

Наконец 14 сентября экскурсанты прибыли в Батум для того, чтобы пароходом отправиться в Одессу. Планируя этот маршрут, А. П. Карпинский обратился в Русское товарищество пароходства с просьбой предоставить льготы для участников конгресса, путешествующих по Черному морю. Эта просьба была удовлетворена (в Архиве РАН имеется копия соответствующего документа) — экскурсантам предоставили скидку в размере 50 %. Плавание проходило на пароходе «Великая княгиня Ксения». Первую длительную остановку пароход сделал в Керчи, где в течение двух дней (16—17 сентября) геологи изучали известняки. Ночью 18 сентября «Ксения» пришла в Коктебель, а затем была остановка в Судаке. Пароход был встречен музыкой и татарскими песнями. На следующий день сопровождавший иностранных гостей профессор Н. И. Андрусов устроил на корабле конференцию о происхождении фауны Черного моря. 20 сентября ученые прибыли в Севастополь, откуда совершили сухопутные экскурсии в Бахчисарай и Херсонес. 24 сентября «Ксения» бросила якорь в Одессе. Участников VII Международного геологического конгресса встречали губернатор города, профессора университета, члены городского управления. На этом программа поездки по России в рамках конгресса была завершена, и Эрнст Геккель мог сказать: «Русское путешествие при всем напряжении и превратностях было очень интересным и поучительным» (цит. по [6, с. 198]). Из Одессы Геккель уехал в Киев, а оттуда в Варшаву и далее домой — в Йену.

В заключение хочется подчеркнуть, что путешествие Геккеля по России не было научной экспедицией в традиционном понимании, хотя такое представление и сложилось в литературе. Геккель осуществил поездку по России как участник VII Международного геологического конгресса по предусмотренной программе, пользуясь всеми соответствующими льготами и привилегиями.

#### Список литературы

1. ЦГИА г. Санкт-Петербурга, ф. 792, оп. 1, д. 6720.
2. Congres Geologique International. St. Peterburg, 1899.
3. Haeckel E. Biographie in Briefen. Leipzig; Jena; Berlin, 1983.
4. АРАН, ф. 347, оп. 3, д. 29.
5. Klemm P. Ernst Haeckel der Ketzer von Jena. Leipzig; Jena; Berlin, 1966.
6. Uschmann G. Ernst Haeckel Forscher, Künstler, Mensch. Leipzig; Jena, 1961.

#### А. В. КОЗЕНКО

### О ПЕРИОДИЗАЦИИ ИСТОРИИ АСТРОФИЗИКИ

Проблема периодизации развития культуры, в том числе науки, является сложнейшей многоаспектной компонентой исторического анализа. В настоящее время еще не выработаны общепризнанные критерии для построения периодизации истории развития науки. До сих пор предметом дискуссии остаются и само определение понятия «наука», и ее генезис. Не касаясь этих общеметодологических проблем, попытаемся обозначить временные границы становления и развития научного направления, возникшего на стыке двух наук — астрономии и физики. Историко-научное изучение астрофизических концепций, их оценка и критика попросту невозможны, если рассматривать их статически, без идейной связи с предшествующими концепциями и школами.

В то же время дать периодизацию истории развития конкретной науки невозможно без ее определения и разработки самих принципов периодизации. Пожалуй, наиболее общее определение, с которым согласно большинству современных исследователей, следующее: «Астрофизика — это наука, которая использует физику для объяснения астрономических явлений» [1, с. 7]. Но само это название науки утвердилось далеко не сразу. Сначала ее называли описательной астрономией. Так, А. Берри в 1898 г. писал: «Наблюдение играло столь же громадную роль в работах Гершеля, как и в трудах Брадлея, но цели, которые преследовали эти два ученых, различались между собой во многих отношениях. Брадлей интересовался главным образом точнейшим определением видимых положений неподвижных звезд на небесной сфере, а также положений и движений тел солнечной системы; первая половина задачи играла как бы вспомогательную роль по отношению ко второй. С другой стороны, Гершель, некоторые исследования которого, например относительно параллаксов неподвижных звезд и движений спутников Uranus, были вполне аналогичны брадлеевым, гораздо больше занимал-

