

КОСМОНАВТИКА, АСТРОНОМИЯ

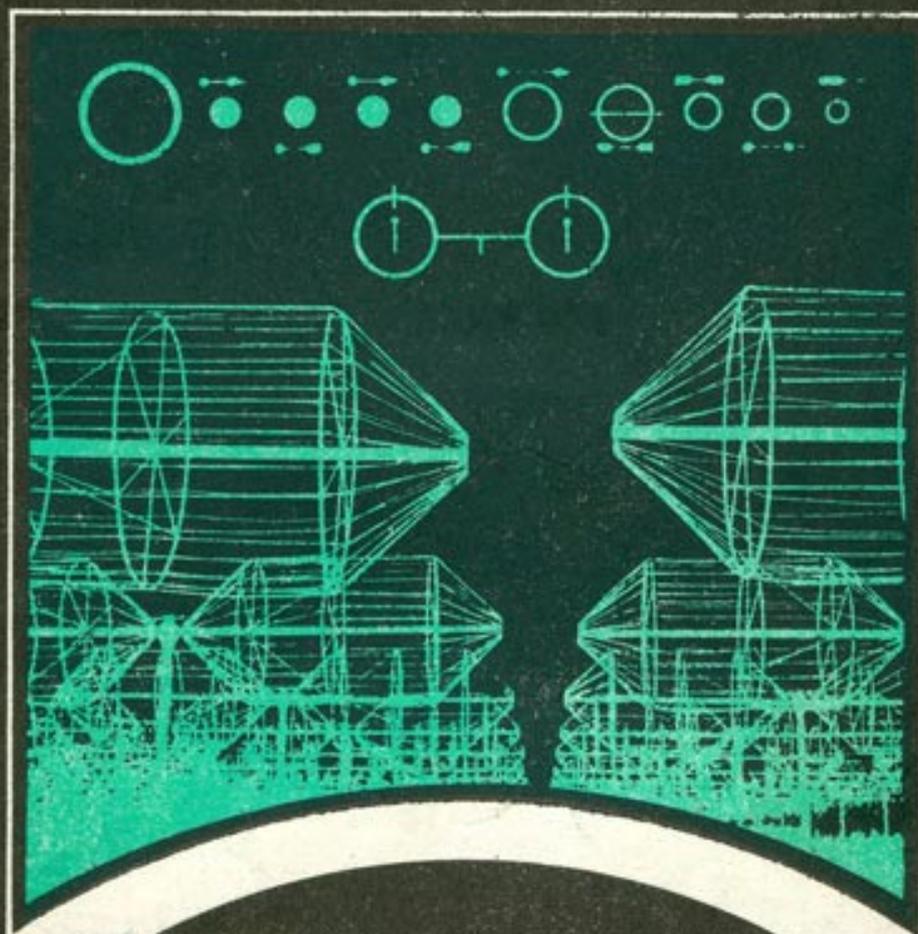
ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1985/8

Л.В.Лесков

КОСМИЧЕСКИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ



ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

КОСМОНАВТИКА, АСТРОНОМИЯ

8/1985

Издается ежемесячно с 1971 г.

Л. В. Лесков,
доктор физико-математических наук

КОСМИЧЕСКИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ

в приложении этого номера:
НОВОСТИ АСТРОНОМИИ
НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

Издательство «Знание» Москва 1985

ББК 39.6
Л 50

Предисловие кандидата философских наук В. В. Казютинского

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	9
Характерные черты эволюции КЦ	11
Технологическая эволюция	14
Стохастические модели эволюции	32
Гетерономная эволюция	40
Разум и Вселенная	50
Литература	55
НОВОСТИ АСТРОНОМИИ	56
ХРОНИКА КОСМОНАВТИКИ	59

Лесков Л. В.

Космические цивилизации: проблемы эволюции. – М.: Знание, 1985. – 64 с, ил. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Космонавтика, астрономия»; № 8).

11 к.

Проблема поиска космических цивилизаций и контакта с ними непосредственно связана с проблемой их развития. О возможных закономерностях этого развития и этапах эволюции космических цивилизаций рассказывается в данной брошюре.

Брошюра рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся современными проблемами естествознания.

3607000000

ББК 39.6

6Т6

© Издательство «Знание», 1985 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема множественности космических цивилизаций на протяжении нескольких последних десятилетий вызывает возрастающий интерес. Важность исследований в этой области подчеркивают специалисты самых различных научных дисциплин – естественных (астрономии, физики, химии, биологии, антропологии), общественных (философии, социологии, истории, лингвистики), технических (радиофизики, технической кибернетики).

