

Ю.Н.Ефремов

Молчание Вселенной как вызов научному знанию

Земля и Вселенная, №1, 2003, с. 28-37

Идея о множественности обитаемых миров зародилась еще в древнегреческой философии. Время от времени она становилась даже темой глубоких мировоззренческих дискуссий. Неудача поисков сигналов от внеземных цивилизаций тревожит; она может означать, что мы не так уж далеко ушли по дороге познания Вселенной.

В конце прошлого века, в основном благодаря книгам К.Фламариона и "каналам" на Марсе, убежденность в том, что братья по разуму находятся неподалеку была широко распространена и появились первые реальные проекты установления связи с ними. Как обнаружил недавно Л.М.Гиндилис, российский ученый финского происхождения Э.Неовиус в 1876 г. опубликовал в Гельсингфорсе (Хельсинки) книгу "Величайшая задача нашего времени", в которой предлагался совершенно конкретный и реальный проект связи с обитателями планет Солнечной системы с помощью световых сигналов. Неовиус не только показал техническую возможность осуществления такой связи, но и рассмотрел семантические проблемы контакта. Он построил язык для космической связи на принципах математической логики, опередив в этом отношении язык "Линкос" Ройденталя на несколько десятилетий. Неовиус рассмотрел и экономические аспекты проекта и, ясно сознавая, что затраты на его осуществление не под силу одной стране, предложил международное сотрудничество в этой области. Однако работа Неовиуса осталась незамеченной. Он на столетие опередил свое время.

Считается, что современная научная постановка проблемы связи с внеземными цивилизациями (ВЦ) относится к 1959 г., когда в журнале "Nature" была опубликована статья Дж.Коккони и Ф.Моррисона, в которой они проанализировали возможности радиосвязи с обитателями ближайших звезд. Они показали, что используя близкую к нашей технику связи, уже при наших современных средствах мы способны обнаружить Их сигналы. Это стимулировало начало работ по поиску сигналов ВЦ.

Первые эксперименты по поиску сигналов ВЦ были проведены Ф.Дрейком в 1960 г. на Национальной радиоастрономической обсерватории США в Грин Бэнк. С тех пор в различных странах проведены десятки экспериментов в различных диапазонах электромагнитных волн, разрабатывались различные стратегии и методики поиска. Наблюдения продолжают по сей день – и результата нет.

Точнее говоря, один единственный раз в ходе этих поисков был зарегистрирован сигнал, искусственное внеземное происхождение которого не может быть отвергнуто.

15 августа 1976 г. на радиоастрономической обсерватории университета штата Огайо был зарегистрирован на длине волны 21 см узкополосный

короткий сигнал такой силы, что на регистрирующей ленте его положение было отмечено словом "wow" – ого! Никогда больше ничего подобного не наблюдалось, в том числе и при наведении радиотелескопа на координаты этого источника. Вероятность земного происхождения такого сигнала весьма невелика, а недавно была отвергнута и еще одна возможность – усиление стационарного слабого сигнала в результате прохождения сигнала через неоднородности межзвездной среды. Наблюдения на VLA показали, что на месте сигнала "wow" в пределах ошибок координат (это сравнительно недалеко от направления на центр Галактики) есть лишь два весьма слабых радиоисточника с вполне обычными характеристиками, которые не могли быть кратковременно усилены до такой степени. Ничего необычного, помимо плотного звездного фона Млечного Пути, не видно на этом месте и в оптическом диапазоне. Впрочем, внегалактические объекты скрыты поглощением света.

Остаются безуспешными и поиски сигналов в других диапазонах спектра электромагнитных излучений. Оптический и рентгеновский диапазоны имеют то преимущество, что темп передачи информации в них намного выше, чем в радио. А.Д.Сахаров в 1971 г. и Эллиот в 1973 г. предложили использовать ядерный взрыв для получения мощной оптической и рентгеновской вспышки. По мысли А.Д.Сахарова, устройство взрывается за пределами планетной системы. Энергия взрыва трансформируется в короткий световой импульс, который можно обнаружить на расстоянии ближайших звезд.

А.Фабиан отметил в 1977 г., что модуляцию рентгеновского потока от звезд можно получить преобразованием массы в энергию с к.п.д. 10%. Можно, например, бросать астероид на нейтронную звезду. Через 20 лет Р.Корбет предположил, что рентгеновские двойные звезды могут служить маяками ВЦ. Их мало, они яркие, высокоэнергичное рентгеновское излучение не поглощается в межзвездной среде (в отличие от оптического) и не диспергируется (в отличие от радиоизлучения). Эти объекты интересны, они активно наблюдаются.

В 1998 г. В.А.Лефевр и Ю.Н.Ефремов даже указали возможный пример искусственной модуляции рентгеновского потока у одной из таких звезд – объекта, известного как Быстрый барстер. Он находится в шаровом скоплении Liller 1 в направлении центра Галактики. Однако колебания рентгеновского потока от этого объекта поддаются и естественному объяснению.

Итак, поиски сигналов искусственного происхождения или каких либо других признаков существования космического разума не привели к успеху. Единственный достоверный факт в проблеме SETI (searches for the extraterrestrial civilisations) – это факт нашего собственного существования. Это простой факт, но огромного значения, подобно тому как величайший секрет атомной бомбы состоял просто в том, что ее МОЖНО сделать. Наше существование доказывает, что разум МОЖЕТ существовать во Вселенной! Тем не менее почти столь же достоверен факт отсутствия внеземного разума, а точнее, находящихся внутри нашего горизонта познания признаков его существования. Предложено около 20 различных объяснений этого факта, придумать новое наверно невозможно, но в любом случае из него одного следуют важные выводы о судьбах человеческой цивилизации и степени нашей способности объяснить мироздание. Конечно, мы ведем поиски лишь около 40 лет и в крайне ограниченном диапазоне частот и направлений, но ведь вполне могло бы быть так, что первые же радиотелескопы обнаружили бы множество идущих со всех сторон сигналов.

Ведь наша цивилизация уже лет 40 назад сделала Землю третьим по мощности радиоисточником в Солнечной системе.

Обнаружение планетных систем вокруг других звезд (более 80 на конец 2001 г.) подкрепляет уверенность теоретиков в том, что не менее 30% звезд имеют планеты; острота обсуждаемой проблемы резко возрастает.

Хорошо известно, что из отсутствия сигналов или признаков деятельности внеземного Разума и допущения (иногда неявного) что Разум везде должен развиваться подобно нам и с нашими современными темпами был сделан вывод о том, что наша цивилизация либо единственная во Вселенной, либо же все они гибнут не позднее, чем достигают нашего современного уровня. К середине 70-ых годов на такие позиции перешел и основоположник исследований этой проблемы в СССР И.С.Шкловский.