ся вопросом о внешнем виде, взаимных отношениях и строении небесных тел самих по себе. Эту последнюю отрасль астрономии было бы весьма удобно обозначить названием описательной астрономии, хотя оно не вполне приложимо к исследованиям относительно физического устройства и химического состава небесных тел, каковые исследования часто помещаются под этот заголовок и играют важную роль в астрономии наших дней» [2, с. 302—303]. Но существует и более узкое понимание астрофизики как науки «о внешнем и внутреннем строении звезд» [3, с. 523]. Основным методом астрофизики полагается спектральный анализ.

Есть еще один аспект проблемы. Д. Я. Мартынов, например, считает, что «астрофизика, будучи разделом астрономии, является в то же время очень специфичной частью физики» [4, с. 13]. Это обстоятельство необходимо учитывать при выработке принципов периодизации истории астрофизики, теснейшим образом увязывая ее с основными этапами развития физики.

Астрофизика в своем развитии прошла путь, характерный для истории почти любой науки: от накопления фактических знаний до их обобщения. Однако было бы ошибочным рассматривать эти две стороны научного исследования как два этапа в развитии науки. Обе эти стороны неотделимы одна от другой, хотя, конечно, на начальном этапе преобладало накопление наблюдательных данных и постепенное увеличение их числа, а уже на более поздних — их теоретическое осмысление. И так как принцип периодизации должен отражать эти два аспекта, то предлагается его осуществлять как по методам и объектам исследования, так и по уровню теоретического обобщения — либо научно-исследовательской программы (по И. Лакатосу [5]), либо парадигмы (по Т. Куру [6]). Развитие физики шло параллельно с общим развитием науки и культуры, которое в свою очередь определялось развитием материального производства и общественных отношений, так как наука по своему существу — общественное явление. Астрофизика относится к естественным наукам, поэтому подобная зависимость не столь прямая. Известный английский историк науки Э. Хэллем в связи с этим пишет: «Вероятно, следует согласиться с тем, что нельзя пренебрегать влиянием *Zeitgeist* (духа времени, атмосферы времени) на развитие гуманитарных наук, однако в случае естественных наук это гораздо менее очевидно. Идеи, рождающиеся в этой сфере, развиваются, несомненно, в какой-то мере по собственным законам; они связаны с изучением явлений природы, которое вызывается чистой любознательностью, не отягощенной социально-политическими соображениями» [7, с. 191]. Здесь под «собственными законами» автор понимает законы развития физики [8]. Л. Б. Баженов, продолжая эту мысль, справедливо замечает: «Физика не на словах, а на деле становится той дисциплиной, на основе фундаментальных законов которой должны найти (и все в большей степени находят) конкретное научное объяснение — се другие явления природы. Причем физикализация других естественных наук не только не наносит ущерба их престижу, их самостоятельности, их значению, а наоборот, поднимает их с уровня во многом описательных дисциплин на действительно теоретический уровень. Физика не поглощает, не ассимилирует другие науки, а образует их объяснительный базис» [9, с. 89]. Действительно, астрофизика прошла в своем развитии путь от «описательной астрономии» до «специфичной части физики». Но это отнюдь не означает однозначности воздействия физики на астрономию, напротив, здесь имеют место сильнейшая взаимозависимость и взаимовлияние. Достаточно сказать, что система законов Ньютона, включая закон всемирного тяготения, составляющий основу классической физики, базировалась на данных астрономической науки. Можно привести ряд других примеров, относящихся к нашей теме. Так, с помощью спектрального анализа гелий был открыт на Солнце раньше, чем на Земле; поиски решения проблемы источников энергии звезд навели на мысль о возможности получения атомной энергии в лабораторных условиях; эксперименты, позволяющие судить о правильности физических теорий, проводятся с космическими лучами, имеющими частицы с такой энергией, которую невозможно воспроизвести в земных условиях; общая теория относительности была подтверждена астрофизическими наблюдениями. Но нет чисто астрономических или чисто астрофизических законов, а есть законы физики, в открытии или подтверждении которых астрофизика может сыграть свою роль. Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков в связи с этим писали, что «принципиальный вопрос заключается в том, не должны ли мы именно в астрофизике ожидать возникновения новых фундаментальных физических теорий и связанного с ним разрушения существующих взглядов и догм. Разумеется, в необычных астрофизических условиях, например, сверхбольших плотностей и температур, еще не исследованных земной физикой, могут проявляться новые, пока не известные законы природы. <...> Весьма вероятно, что и совокупность всех известных до настоящего времени астрономических явлений удастся объяснить, комбинируя известные законы физики, проявляющиеся в необычных условиях астрофизических объектов, причем однако, нет сомнения, что это комбинирование будет абсолютно нетривиальным» [10, с. 8].

