени.

Библ. 4 назв. Рез. эст., англ.

УДК 530.1

Обобщение идеи негеоцентризма в научном познании. Кармин А. С. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 47—59.

В статье показывается, что коперниковский негеоцентризм в процессе развития научного познания подвергается обобщению. В качестве возможных форм обобщения идеи негеоцентризма рассматривается предположение о неединственности Метагалактики и гипотеза о множественности онтологически различных миров (онтологический негеоцентризм). Приводятся аргументы методологического характера, подтверждающие мысль о существовании других космических систем кроме нашей Метагалактики. Выясняется связь идеи негеоцентризма с принципом неисчерпаемости материи. Обсуждается проблема формирования у человека особых негеоцентрических образов, отражающих объекты иной онтологической природы, и проблема существования негеоцентрических форм сознания.

Библ. 18 назв. Рез. эст., англ.

УДК 001.8

Стиль научного мышления Коперника. Микешина Л. А. «Уч. записки Тартуского гос. ун-та», 1975, вып. 360, стр. 60—72.

Стиль научного мышления понимается в статье как историческое единство философских принципов и методологических нормативов, главные из которых — представления ученого об объекте и субъекте познания, идеал (образец) научного метода и научной теории, образец языка науки.

Цель статьи — показать, что в научном мышлении Коперника сохраняются элементы античного и средневекового стилей, но главное — зарождается новый способ научного мышления. Важнейшими философскими и методологическими принципами для Коперника являются традиционный постулат кругообразности и равномерности движения, а также новый принцип относительности познания движения, из которого автор делает ряд гносеологических выводов. В понимании объекта исследования в целом Коперник продолжает традиции античной философии: познать объект — значит познать его форму. Принципиально новым является рассмотрение небесных тел как единой системы.

Представления Коперника о субъекте познания определяются тем, что он осознает включенность субъекта, условий наблюдения в результаты познания, в картину Вселенной, изменяющуюся с изменением положения наблюдателя. Другой важнейший момент — изменение представлений Коперника о месте человека во Вселенной, что является началом освобождения научного мышления от гео- и антропоцентризма.

Идеал научного метода для Коперника — единство наблюдений, опыта и математических методов; идеал научной теории — теория, соответствующая природе вещей.

Библ. 20 назв. Рез. эст., англ.