Появление жизни и разума лишь на одной из сотен миллиардов планет нашей Галактики справедливо считается почти невероятным, тем более что большинство звезд старше Солнца на миллиарды лет.

Если это так, то первый из трех важнейших аспектов проблемы молчания Космоса – будущее нашей цивилизации и возможность экстраполяции нашей судьбы на другие цивилизации.

Эволюция жизни на Земле несколько раз прерывалась вследствие вмешательства космических сил, вследствие которых многие или большинство видов погибало. Последний раз массовое вымирание видов произошло около 65 млн. лет назад: его приписывают падению достаточно массивного астероида. Ныне мы уже способны обнаруживать астероиды достаточно далеко от Земли и можем заблаговременно попытаться отклонить его с опасной орбиты, если масса его не слишком велика. Любопытно, что средства спасения цивилизации от данной опасности те же самые, что были разработаны для войны, способной ее уничтожить. Так или иначе, опыт Земли показывает, что промежутки между глобальными катастрофами достаточно велики для того, чтобы цивилизация успела стать достаточно могущественной, чтобы их пережить или предотвратить.

Взрывы близких сверхновых или даже далеких гамма-всплесков неотвратимы и губительны, но достаточно редки, как опять же свидетельствует история Земли. Считается, что в любую минуту может вспыхнуть как гиперновая, сопровождаемая всплеском гамма-излучения, массивный сверхгигант. Эта Киля в 2 кпс от нас, но судя по форме ее оболочки, в диаграмму направленности ее гамма-излучения Солнечная система не попадет.

Внутренние причины, воздействующие именно на цивилизованное общество представляются более вероятными механизмами гибели. Тотальная ядерная война снова становится сейчас одной из возможностей, как следствие вышедшего из под контроля развития событий, первоначально спровоцированных религиозными фанатиками. Эпидемию СПИДа или оспы или новых мутантных микроорганизмов нельзя исключить, хотя более вероятной, как и в случае тотальной войны, будет лишь задержка развития, а не гибель цивилизации. Человечество неоднократно переживало эпидемии чумы, не имея никаких средств защиты.

Другое дело – причины, так сказать, нематериальные. На Земле известно несколько погибших, некогда высокоразвитых цивилизаций; те, корни

которых теряются в прошлом (например, Китай) очень немногочисленны. Поскольку истоки современной науки находятся в античном обществе, наибольший интерес представляют причины гибели античной цивилизации, которая, однако, сумела возродиться в Европе в XIV – XVII веках и породила современную науку. Каковы были причины? Чума 188 г. способствовала упадку Римской империи, но не была его причиной, как вероятно, и нашествие варваров или отравление свинцом из водопроводных труб и сосудов или непроизводительность рабского труда. Какое-то изменение настроения общества, системы его ценностей привело к упадку. Александрийская библиотека была разгромлена в IV веке христианскими фанатиками, а в VIII веке дело завершили фанатики мусульманские. Афинская академия была закрыта в VI веке, но упадок греческой науки и философии начался намного раньше, без ярко выраженных внешних причин. Понадобилось полтора тысячелетия, прежде чем Европейская астрономия достигла уровня древнегреческой.

Спрашивается, стало бы Возрождение возможно, если бы арабы не поддерживали уровень, достигнутый в астрономии Гиппархом и Птолемеем – в те годы, когда христианская церковь устами Козьмы Индиклопова учила, что Земля имеет форму чемодана? Правда, однако, и то, что почти все сохранившееся в Европе от античной цивилизации, сохранилось внутри церковных структур. Было ли Возрождение закономерным явлением? Обсуждение этих вопросов увело бы нас слишком далеко от темы, но именно к столь общим и важным проблемам подводит нас обсуждение причин молчания Космоса. Это действительно проблема, охватывающая и научное и гуманитарное знание, если не всю культуру вообще.

Она актуальна еще и потому, что в последние годы наблюдаются явные признаки падения интереса к науке во всем мире. Надо ли говорить, что в нашей стране этот процесс принял крайние формы и получил государственную поддержку. Многие институты состоят уже в основном из пенсионеров. Пропагандируется лженаука всех видов. Перешли в наступление воинствующие клерикалы и у них на поводу идут даже крупнейшие деятели науки и просвещения, ратующие за введение теологии в светские вузы, объясняющие населению, что наука пришла к признанию Высшего разума. Президент Папской академии наук, известный космолог Ж. Леметр разъяснил неверность этого мнения с позиций как науки, так и теологии еще более 60 лет назад. В учебниках "креационистского естествознания" детям сообщают, что звезд, расположенных дальше 6000 световых лет быть не может, поскольку они были бы старше возраста мира. Эти учебники рекомендованы Московской патриархией. Телевидение, самый результативный канал влияния на мнение обывателя, систематически пропагандирует паранауку и антинауку. Ни Академия наук (кроме Отделения истории), ни Московский университет (кроме исторического факультета) до сих пор не выразили своего отношения к бредовым построениям акад. проф. Фоменко, основанным на подтасовке исходных данных и подрывающих у населения веру в науку вообще.

Если мы будем пассивны в борьбе с псевдонаукой, которую поддерживают некоторые министры и члены Госдумы, она сменит в России подлинную науку. Впрочем, если нынешнее положение дел сохранится, через десять лет наука исчезнет естественным путем – средний возраст докторов наук в стране составляет сейчас 60 лет, а академиков – 70 лет. Видя, что оклад профессора уступает окладу дворника, молодежь уходит из науки или из страны к 25–30 годам и в распределении наших ученых по возрастам

– глубокий минимум у 40 – 50 лет. Он менее заметен в ВУЗах, но вопиет о себе в системе РАН.

Утрата интереса к исследованию нового должна привести не только к невозможности развития новых технологий – которые могли бы спасти наших потомков от вызовов будущего – но, рано или поздно, и к утрате способности поддерживать и воспроизводить уже существующую технологию и медицину, что для нынешней городской цивилизации означает ее неизбежную гибель. Суждено ли такое развитие каждой цивилизации, после того, как она достигнет примерно нашего уровня? Во всяком случае, наш пример позволяет считать, что, скорее всего, именно утрата интереса к науке может быть причиной неизбежной гибели цивилизаций.

Допустим, однако, что некоторым из них удастся пройти невредимой сквозь критическую стадию развития, на которой находится ныне наша Земля. Поскольку возраст многих звезд на миллиарды лет больше возраста Солнца, могут существовать и цивилизации, старше земной на миллиарды лет. Даже одна такая цивилизация давно могла бы освоить всю Галактику и мы вновь приходим к загадке молчания Космоса. Но способны ли мы понять разум, обогнавший нас хотя бы на тысячу лет? Мы ловим радиосигналы из космоса лишь в течение 40 лет, но уже работают детекторы нейтринного излучения, вступают в строй приемники гравитационного излучения.