Периодизацию истории астрофизики также нельзя проводить в отрыве от событий в развитии астрономии в целом. Проблемам научных революций в астрономии и этапам ее раз-

вятия посвящена многочисленная литература, в которой подчас высказываются прямо противоположные точки зрения. Не ставя перед собой задачи критически ее проанализировать и даже дать сколько-нибудь полный обзор, остановимся лишь на тех моментах, которые имеют непосредственное отношение к теме статьи.

Большинство исследователей считают коперниканскую революцию первой революцией в астрономии, которая привела к изменениям не только научного, но и мировоззренческого характера. Крупнейшими событиями в истории астрономии стали изобретение Галилеем телескопа и создание Ньютона концепции классической механики. По мнению В. Л. Гинзбурга, «содержание второй астрономической революции можно видеть в процессе превращения астрономии из оптической во всеволновую» [11, с. 105]. Первую астрономическую революцию он связывает с именем Галилея, начавшего использовать телескопы. По всей видимости, Гинзбург основывает свой подход на методах исследования Вселенной. Очевидно, вторую революцию в этом случае следует связать с возникновением радиоастрономии и началом космической эры. В этом мнении с В. Л. Гинзбургом солидаризируется И. С. Шкловский [12]. Что касается Зельдовича и Новикова, то они хотя и отдавали должное новым теоретическим концепциям в астрономии, сложившимся в 60—70-е гг., по их словам, в «период бури и настиска», все же пришли к выводу, что наблюдательные открытия в значительной мере связаны с новыми послевоенными методами исследований [10]. Ю. Н. Ефремов высказывает несколько иную точку зрения: революционные изменения произошли в последние десять—двадцать лет лишь в технике наблюдений, но не в нашем видении картины мира. По его мнению, в астрономии XX в. революция уже произошла. Так, он пишет: «В 1918—1929 гг. наше Солнце было сдвинуто из центра единственной всеохватывающей системы Млечного Пути на край одного из бесчисленных звездных островов в океане Вселенной, и эта Вселенная оказалась нестационарной, расширяющейся. Это ли не подлинная революция в нашей картине мира, это ли не переворот в представлениях о нашем месте во Вселенной! Второй этап революции в астрономии XX в. (или новая революция?) свершился в конце тридцатых—пятидесятых годов, когда с единой точки зрения была объяснена вся совокупность наших знаний о мире звезд и соотношениях между их характеристиками, когда эволюционная концепция пропитала насквозь все здание звездной астрономии и физики звезд» [13, с. 394].

В свете вышесказанного необходимо определить также основной предмет истории астрофизики как науки. Для историографии науки, конечно, важно знать взгляды, понимать астрофизические проблемы, которые содержатся в трудах видных деятелей данной области науки. Однако если эти взгляды не оказывают прямого влияния на общее развитие науки, не создают нового направления в ней, то они так и останутся мнениями отдельных ученых. Именно эти направления, выражющиеся в трудах ученых, и составляют предмет историографии науки.