Можно назвать несколько причин повышенного интереса к названному направлению. Несомненно, например, что проблема существования внеземных цивилизаций и проблема возможности контакта с ними имеют огромное мировоззренческое значение. Их обсуждение позволяет понять наше место в эволюционирующей Вселенной, выявить все более глубокие и многообразные аспекты единства человека и окружающего мира; это тем более существенно, что Вселенная во все возрастающих масштабах становится сферой не просто человеческого бытия, но с началом освоения космоса и практически производственной деятельности нашей цивилизации.

Проблема поиска космических цивилизаций может приобрести и практическую значимость. Как отмечалось в резолюции I советско-американской конференции по этой проблеме (Бюракан, 1971 г.), успех в ее решении может оказаться исключительно важным для дальнейшего развития человечества. «Если когда-нибудь внеземные цивилизации будут открыты, это будет иметь огромное влияние на научно-технический потенциал человечества, а также может оказать положительное влияние на будущее человечества. Успешное установление связи с внеземной цивилизацией будет иметь такое практическое и философское значение для всего человечества, что попытки установления такой связи заслуживают существенных усилий. Последствия открытия могут способствовать значительному расширению человеческого познания»¹.

¹ Проблема SETI (связь с внеземными цивилизациями). М., 1975, с. 320.

Конкретизируя цитированную оценку, академик В. А. Амбарцумян отметил, что обнаружение первой же внеземной цивилизации в практическом отношении будет событием того же значения, как запуск первого искусственного спутника или осуществление ядерной реакции, а то и более важным.

Однако оказывается, как ни странно, что о заметном практическом значении проблемы контакта с внеземными цивилизациями мы с полным правом можем говорить уже сейчас. Дело в том, что исследования в этой области имеют самое прямое отношение к нашей собственной цивилизации. Например, при оценке возможного числа космических цивилизаций, способных вступить с нами в контакт, часто допускается сходство или даже общность путей их технологического развития с тем, который характерен для нашей земной цивилизации. Иногда исходят (явно или неявно) из еще более жесткого допущения – все космические цивилизации антропоморфны. И независимо от того, насколько близкими к истине окажутся в конечном счете подобные гипотезы, только они позволяют при современном уровне наших знаний получать какие-либо (разумеется, по необходимости, лишь весьма приближенные и не лишенные произвольности) количественные оценки.

Технологическое развитие космических цивилизаций моделируют также на основе экстраполяции современных и будущих возможных тенденций в развитии нашей собственной технологии. В этом своем аспекте проблема внеземных цивилизаций особенно тесно соприкасается с наиболее актуальными проблемами современности, прежде всего с глобальными проблемами, стоящими перед человечеством. В частности, целый ряд параметров, характеризующих развитие нашей цивилизации, возрастает сейчас

экспоненциально (в функции времени). Такой рост едва ли может продолжаться неограниченно.

Сейчас за рубежом выдвигаются теории, что в дальнейшем технологическое развитие человеческого общества неизбежно примет иной, как бы стационарный характер. Совокупность параметров, которыми определяется уровень технологического развития, будет поддерживаться неизменной во времени. В связи с проблемой внеземных цивилизаций такие мысли высказывал, например, американский профессор Г. Стэнт, считающий также, что в будущем станет преобладать тенденция к «примирению» с природой вместо господства над ней. Подобная точка зрения в некоторых случаях вплотную смыкается с концепциями, прогнозирующими прекращение в будущем технологического развития общества.

Однако кажется вполне разумным предположение о том, что освоение космоса и его ресурсов поможет ослабить остроту трудностей, которые могут возникнуть перед обществом при поддержании процесса непрерывного технологического развития (по какому-то закону, вероятно, отличному от экспоненциального). Заметим, кстати, что, говоря о процессе освоения космоса, определяющем многие существенные черты современной научно-технической революции, часто употребляют термин «космизация». Но при этом иногда упускается из виду, что это лишь одна из сторон противоречивого процесса, другой стороной которого является «очеловечивание» космоса, включение его в сферу не только познавательной, но и практической, в том числе производственной, деятельности человечества.