Невозможно вообразить, чем мы будем располагать через сто лет, не то, что через тысячу. А через пять миллиардов?

Таким образом, молчание космоса ставит перед нами вторую принципиальную проблему – пределов земного знания. Невозможность выделения изолированных кварков, успехи на пути создания единой теории физических взаимодействий, создание процессоров, основанных на одной молекуле двуокиси кремния – на трех атомах! – позволяет подозревать, что мы уже близки ко дну океана мироздания. Однако очередная революция, свершающаяся ныне в космологии скорее свидетельствует о том, что с вершины каждого пика, взятого наукой, мы и впредь будем видеть вершину следующего, еще более высокого. В пользу такой точки зрения говорит и старый вывод Г.М.Идлеса о том, что в силу теоремы Геделя, решение каждой нетривиальной научной задачи приводит к появлению не менее чем двух новых проблем. Это может быть решением проблемы, поднятой В.М.Липуновым – разум никогда не исчерпает свою миссию познания мира, так что и в "научно постигаемом Боге" нет необходимости.

Тогда возможности более старших цивилизаций нам трудно и вообразить. Они могут управлять движением звезд (как об этом давно уже говорил Н.С.Кардашев), творить новые галактики и даже новые вселенные... Почему бы и нет, если и в рамках современной физики можно уже сказать, какова должна быть энергия столкновения двух элементарных частиц, чтобы результирующая черная дыра начала расширяться в другое пространство как новая вселенная...

Тогда можно полагать, что многие и многие явления, которые мы считаем естественными, на самом деле могут быть результатом – или отходами – деятельности сверхмогучих старых цивилизаций. Трудно сказать, где именно находится сейчас постоянно отодвигаемый горизонт познания. Если бы в 1895 году мы увидели на Луне ядерный взрыв, даже лучшие умы человечества не сумели бы объяснить его иначе, чем извержением

вулкана или падением метеорита. Таинственные сверхэнергичные всплески гамма-излучения из далеких галактик наблюдаются уже более тридцати лет, существуют десятки объясняющих их теорий – слишком много. А что, если это отголоски далеких звездных войн?...

После исчерпания всех вероятных возможностей остается рассмотреть неправдоподобные. Надо искать не сигналы, а "космическое чудо", какие-то структуры или явления, которые могут быть результатом или побочным продуктом деятельности ВЦ. Об этом очень интересно писал С.Лем, споря со Шкловским. В провидческой книге "Сумма технологии", изданной еще в 1968 г., С.Лем подробно обсуждает возможность небелковых форм жизни. Хорошо известен и роман замечательного астрофизика Ф.Хойла (скончавшегося 22 августа 2001 г.) "Черное облако", в котором описывается взаимодействие с обитателями Земли разумного плазменно-пылевого облака.

Понятно, что для таких носителей интеллекта планеты не нужны, и тогда долгожданное открытие других планетных систем не столь уж важно для обсуждаемой здесь проблемы.

Наиболее далеко идущей в этой плане является выдвинутая в 1999 г. гипотеза В.А.Лефевра, известного русско-американского психолога и давнего любителя астрономии.

Он отмечает наличие глубокой аналогии между характеристиками черных дыр и человеческой психической деятельности, в частности жесткую разгороженность внутреннего и внешнего миров для обоих феноменов. Черные дыры, согласно идее Лефевра, могут быть носителями информации или даже психики, и единственный возможный путь размножения для них – содействовать возникновению массивных звезд, имеющих превратиться в новые черные дыры. Для нас это должно конечно выглядеть естественным процессом.

Конечно, принцип "презумпции естественности" повелевает до последней крайности искать естественное объяснение. Другими словами, на пути редкого случайного сочетания событий и структур можно объяснить практически все. Но надо держать глаза открытыми.

Странная группа дугообразных звездных комплексов наблюдается именно в той области БМО, где находится единственный в этой галактике источник повторяющихся вспышек мягкого гамма-излучения и концентрируются рентгеновские двойные звезды. И.С.Шкловский упоминал о той возможности, что необычные конфигурации, такие как концентрические окружности, могут быть признаками деятельности другого разума. В.А.Лефевр считает возможным, что гигантские звездные дуги могут быть искусственными образованиями, – по какой-то причине их создателям понадобилось инициировать добавочное образование массивных звезд, прогениторов черных дыр, которые хранят гигантский объем информации или даже сами являются носителями разума (См. Земля и Вселенная #5, 2000). Это звучит, конечно, как запредельная фантастика, но давние высказывания Г.М.Идлиса и Н.С.Кардашева о том, что, родившись в нашей Вселенной, древние носители разума могли давно уже ускользнуть в другую вселенную, по сути дела столь же экстраординарны.

Впрочем, по этому пути далеко прошел еще К.Э.Циолковский, который считал возможным, что разум ответственен за все вокруг. Возможность творения вселенных и нашей в частности, как говорит американский космолог Е.Гаррисон, может объяснить подгонку параметров

нашей Вселенной к возможности нашего существования – вселенная следующего поколения создается нашими предшественниками именно с такими параметрами, так что имеет место своего рода естественный отбор вселенных. С.Лем говорит даже о возможности творения законов физики. Проблема существования внеземного разума плавно переходит в область научной фантастики, расплывается и исчезает...

Однако если вовремя остановиться, остается предмет для серьезной научной дискуссии.

Б.Н.Пановкин настойчиво говорил о трудностях, которые наверняка возникнут в понимании Послания даже от цивилизации, близкой к нашей по своему развитию, просто в силу того, что "категориальный каркас выделения и формирования материальных объектов познания... определяется системой специфически "человеческого" восприятия действительности". Возможно, что в наше время он высказывался бы более определенно. И это – третья глубочайшая проблема, к которой нас подводят размышления о причинах молчания Космоса.

По сути дела, речь идет о достоверности и однозначности результатов человеческого искания истины. Именно здесь проходит сейчас фронт борьбы с модными течениями философии постмодернизма, утверждающими, что объективной истины не существует, что результаты науки и псевдонауки суть равноправные "наборы текстов". Приходится сказать, что науке снова приходится бороться с философской позицией, которая кажется начинает занимать господствующие позиции в нашей приспособленческой философии и уже достает нас с другого бока, чем это было во времена диамата.. О субъективности научного знания говорит целое течение в современном науковедении, "социология науки", которое делает свои выводы, изучая поведение и высказывания ученых, не понимая смысла полученных ими результатов и их обязательности. Они не осознают неотвратимого действия общечеловеческой практики, как критерия истины, они просто плохо знакомы с физикой, думая, что новое научное достижение отменяет прошлое знание.