Учитывая изменения в методах исследования и основных концептуальных представлениях астрофизики на фоне общего развития астрономии и физики, можно выделить четыре основных периода в ее истории: предыстория; начальный период, связанный с изучением спектров небесных тел и развитием астрофотометрии; становление классической практической и теоретической астрофизики; современный период. Естественно, что каждый качественно новый период в развитии науки зарождался в недрах предыдущего и поэтому определить его границы можно лишь условно. В редких случаях удается указать год наиболее значимого наблюдательного открытия или выхода в свет научного труда, содержащего фундаментальную концепцию, который можно считать началом следующего периода развития науки. Как правило, новое понимание складывается в результате многочисленных исследований разных авторов и проходит путь от новых наблюдательных возможностей и эмпирических открытий с их помощью до крупных теоретических обобщений на протяжении какого-то конечного интервала времени.

Начало первого периода следует отнести к рубежу XVII—XIX вв. В 1800 г. была опубликована работа В. Гершеля «Опыты по преломлению невидимых лучей Солнца», в которой содержалось описание открытия инфракрасных лучей. Гершель заметил, что термометр, помещаемый в различные участки солнечного спектра, показывает наибольшую температуру сразу же за красной границей видимого спектра. Это крупное открытие в физике и положило начало астрофизическим исследованиям. Не останавливаясь подробно на научной деятельности этого крупнейшего исследователя, по праву считающегося основоположником звездной астрономии, отметим некоторые его работы, которые можно отнести к астрофизическим. Гершель установил гравитационную природу связующей силы в случае 50 двойных звезд и твердую шкалу звездных величин (с точностью до 0.1 визуальной звездной величины), положив начало визуальной фотометрии звезд, обнаружил переменность блеска некоторых звезд, отметил различия в распределении энергии (максимум яркости) в спектрах звезд в зависимости от их цвета, что в дальнейшем легло в основу первых спектральных классификаций, разделил туманности на истинные (самосветящиеся вещества) и ложные (звездные скопления). Гершель значительно раздвинул «астрономические горизонты», обратив внимание научной

общественности на мир звезд и туманностей, привнес в астрономию идеи эволюции. Его по праву можно назвать предтечей астрофизики.

Наука начала формироваться. В 1802 г. У. Волластон впервые наблюдал темные линии в спектре Солнца; в 1809 г. Д. Ф. Араго обнаружил линейную поляризацию света небесных тел — Луны и комет, в 1811 г. он же открыл хроматическую поляризацию света, сконструировал полярископ, с помощью которого изучил поляризацию излучения солнечной короны. Араго установил, что свет, отраженный от лунных морей, поляризован больше, чем свет, отраженный от лунных материков. В 1833 г. им был построен фотометр для определения блеска звезд. Под его руководством И. Физо и Л. Фуко измерили скорость света и получили первые фотографии Солнца. Большое значение имело описание в 1814 г. И. Фраунгофером многочисленных линий поглощения в спектре Солнца, сравнение его с линейным спектром лабораторного источника. Это явилось первым шагом на пути к созданию метода спектрального анализа, когда в 1817 г. было произведено описание спектров ярких звезд и их подразделение на три спектральные группы. Была также изобретена дифракционная решетка, впоследствии нашедшая широкое применение в астрофизике. В 1839—1940 гг. Л. Дагер и Д. Дрэпер получили первую фотографию Луны, а в 1850 г. У. К. и Дж. Ф. Бонды — первый фотоснимок звезды (Веги).