В связи с проблемой внеземных цивилизаций часто поднимается и вопрос о временных границах эпохи технологического развития общества. Некоторые естествоиспытатели (к их числу относится американский астрофизик С. фон Хорнер) считают, что эта эпоха является очень короткой (порядка десятков или сотен тысяч, а может, немногих миллионов лет) и заканчивается неизбежным «самоубийством» общества. Более вероятно, однако, иная точка зрения: технологическое развитие общества ограничено только космогоническими и космологическими факторами, т. е. может продолжаться миллиарды лет и больше. Напомним также, что К. Э. Циолковский выдвинул в свое время идею о возможном бессмертии человеческого общества. Он считал, что изменение условий для жизни какой-либо цивилизации или исчерпание ресурсов для ее технологического развития будет приводить к ее переселению в другую область Вселенной, где такие условия и ресурсы имеются. Будет обеспечена взаимопомощь между различными космическими цивилизациями.

Конечно, любая из перечисленных точек зрения представляет собой не столько «окончательное» решение проблемы, сколько некоторую возможную «проекцию» в будущее наших современных представлений о перспективах развития человечества. Но очевидно, что даже в том (почти невероятном) случае, если все поиски космических цивилизаций так и не привели бы к успеху, построение системных моделей их эволюции все равно оказывается весьма полезным с практической точки зрения. И не удивительно, что эта область исследований привлекает возрастающее внимание многих серьезных ученых.

В нашей стране одним из ведущих специалистов, занимающихся изучением теоретически мыслимых закономерностей и путей развития космических цивилизаций в рамках экстраполяционного подхода, является автор данной брошюры. Неоднократные обсуждения полученных им результатов (например, в Таллине, на Всесоюзном симпозиуме по внеземным цивилизациям, состоявшемся в 1981 г., а также на ежегодно проводимых чтениях, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского) подтвердили их ценность.

Круг проблем, освещаемых в предлагаемой брошюре, рассматривается на основании так называемого функционального определения космической цивилизации. Последняя считается динамически устойчивой саморегулирующейся системой, основное

отличительное свойство которой есть «активная творческая деятельность по преобразованию окружающей среды». Результатом этой деятельности является повышение устойчивости всей системы и одновременно все возрастающее усложнение структуры космической цивилизации.

Естественно, это определение весьма абстрактно, однако оно очень подходит для моделирования рассматриваемых в брошюре аспектов развития космических цивилизаций. Подобные функциональные модели способны отразить лишь некоторые стороны освещаемых процессов, преимущественно связанные с развитием науки и техники, и отнюдь не претендуют на всестороннюю, адекватную репрезентацию социальных процессов. Характерная особенность данной брошюры состоит, однако, в том, что автор обсуждает проблему космических цивилизаций в общенаучном плане, комплексно, учитывая (насколько возможно) ее социальные, этические, философские и другие аспекты. И только такой подход способен обеспечить построение достаточно обоснованных системных моделей эволюции космических цивилизаций.

В рамках функционального подхода в брошюре прогнозируются возможные «сценарии» будущего земной цивилизации. Допустимо считать, что они обладают достаточной степенью общности. Иными словами, развитие космических цивилизаций (условия возникновения и первоначальная структура которых, могут значительно различаться между собой) подчиняется единым универсальным законам. На этой основе разработаны модели различных «сценариев» развития космических цивилизаций, а также даны оценки вероятности осуществления того или иного «сценария». Разумеется, и это следует подчеркнуть, подобные модели не являются полными и вполне совершенными. Однако нет и сомнений в их полезности для уточнения программы исследования космических цивилизаций на современном этапе. Во всяком случае основные прогнозы, сделанные в этой брошюре, несмотря на определенную их гипотетичность, чрезвычайно содержательны и представляют достаточный интерес.

Автор брошюры раскрывает трудности, с которыми приходится сталкиваться при рассмотрении развития космических цивилизаций в рамках моделей, основанных на предположении о неограниченном количественном росте совокупности характеризующих их параметров (в первую очередь потребления энергии и материальных ресурсов). Убедительно показано, что подобный рост возможен лишь в ограниченных пределах. Главное же содержание процессов развития космических цивилизаций состоит в «последовательных изменениях качественного характера, в овладении все более совершенными способами использования все более высоко организованных источников энергии и соответствующими материальными ресурсами». Последовательная смена технологий, составляющая одну из наиболее существенных черт этих процессов, как здесь отмечается, «должна носить характер диалектического преодоления противоречий, возникающих на очередных этапах эволюции космических цивилизаций».

Модельные представления развития космических цивилизаций, излагаемые в брошюре, позволяют также судить о наиболее отдаленных перспективах нашей собственной цивилизации, что представляет существенный интерес. Как справедливо подчеркивает автор брошюры, будущее нашей и других космических цивилизаций связано с переустройством общества на коммунистических основах.