Возможно, что Б.Н.Пановкин опирался на известное высказывание Н.Бора о том, что раньше было принято считать, что физика описывала Вселенную, а теперь мы знаем, что физика описывает лишь то, что мы можем сказать о Вселенной. Близких убеждений придерживался и А.Эддингтон. Однако разве уже тот факт, что мы здесь на Земле способны воспроизвести ядерные реакции, которые обеспечивают энергией звезды, не доказывает, что мы однозначно и все более полно описываем нашу Вселенную?

Наша система понятий развивается адекватно нашему проникновению вглубь макро и микромира, общего для всех субъектов нашей Вселенной. Дело в том, что и мы и наше сознание – как и ОНИ – дети нашей Вселенной. Макс Планк говорил: "...я понял тот далеко не очевидный факт, что законы человеческого мышления совпадают с законами, управляющими последовательностями впечатлений, которые мы получаем от окружающего мира. И поэтому мышление позволяет человеку проникнуть внутрь этого мира. Первостепенную роль при этом играет то, что внешний мир является чем-то не зависящим от человека, чем-то абсолютным..."

Не все философы науки поддались модным веяниям. Эволюционная теория познания утверждает, что "Субъективные структуры познания подходят к миру, поскольку они сформировались в ходе эволюции путем приспособления к этому реальному миру... они совпадают с реальными структурами,

поскольку только такое совпадение сделало возможным выживание" (Г.Фоллмер). В любом случае общеобязательными являются законы нашей логики. Субъекты, которые не следовали ее законам, не стали разумными ни на Земле, ни где бы то ни было во Вселенной, – и тем самым не представляют для нас интереса.

Не соглашаясь с Б.Н.Пановкиным и неокантианцами в вопросе о том, универсальна ли система научных понятий для всех субъектов Вселенной, отметим, что он был безусловно прав, говоря о том, что даже в благоприятных условиях для осуществления информационного взаимопонимания необходимо ведение многостадийной "встречной рефлексивной игры". Теорию таких игр развивал В.А.Лефевр и рассказывал о ней в 70-ых годах на семинарах по проблеме SETI в ГАИШе. Затем она была успешно применена Дж. Соросом – и на завершающих этапах "холодной войны". Это указывает на универсальность рефлексивного подхода...

Обсудим в заключение вопрос о том, есть ли все же надежда в предвидимом будущем обнаружить сигнал, с которым можно начать такую игру. Он, как следует из вышеизложенного, должен придти от цивилизации, сравнительно ненамного опередившей нашу и имеющей близкую к нам технологию. Однако, судя по нашему опыту, характерное время смены технологий составляет лишь десятки лет, так что вероятность существования такой цивилизации достаточно близко от нас очень мала. Более того, наш опыт опять же показывает, что такие цивилизации отнюдь не занимаются альтруистическим изотропным распространением своих политических и научных знаний. Две-три попытки излучения направленных сигналов конечно не в счет.

Так что же, не в наших силах обнаружить существование братьев по разуму? Некоторая надежда все же существует. Пространство вплоть до ближайших звезд мы наверно – если не погибнет наука – сумеем освоить через сотню-другую лет и весьма вероятно, что узконаправленные радиосигналы будут средством передачи информации.

Где искать такого рода цивилизации? В звездных скоплениях расстояния между звездами составляет световые недели, а возраст звезд почти одинаков. Находящиеся близ таких звезд цивилизации могут развиваться синхронно еще и потому, что могут достаточно оперативно обмениваться значимой информацией. Допустим теперь, что мы можем случайно оказаться на продолжении радиолуча, а мощность сигнала была превышена тамошними инженерами или же рассчитана на возможность приема звездолетами этих цивилизаций далеко за пределами скопления – тогда, направив на такое скопление радиотелескоп, мы можем надеяться подслушать чужой разговор... Особенно если возраст скопления близок к возрасту Солнца.

Так или иначе, скорее всего другой Разум будет обнаружен в процессе обычных астрономических наблюдений. Они развиваются небывальными темпами. Пришло то время, о котором Л.А.Арцимович писал в 1973 г. в статье (в журнале "Природа") под названием "Будущее принадлежит астрофизике". Энергии самых мощных из мыслимых ускорителей не хватает на много порядков, чтобы разогнать элементарные частицы до энергий, необходимых для проверки современных физических теорий. Эти энергии наблюдаются в астрофизических процессах и вместо ускорителей сейчас строятся гигантские телескопы. Астрономия снова становится лидером естествознания.

Из Введения к 4-му изданию книги

Ю.Н.Ефремов **«В глубины Вселенной»**

М. 2003, изд. УРСС, в печати

В гостях у астрономов

Полночных солнц к себе нас манят светы,
В колодцах труб пыливый тонет взгляд,
Алмазный бег вселенные стремят;
Системы звезд, туманности, планеты...

Максимилиан Волошин

Наблюдения у телескопа, даже в наилучших условиях, утомительны.
В худшем случае может быть холодно и тоскливо.

Аллан Сендидж

Интеллектуальные орудия, без которых было бы
невозможно развитие современной техники,
пришли в основном от наблюдения звезд.

Альберт Эйнштейн

Зигзаги горной тропы приводят к небольшим, окованным железом воротам, перекрывающим проход между скальных стен. За ними Чуфут-Кале, развалины укрепленного города, основанного задолго до прихода в Крым татар. Жизнь теплилась в нем еще в конце XIX века. Узкие улочки среди нагромождения камней, бывших когда-то домами, прохлада пещерных подвалов, зной каменной пустыни... И только врезанные в известняк глубокие колеи, просверленные колесами телег, напоминают о многих веках отшумевшей жизни. С обрыва открывается вид на соседние плосковершинные горы, на уходящие к востоку холмы, за которыми тянется волнистая синяя гряда Яйлы, начинаясь с трапедии Чатырдага.

Туда, за холмы, шагают от Бахчисарая столбы высоковольтной линии. Спустимся с плато и пойдем вдоль нее. Для этого придется пройти две стены, отсекающие скальный полуостров. Древняя дорога, выходящая из ворот второй стены, уходит по рву налево и спускается вниз. Вначале и на ней заметны колеи, протертые веками, но вскоре дорога превращается в заросшую горную тропу, каких много в Крыму. По виноградникам и сосновым посадкам дорога поднимается затем на плоскую вспаханную вершину Сель-Бухры. Далеко справа, под обрывистой макушкой Тепе-Кермена, зияют отверстия пещер. Кто вырыл их, когда?.. И вдруг за ложбиной, на длинном холме встают

белые и серебряные купола. Это Крымская астрофизическая обсерватория. Рядом приютилась наблюдательная станция московского Гос. Астрономического института имени Штернберга (ГАИШ), входящего в состав Московского Университета. Четыре крупных телескопа и более десятка малых каждую ясную ночь поднимают свои трубы вверх. Астрономы, инженеры и их семьи населяют целый поселок, и жизнь всех его обитателей так или иначе связана с небом.