Начальный период в развитии астрофизики связан с разработкой в 1859 г. Г. Р. Кирхгофом и Р. Бунзеном метода спектрального анализа. Уже с 1860 г. Дж. Б. Донати, У. Хеггинс, А. Секки и др. проводят спектроскопическое изучение звезд, а в 1861 г. И. К. Ф. Цельнер закладывает основы астрофотометрии. Астрофизические методы исследования стали широко применяться: в 1864 г. — первые спектральные наблюдения туманностей и комет; в 1868 — использование эффекта Доплера для оценки лучевой скорости звезды, установление подробной классификации звездных спектров; в 1872 — первая фотография спектра звезды. Были и попытки создания теоретических моделей: А. Риттер предложил теорию внутреннего строения Солнца, Ф. А. Бредихин — теорию кометных форм и т. п. Мы указали лишь некоторые открытия в области астрофизики, которые были сделаны в этот период.

Третий период — становление классической практической и теоретической астрофизики — тесно связан с произошедшей в начале XX в. революцией в области физики. И. С. Шкловский писал, что астрофизика как количественная наука могла возникнуть только на рубеже XIX—XX вв., когда появилось и стало бурно развиваться детище квантовой физики — теория излучения. Он связывал возникновение астрофизики с именем Карла Шварцшильда. «Этого выдающегося немецкого ученого с полным правом можно считать основоположником практической (он создал современную фотометрию) и теоретической астрофизики (он разработал теорию лучистого равновесия в звездных атмосферах, объяснил, как образуются фраунгоферовы линии в спектре Солнца). Шварцшильда можно даже считать основоположником современной релятивистской астрофизики (вспомним «сферу Шварцшильда») [14, с. 32—33]. Действительно, становление астрофизики как количественной науки можно связать с именем Шварцшильда: в 1901—1909 гг. он заложил основы фотографической астронометрии, эмпирически открыв основной закон почернения на фотографической пластинке; в 1906 г. построил модель звездной атмосферы. Что же касается релятивистской астрофизики, то здесь Шварцшильд скорее являлся предтечей. Да, он первым получил решение уравнений поля Эйнштейна, предсказал малые эффекты, наблюдения которых должны были подтвердить общую теорию относительности, но все же эта область науки в первой половине XX в. не получила заметного развития. Шкловский в этой связи писал: «Развитие релятивистской астрофизики стало возможным лишь после того, как началась вторая революция в астрономии и появились радиоастрономия и астрофизика высоких энергий — наблюдательная и экспериментальные направления астрономии» [14, с. 38]. Резонно отнести это уже к современному этапу развития астрофизики. К сожалению, Шварцшильд прожил короткую жизнь, но его деятельность была продолжена другими исследователями. Так, в становлении теоретической астрофизики большую роль сыграли Дж. Джинс и А. Эддингтон, привнесшие в нее аппарат теоретической физики как метод научного исследования небесных тел.

В начале XX в. был установлен принцип единства земной и космической физики. Джинс говорил: «Конечная цель астрофизики — слить космическую физику с земной, так чтобы получилась всеобъемлющая наука» [15, с. 6]. Третий период развития астрофизики ознаменовался многими открытиями. Появились разнообразные методы астрофизических наблюдений. Началось зарождение радиоастрономии. Была понята природа звезд — «самых главных», по выражению Шкловского, объектов Вселенной. Но, конечно, основным достижением явилось создание классических космологических моделей. Наблюдения Э. Хаббла разрешили старую проблему. Им было убедительно показано, что спиральные туманности — это колоссальные звездные системы, расположенные на огромных расстояниях от нашей Галактики.

ки. А после того как в 1929 г. Хаббл установил свое знаменитое соотношение для галактик скорость—расстояние, стало ясно, что мы живем в нестационарной расширяющейся Вселенной. Такая возможность теоретически была предсказана петербургским исследователем А. А. Фридманом еще в 1922 г. В 1948 г. Г. Гамов выдвинул гипотезу «горячего» происхождения Вселенной в результате «Большого взрыва».