Астронома-наблюдателя легко узнать — выходя на улицу, он непременно поднимает голову вверх: будет небо или нет? Как для моряка и для летчика, разговор о погоде для астронома — отнюдь не средство поддержать угасающую беседу, от погоды зависит его работа. И вот сегодня вечером ясно, на башне ЗТШ — -зеркального телескопа имени Шайна=(рис.2), с диаметром зеркала в 2,6 м, горит зеленый огонек. Медленно раздвигаются створки люков, поворачиваются купола. Войдем в одну из небольших башен. В тусклом свете красного фонаря блестит труба телескопа, мерно стучит секундный контроль. Это ирокоугольный астрограф, — в сущности, гигантский фотоаппарат, точно следующий суточному вращению неба. За сорок минут экспозиции на пластинке размером 30×30 см фиксируется от 20000 до 300000 звезд до 17-й величины.

Звезды живут, меняется их блеск и положение на небе, и эти пластинки дают нам возможность определить движения и расстояния звезд, следить за их блеском, фиксировать взрывы звезд и ядер галактик.

В соседней башне на небольшом рефлекторе ведутся фотоэлектрические наблюдения блеска звезд. Ток с фотоумножителя, рожденный светом звезды, поступает на самописец или счетчик фотонов, и в результате с точностью, намного превышающей возможности фотографии, фиксируется приходящее на Землю излучение звезды в разных участках спектра. Одновременно можно измерить лишь одну звезду, но без точного определения блеска звезд невозможно определение расстояний, светимостей, масс и радиусов, невозможно полноценное использование фотопластинок, которые калибруются с помощью фотоэлектрических измерений блеска. Большие телескопы служат преимущественно для спектральных наблюдений. Темная полоска изображения спектра на фотоэмульсии может сказать нам о температуре звезды и ее светимости, о химическом составе и движениях газа в атмосфере, о вращении и магнитном поле звезды, сообщить, с какой скоростью звезда или галактика движется вдоль луча зрения.

Если секундный контроль работает хорошо, наблюдатель может позволить себе оторваться от окуляра и полюбоваться звездным небом. Темнота, мерцающая россыпь звезд, тлеющая светлая дымка Млечного Пути... Таинственные древние имена - Вега, Денеб, Альтаир... Темная полоса облаков межзвездной пыли рассекает надвое Млечный Путь, начинаясь от Лебеда и уходя вниз к сияющему низко на юге Стрельцу. Там загадочный центр Галактики, ее ядро. Силуэт Чатырдага чуть вырисовывается на востоке. Из соседних башен, зияющих чернотой открытых люков, доносится жужжание моторов.

Временами слышен мощный гул — поворачивается многотонный купол башни ЗТШ, переходящего на новый объект. Эти звуки лишь подчеркивают тишину и спокойствие ночи...

* * *

А теперь пора признаться — предыдущие строки были написаны 30 лет назад. Отошла к Украине Крымская астрофизическая обсерватория, но станция ГАИШ по-прежнему наша. Закончились запасы фотопластинок, но продолжают фотометрические и спектральные исследования звезд. Эра фотографии закончилась и во всем мире, она продолжалась около ста лет. Астрономические фотопластины еще выпускаются, но стоят они на вес золота — спроса на них почти нет. Светоприемники с зарядовой связью (CCD-камеры), сменили фотоэмульсию не только в спектрографах, но и при фотометрии больших участков неба. Правда, при этом приходится использовать мозаику из многих CCD, ибо площадь светочувствительной поверхности каждой из них — всего лишь несколько квадратных сантиметров. Эти камеры близки к идеалу, их квантовый выход достигает 90% (сравнительно с немногими процентами у фотоэмульсии) — т.е. энергия 90% падающих на поверхность светоприемника фотонов преобразуется в электрический заряд, который к тому же накапливается и возрастает при этом линейным образом с числом фотонов; и к этому же эти светоприемники чувствительны ко всем длинам волн.

Радикально изменились методы астрономии, но по-прежнему астрономы, занимающиеся наблюдениями звезд, делятся на астрометристов, фотометристов и спектроскопистов. Первые занимаются прежде всего положением звезды и ее движением в картинной плоскости, вторые — блеском звезды, как общим, так и в отдельных участках спектра, третьи же — деталями спектра, линиями в нем. Не стоит спорить о том, что важнее. На этих трех китах стоит все здание звездной астрономии, и без любого из них оно рухнуло бы.

В последнее время специализация астрономов по применяемым методам уменьшилась (особняком еще стоит радиоастрономия), но, пожалуй, возросла по предмету исследования. Астрофизик, детально исследующий индивидуальные звезды, с трудом понимает тех, кто занимается целыми галактиками. А скопления галактик составляют уже предмет, переходный между собственно астрономией и космологией, которая на базе астрономических данных и физической теории пытается понять всю Вселенную. Эта не только теория относительности, но теперь также и теория элементарных частиц и физических взаимодействий, дальнейшее развитие которой теперь невозможно без данных, добываемых астрономией на самой границе наблюдаемой Вселенной. Как и предвидел Блез Паскаль еще в XVII веке, исследования Природы на предельно малых и предельно больших масштабах оказались единой задачей!

Понимание природы, происхождения и источников энергии звезд явилось крупнейшим достижением астрономии XX века. Масштабнее его было только доказательство того, что наша Галактика — система Млечного Пути — не всеобъемлющая единственная звездная система (тождественная в сущности всей Вселенной — как многие думали еще в 20-ых годах), а одна из бесчисленных галактик в расширяющейся Вселенной. Но в отличие от космологической проблемы природы и происхождения Вселенной и тесно связанной проблемы происхождения

галактик, есть основания думать, что наше понимание звезд является окончательным. Последние сомнения развеялись летом 2001 г., когда были наконец зафиксированы «в полном комплекте» все виды нейтрино, рождающихся в недрах Солнца при термоядерных реакциях, источниках энергии звезд.

Уверенность в этом была главным мотивом отрицания выводов некоторых астрономов о нестабильности и следовательно молодости скоплений галактик. Старейшие звезды в этих галактиках, согласно теории звездной эволюции, имеют возраст намного больше, чем получался для скоплений галактик на основании высоких скоростей движения галактик в них и отсюда делался вывод, что эта теория ошибочна. Однако скорости галактик можно было совместить с устойчивостью скоплений в предположении, что масса галактик намного больше той, которая заключена в непосредственно наблюдаемых звездах и газе. Так оно и оказалось — но природа этой скрытой массы, темного вещества, неясна и по сей день, уже более 30 лет... Решение одной научной проблемы как правило порождает новую, область познанных непрерывно расширяется, но похоже, что при этом увеличивается и площадь соприкосновения с неизвестным. Существование проблемы скрытой массы означает очевидно, что мы еще не понимаем происхождения галактик; ясно только, что оно свершалось в глубоком прошлом, вскоре после начала расширения Вселенной.

Чистых теоретиков среди астрономов мало; точнее говоря, скорее это физики, занимающиеся и астрономическими проблемами. Применение теории для объяснения наблюдательных данных — другое дело, но это скорее относится к интерпретации. Систематизация этих данных и построение феноменологической модели объекта также относится к интерпретации, которая играет особую роль в астрономии. Физический эксперимент в ней не нуждается, физик сам строит прибор и знает, что в нем происходит. Мы же видим только картинку в проекции на небесную сферу и полосы в спектре объекта. Собрать и систематизировать данные о похожих объектах — начало пути. Физик может менять условия эксперимента, астрономам остается только ждать, не изменится ли блеск или спектр объекта. Это всегда помогает понять его природу. Так, периодические смещения спектральных линий объекта SS433 были объяснены первоначально чисто феноменологически, как результат выброса узких потоков вещества в двух противоположных направлениях вдоль прецессирующей оси вращения, предположительно звездного остатка Сверхновой звезды. Дальше уже можно строить теорию.

Главная специфика астрономии — конечно, наблюдения у телескопа. Именно поэтому астрономы-наблюдатели еще недавно — а у нас и поныне — вынуждены были жить вдали от цивилизации, в пустынных горах, где лучше качество изображений, небо не засвечено фонарями и больше ясных ночей. В больших зарубежных обсерваториях на наблюдения приезжают сменные команды наблюдателей и механиков, а в последние годы собственно астрономов на новые телескопы просто не пускают — это делают специалисты по управлению этими сложнейшими приборами, а все чаще и автоматика. Роль астронома свелась к составлению программы наблюдений — для результативности которых нужна ясно поставленная и оригинальная цель и, значит, хорошее знание положения дел в данной области.

* * *

Крупнейшие центры наблюдательной астрономии ныне находятся на Гавайских островах в Тихом океане, в Чили и на Канарских островах, на высотах в от 2 до 4 км от уровня моря. Все они находятся в совместном владении нескольких государств. Среди Тихого океана на потухшем вулкане Мауна Кеа работают два 10-м телескопа, и два 8-м, несколько меньших, а также и 15-м инфракрасный телескоп, В Чилийской горной пустыне находятся несколько больших обсерваторий, в том числе Европейская Южная, где недавно начали работать четыре восьмиметровых телескопа, собираемый зеркалами которых свет вскоре можно будет объединить в единое изображение. Уже проведены первые опыты по использованию и этих телескопов, и 10-м телескопов на Мауна Кеа, как гигантских интерферометров. На острове Ла Пальма (архипелаг Канарских островов) работают астрономы Испании, Англии и скандинавских стран, для этой обсерватории Испания строит 10-м телескоп, который начнет работать в 2004 г.

В третьем издании этой книги (1984) был список 16 телескопов (во главе с нашим 6-м телескопом БГА) с зеркалами, превышающими 2.5 м. В настоящее время в мире работают или заканчиваются строительством 14 оптических телескопов класса 3.5 — 4 м, пять телескопов класса 5 — 6 м, восемь телескопов с зеркалами по 8 м, и семь телескопов класса 10 м. Один из этих 34 телескопов — наш шестиметровый... В 1984 г. телескопов с зеркалом, превышающим 3.5 м было всего 9.

На "полном серьезе" разрабатываются проекты 30-м (США) и даже 100-м (Европейская Южная обсерватория) оптических телескопов. Этот OWL (сова) телескоп будет достигать объектов 38-ой величины за 10 часов экспозиции. Это значит, что ему будут доступны сверхновые звезды с красным смещением до $Z=10$, дальше самых далеких известных ныне галактик (имеющих красное смещение 6.6). Впрочем, при таких Z звезд наверно еще не было...

Разработаны методы улучшения качества изображения, испорченного атмосферной турбуленцией и гнутием зеркала. Для этого нужна в поле зрения достаточно яркая звезда, по которой можно отслеживать и исправлять в реальном времени искажения волнового фронта; если же ее нет, лазерный пучок создает в атмосфере изображение искусственной звезды. Технология, разработанная для военных нужд, снова пригодилась в астрономии, как это было и с радиоастрономией и со светоприемниками. Похоже, что главной проблемой этого фантастического, но скорого будущего станет защита сверхгигантских телескопов от ветровой нагрузки.

Современная картина мироздания создана в основном работой двух американских телескопов, 2.5-м на горе Вилсон под Лос Анджелесом и 5-м на горе Паломар в южной Калифорнии. Случилось так, что наша Галактика расположена в бедном скоплении галактик и поэтому ближайшие галактики довольно близки к нам.

Уже 2.5-м телескопа, который достигал звезд 21-22-ой величины, оказалось достаточно, чтобы уверенно наблюдать в них ярчайшие звезды, и это позволило затем доказать существование множества галактик, звездных систем, аналогичных нашей Галактике Млечного Пути. С помощью этого же телескопа было открыто разбегание галактик и расширение Вселенной. Открыть Вселенную можно только один раз, но надо еще ее понять!

Американцы и поныне опережают Европу по диаметру зеркал действующих наземных телескопов, но особенно в создании космических обсерваторий. Они на два порядка дороже наземных для телескопов одинакового размера, но позволяют вести наблюдения в ультрафиолете, в рентгеновских и гамма-лучах, недоступных со дна атмосферного океана; они не зависят от погоды и дают изображения намного лучше, чем у наземных телескопов. С 1990 г. успешно работает 2.4-м Космический телескоп имени Хаббла (HST), позволяющий достичь объекты 30-ой величины. В 2010 г. его сменит 6-м Космический телескоп нового поколения, которому уже присвоено имя Джемса Вебба, второго директора NASA; он будет расположен во второй точке Лагранжа на расстоянии в полтора миллионов километров от Земли. Специализированные телескопы запускались (1989, аппарат Гиппаркос) и планируются к запуску на околоземные орбиты также и для сверхточного измерения положений звезд — и значит, больших расстояний. Запуски подобных аппаратов, а также радиотелескопов на околосолнечную орбиту сулят в этом плане просто сказочные возможности.