Современный период развития астрофизики начался одновременно со второй революцией в астрономии, произошедшей в результате освоения космического пространства. Этот период характеризуется прежде всего тем, что астрофизика становится всеволновой; бурно развивается радиоастрономия и следует поток открытий первостепенной научной важности. В 1962 г. был открыт первый галактический источник рентгеновского излучения, в 1963 — квазары, в 1965 — реликтовое излучение, в 1967 — пульсары. Но этим не ограничиваются «революционные» события в астрофизике и в целом в астрономии, что и позволяет выделить отдельный период в истории этой науки. Шкловский подразделяет историю развития общей теории относительности (ОТО) на две части: до и после 1963 г. [12]. Действительно, в первой половине XX в. ОТО вносило лишь поправки ничтожно малой величины в некоторые наблюдаемые астрономические явления. Новые же открытия дали возможность релятивистской астрофизике обрасти прочный фундамент, например, ведутся поиски «черных дыр», природу которых невозможно понять без ОТО. Теоретическая астрофизика становится все более релятивистской. Но современный период характеризуется и еще более глубоким процессом. За последние два десятилетия произошла подлинная революция в физике элементарных частиц, связанная с созданием единых калибровочных теорий слабых, сильных и электромагнитных взаимодействий, начиная с теории 60-х гг. Глэшоу, Вайнберга и Салама вплоть до современных вариантов единой теории поля, включая гравитационное в рамках концепции супергравитации, суперструн и некоторых других. Но, как указывает А. Д. Линде [16, с. 5], никакое подлинное объединение невозможно без «анализа наиболее важного проявления этого объединения, которым служит существование Вселенной». Возникла квантовая космология. По сути дела в «инфляционной космологии» осуществляется синтез микро- и макрофизики. Стало возможным исследовать не только проблему, как устроен мир, но и почему он такой? Стало ясно, что даже малые вариации в физических параметрах или незначительные отклонения в физических законах могут привести к качественным изменениям свойств Вселенной. Скорее всего в другой Вселенной жизнь была бы невозможна. Жизнь — это не случайное явление и не «болезнь природы», как полагал Джинс (цит. по [17, с. 120]), а гораздо более загадочный процесс. Именно сейчас, в современный период развития астрофизики, вырабатывается новое понимание места Человека во Вселенной, принципиально отличное от предыдущего.

#### Список литературы

1. На переднем крае астрофизики: Сб. статей / Под ред. Ю. Эверетта. М., 1979.
2. Берри А. Краткая история астрономии. М.; Л., 1946.
3. Паннекук А. История астрономии. М., 1966.
4. Мартынов Д. Я. Курс практической астрофизики. М., 1967.
5. Лакатос И. История науки и ее рациональные реконструкции // Структура и развитие науки / Под ред. Б. С. Грязнова, В. Н. Садовского. М., 1978. С. 203—269.
6. Кун Т. Структура научных революций. М., 1977.
7. Хэллем Э. Великие геологические споры. М., 1985.
8. Баженов Л. Б., Евтихьев Н. Н., Капланов Р. М., Лысманкин Е. Н. Фундаментальные и прикладные исследования — стратегия естественнонаучного поиска // Вопр. философии. 1980. № 8. С. 97—106.
9. Баженов Л. Б. Редукционизм в научном познании // Природа. 1987. № 9. С. 85—91.
10. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Теория тяготения и эволюция звезд. М., 1971.
11. Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике. М., 1974.
12. Шкловский И. С. Звезды, их рождение, жизнь и смерть. М., 1975.
13. Ефремов Ю. Н. Развитие эволюционных представлений о звездной астрономии // Происхождение и эволюция галактики и звезд / Под ред. С. Б. Пикельнера. М., 1976.
14. Шкловский И. С. Размышления об Эддингтоне // Земля и Вселенная. 1983. № 5. С. 32—39.
15. Джинс Дж. Вселенная вокруг нас. М.; Л., 1932.
16. Линде А. Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. М., 1990.
17. Козенко А. В. Джеймс Хопвуд Джинс. М., 1985.