В истории нашей страны был момент, когда мы обладали самым большим в мире телескопом, с диаметром зеркала в 6 м. В декабре 1975 г. на нем были получены пробные снимки, а в 1977 г. этот телескоп начал регулярные наблюдения. Он расположен в горах Северо-Западного Кавказа между станицей Зеленчукской и Архызом, на высоте 2200 м. Этот Большой телескоп азимутальный, БТА, является общенациональным инструментом; для его эксплуатации была создана Специальная астрофизическая обсерватория. И снова, как и астрономы Крымской обсерватории, ее сотрудники должны жить рядом с телескопом, а точнее говоря, под ним, в ущелье Большого Зеленчука. Долгие споры с тогдашним астрономическим начальством были бесполезны — мы живем на обсерваториях, заявляли они, и это совсем неплохо. Правда, эти обсерватории расположены в получасе езды от Ленинграда и часе — от Еревана, а до ближайшего университетского города (Ростова) от САО около 400 км.

По мнению мировой астрономической общественности, БТА не оправдал возлагавшихся на него надежд. Главной причиной является сравнительно плохой астроклимат и долго продолжавшееся отсутствие современных светоприемников. В последние годы это проблему удалось решить, но с плохими изображениями ничего сделать пока нельзя. Однако для многих задач, особенно спектральных, они пригодны, и с помощью разработанных ими самими оригинальных приборов сотрудники САО получают теперь результаты, не уступающие мировому уровню.

Так или иначе, создание БТА несомненно стимулировало строительство больших телескопов за рубежом. В 1982 г. Калифорнийским университетом был утвержден проект 10-м телескопа, составное зеркало которого состоит из 36 зеркал диаметром каждое в 1.8 м, а с 1996 г. на Мауна Кеа работает уже и второй такой же телескоп. Они называются Кеck-I и Кеck-II, по имени миллиардера, финансировавшего строительство. Телескопы расположены рядом друг с другом и будут использованы как интерферометры, как и 8-м телескопы Европейской Южной обсерватории.

* * *

Понятно, что большие телескопы нам теперь не по карману, но имеются примеры участия отечественных астрономов в совместных программах и на HST и на 10-м телескопе.

Главная же наша экологическая ниша в мировой астрономии (конечно, помимо чисто теоретических работ) — это новые идеи и поиск интересных объектов, на которые следует навести большие телескопы, а также длительное слежение за нестационарными объектами, будь то переменные звезды или переменные квазары и ядра галактик, для чего годны и скромные телескопы.

Здесь мы действительно конкурентоспособны. Так, более половины мирового банка точных измерений блеска и лучевых скоростей цефеид, звезд, пульсирующих с точностью часового механизма, создано наблюдениями астрономов ГАИШ — а ведь цефеиды служат основой построения шкалы расстояний во Вселенной и изучения структуры и кинематики Галактики. Кроме того, повторные наблюдения этих звезд позволяют изучать изменения их периодов, которые определяются эволюционными изменениями структуры звезды — это едва ли не единственный случай, когда такие изменения удается непосредственно наблюдать. В мире переменных звезд много уникальных объектов, в том числе связанных с нейтронными звездами и черными дырами; данные об их текущем блеске необходимы для интерпретации спектральных и рентгеновских наблюдений.

Неограниченные возможности для успешной работы во всех областях астрофизики представляет и обработка накопленных на крупнейших телескопах наблюдательных данных, обычно доступных через Интернет. Как ни странно, довольно часто даже наблюдения, полученные на HST, годами остаются необработанными, — но уже через один год они становятся доступными для любого желающего. И почти всегда из наблюдений, полученных для конкретной задачи, можно извлечь много другой информации. Это справедливо и для опубликованных работ, особенно если свести воедино результаты нескольких исследований. Здесь неопределимую роль играет *Astrophysics Data Service*, созданная НАСА. С помощью этой системы можно найти статью любого автора на любую тему и очень часто также и прочесть ее. Это смягчает проблему доступа к текущей научной литературе, — даже и крупнейшие наши организации получают теперь далеко не все журналы...

Теперь два слова о том, что ждет ныне в России желающего профессионально заняться астрономией и получить астрономическое образование. Гос. Астрономический институт им. Штернберга (ГАИШ) — не учебное заведение. Это научный институт в составе Московского Гос. Университета и его директор состоит одновременно зав. Отделением астрономии Физического факультета МГУ. Каждый год это Отделение заканчивают около 20 студентов. Примерно столько же выпускников у Астрономического Отделения Петербургского Университета и почти столь же разнообразны профили подготовки. Некоторая астрономия есть еще в университетах Казани, Екатеринбурга и Ростова. По числу астрономов ГАИШ МГУ является крупнейшей астрономической организацией в России, далее следуют Пулковое (ГАО РАН) и САО РАН. В Москве существует еще Астрономический Институт РАН и Астрокосмический центр в составе Физического института РАН. Есть еще громадный Институт космических исследований РАН в Москве и Институт прикладной астрономии в Питере — но чем они занимаются, это другой вопрос.

А вот какая судьба ждет выпускника — астронома, сказать сейчас трудно. Трудолюбивый энтузиаст, любящий лесистые горы, имеет шанс прижиться

в САО. Открыта дорога и в аспирантуру. Но затем зарплата будет ничтожна, в городе вскоре встанет проблема физического выживания (в САО есть грибы и огороды). Начинать с молодости подрабатывать на стороне — значит не иметь времени, чтобы найти свой путь в науке. Между делом ею заниматься всерьез не получится — лучше уйти сразу. Значит, остается надеяться на поддержку родственников — или искать место за границей. Усилиями "реформаторов" Россия превращена в мировую кузницу научных кадров... Впрочем, вскоре все это закончится, поскольку смены старшему поколению нет и учить молодежь скоро будет некому — между возрастными 30-50 лет в распределении Российских ученых по возрастам глубокий провал.

* * *

Зарождение и развитие астрономии, как и других наук, было вызвано жизненными потребностями человечества. Астрономия — ровесница неолитической революции, превратившей наших предков из бродячих орд собирателей и охотников в земледельцев, которым жизненно необходимо предвидеть смену времен года. Наблюдения за небесными светилами позволили создать календарь. Потребности мореплавания стимулировали развитие астрономии в эпоху Возрождения. Для объяснения наблюдений звезд и планет была создана классическая механика, до конца XIX остававшаяся единственной основой технических достижений человечества.

Но зачем нужна астрономия в наше время? Когда-то авторы научно-популярных книг отвечали на этот вопрос, указывая прежде всего на необходимость наблюдения звезд для определения точного времени, для навигации и картографии. Но уже несколько десятилетий атомные часы хранят время в тысячи раз точнее, чем вращение Земли, скорость которого фиксируется по звездам. После появления этих часов астрономические Службы времени стали заниматься не определением поправки часов (для чего фиксировались моменты прохождения звезд через небесный меридиан), а изучением неравномерности вращения нашей планеты. Теперь же эту задачу решают синхронные интерферометрические наблюдения на радиотелескопах, расположенных на разных континентах.

Точно так же навигационные и геодезические спутники давно уже позволяют определять координаты на земной поверхности с точностью, не достижимой астрономическими методами. Любой желающий может за сотню долларов приобрести прибор, который, принимая сигнал от этих спутников, мгновенно определит его положение — и с точностью, намного превышающей достигаемую ранее наблюдениями звезд на угломерных инструментах после трудоемких вычислений.

Непосредственных технических приложений астрономия теперь не имеет, разве что в околоземных и дальних полетах космических аппаратов. Лет тридцать назад внезапной популярностью стала пользоваться ярчайшая звезда южного созвездия Киль — Канопус. Автор участвовал тогда в работе над составлением Общего каталога переменных звезд и в нашей комнате хранилась картотека, содержащая сведения о многих тысячах звезд. И долгое время почти каждый месяц у нас появлялись незнакомые серьезные люди с вопросом об одной и той же звезде. Стало понятно, что уж в этой-то области в нашей стране не только конкуренция, но и полная секретность... Канопус — вторая по яркости (после Сириуса) звезда нашего неба и расположена она близ полюса эклиптики, так что угол между направлениями

на нее и на Солнце всегда близок к 90° и поэтому ее удобно использовать для ориентировки космических аппаратов любого назначения. Сведения о координатах и блеске в разных диапазонах длин волн для Канопуса, а затем и для тысяч других звезд стали использоваться людьми, очень далекими от астрономии...

Астрономические методы и инструменты используются для определения координат и отождествления искусственных спутников Земли и межпланетных станций, для всевозможных исследований нашей планеты и деятельности на ней человека - на многих спутниках установлены телескопы, направленные вниз...

В некотором смысле вполне практическим приложением астрономии можно назвать и поиски астероидов на предмет заблаговременного выявления тех из них, которые могут столкнуться с Землей — в надежде изменить их орбиты.

Но конечно, не эти полезные занятия вдохновляют астрономов. Как и всех естествоиспытателей, их ведет стремление к исследованию мироздания, внутренняя логика развития науки. Практические приложения являются побочным результатом фундаментальной науки — но на них ныне основана вся земная технологическая цивилизация, медицина и сельское хозяйство; каждый шаг городского жителя обусловлен далекими последствиями бескорыстного любопытства ученых.

Можно вспомнить, например, что термоядерные реакции появились впервые именно в теоретической астрофизике как возможный источник энергии звезд. Когда Артур Эддингтон в двадцатых годах нашего века говорил о том, что превращение водорода в гелий — вполне возможно в недрах звезд и способно дать необходимую энергию, большинство физиков считало, что в звездах для этого слишком холодно. В 1952 г., после взрыва первой водородной бомбы, в осуществимости такого рода реакции никто уже не сомневался.

Еще пример — магнитная газодинамика, наука, родившаяся при изучении свойств газовых туманностей и строения Галактики, служит ныне при проектировании генераторов электроэнергии и плазменных ловушек, в которых управляемая термоядерная реакция будет когда-нибудь получена и на Земле.

Со времен Галилея и Ньютона и до начала XIX века астрономия была фактически лидером естествознания, ибо основные физические принципы и математические методы развивались именно при астрономических исследованиях. Затем астрономия все чаще стала использовать результаты физической теории и заимствовать у физики и методы исследования; грандиозные перемены, начавшиеся в физике в конце века XIX оттеснили астрономию на задний план и стало господствовать убеждение, что астрономия призвана лишь давать сведения для проверки физических теорий, вроде теории относительности и ядерных реакций.

Ситуация начинает изменяться в последние годы. Грандиозные успехи физики элементарных частиц, создание единой теории электрослабых взаимодействий и движение к созданию единой теории физических взаимодействий привели к пониманию того факта, что дальнейший прогресс возможен лишь если

иметь дело с материей, находящейся в экстремальных условиях, которые мы не находим на Земле и никогда не сможем воспроизвести.

Это не только сведения о поведении вещества при сверхвысоких плотностях и температурах, при сверхсильных гравитационных и магнитных полях, об элементарных частицах сверхвысокой энергии, которые может дать только астрономия. Астрономы сталкиваются с явлениями, для которых на Земле не хватает ни места, ни времени. Это уже было однажды продемонстрировано теорией относительности в соединении с наблюдательными данными о расширении Вселенной. Ныне выясняется, что непосредственно наблюдаемое в звездах и газовых туманностях вещество составляет не более 5 процентов полной массы Вселенной, что около 30 процентов вещества (неизвестно, какого!) мы чувствуем лишь по создаваемому им тяготению — и что около 65 процентов массы Вселенной обусловлено плотностью энергии вакуума. Это следствие довольно простых астрономических наблюдений, о которых мы расскажем. И это открывает дорогу действительно новой физике. Более того, экстраполяция данных астрономии в соединении с физической теорией привела современную космологию к выводу о том, что наша Вселенная — лишь одна из бесчисленных вселенных, возникающих и расширяющихся из вечного физического вакуума. Добавим к этому, что уже существует теория, объясняющая, как можно создать вселенную в лаборатории и вполне закономерен вопрос о том, не появилась ли таким образом и наша Вселенная. Это, конечно, новая революция в мировоззрении, и это вновь заслуга астрономии. Но революций в науке не бывает, новая теория включает старую как предельный случай; горизонт все отодвигается по мере нашего продвижения вперед, но пройденная территория — наша...

«Астрономия — счастливая наука, — сказал Араго, — она не нуждается в украшениях». Но великолепны не только небесные объекты, изучаемые нашей наукой; прекрасна и она сама.

Астрономия необъятна, как необъятна изучаемая ею Вселенная; все способы исследования, все подходы и приемы, существующие в естественных науках, находят свое применение в той или иной отрасли астрономии. В этой универсальности с нашей наукой не может поспорить никакая другая. В ней находят свое место и высшие абстракции математики, и тонкость физического эксперимента, и вдумчивое сопоставление и анализ данных, и, наконец, просто их накопление и классификация. Вместе с тем это наука об эволюционирующем мире, и в этом отношении астрономия похожа на палеонтологию или историческую геологию. В физике результаты старых опытов сохраняют лишь «историческое» значение, в астрономии же ценность старых наблюдений растет с каждым годом.

Жизнь поколения — лишь краткий миг в истории звезд. Вся история человечества от австралопитеков — сотая доля одного оборота Солнца вокруг центра Галактики, десятитысячная доля жизни его как звезды. Сколь велика смелость людей, говорящих, — и с основанием, — что мы понимаем теперь эволюцию звезд; много ли найдется в истории науки более гордых утверждений! Но вспомним однако последние слова Лапласа — "то, что мы знаем, столь ничтожно сравнительно с тем, чего мы еще не узнали"...