Можно выразить уверенность, что насыщенная увлекательными идеями предлагаемая брошюра будет с большой пользой прочитана всеми, кто следит за изданиями по проблемам научно-технического и социального прогресса, особенно читателями серии «Космонавтика, астрономия».

В. В. КАЗЮТИНСКИЙ,
кандидат философских наук

– Какой сегодня день странный!.. Может, это я изменилась за ночь? Дайте-ка вспомнить: сегодня утром, когда я встала, я это была или не я? Кажется, уже не совсем и! Но если это так, то кто же я в таком случае?

Л. Кэрролл. Алиса в стране чудес

ВВЕДЕНИЕ

Однажды мне пришлось обсуждать один из вариантов этой брошюры с известным ученым.

– Летающие тарелки! – категорически заявил он.

– Вы меня обижаете, – попробовал протестовать я. – У меня совсем другая тема.

– Аэродромы в пустыне! – продолжал он, не слушая меня. – Как можно писать о том, чего нет?!

Мне так и не удалось с ним договориться – у моего оппонента был прочный иммунитет к теме этой брошюры. Я не обижаюсь на него, потому что понимаю – дело в том духе дешевой сенсационности, который иногда окружает серьезную научную проблему поиска внеземного разума и вызывает к ней стойкий иммунитет у некоторых ученых.

В действительности эта проблема – проблема поиска внеземного разума, или SETI², как ее иногда называют, – заслуживает самого серьезного внимания по нескольким причинам. Во-первых, обнаружение наших космических братьев по разуму сыграло бы исключительно большую познавательную, а также мировоззренческую роль – от исхода поисков будут зависеть наши представления по такому фундаментальному вопросу, как роль и место разумной жизни во Вселенной.

² Аббревиатура английского Search of Extra Terrestrial-Intelligence (поиск внеземного разума).

Во-вторых, с этим связана возможность получения новой научной информации фундаментального и прикладного характера. В-третьих, исследование такой сложной и комплексной проблемы потребует разработки целого ряда теоретических и экспериментальных вопросов, и это новое знание, несомненно, найдет применение при решении широкого круга практических задач сегодняшнего дня. И наконец, в-четвертых, исследование проблемы – независимо от того, будут поиски успешными или нет, – позволит составить более ясное представление об отдаленных перспективах эволюции нашей собственной цивилизации, о возможных опасностях, подстерегающих нас на этом пути, и о рациональных способах их преодоления.

Этот последний пункт хочется выделить особо. Со времени запуска первого искусственного спутника Земли и первого полета человека в космос человечество прочно встало на путь исследования и активного освоения космического пространства. Есть поэтому все основания рассматривать нашу собственную цивилизацию как космическую. И тем более важным становится для нас вопрос обнаружения других очагов разумной жизни во Вселенной – внеземных цивилизаций. Эта проблема имеет принципиальное значение для космонавтики и астрономии.

Исследования по обнаружению других космических цивилизаций (КЦ) развернуты сейчас в СССР, США и других странах. Для постановки этих исследований на современном этапе особенно важную роль сыграли три идеи. Во-первых, это предложенная Ф. Дрейком формула для подсчета численности звездных систем, на планетах которых может быть разумная жизнь. Во-вторых, это высказанное Дж. Коккони и Ф. Моррисоном предложение рассматривать прием и передачу радиосигналов как наиболее подходящий способ установления контакта между различными цивилизациями, разделенными космическими расстояниями, а в качестве подходящей выбрать линию

излучения нейтрального водорода (21 см). Позднее было показано, что не менее перспективен поиск в миллиметровом диапазоне длин волн. В-третьих, это гипотеза члена-корреспондента АН СССР Н. С. Кардашева о том, что энергопотребление развитых КЦ может на много порядков превышать энергопотребление нашей цивилизации, в результате чего такие цивилизации имеют возможность сооружать радиомаяки достаточно большой мощности.

Эти идеи послужили основой для формирования современной радиоастрономической концепции поиска разумной жизни во Вселенной. Большая программа поиска радиосигналов в течение четверти века была развернута в СССР и за рубежом. Однако поиски радиосигналов, а также других проявлений астроинженерной деятельности КЦ не дали пока никаких результатов. Другие цивилизации упорно хранят молчание.

Неудача поисков может объясняться различными причинами. По мнению члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского, это наше практическое одиночество во Вселенной. По мнению других ученых, неуспех – следствие того, что исследования находятся на самом, начальном этапе и установление контакта с нашими космическими братьями по разуму – вопрос только времени. Но возможна и иная точка зрения. Член-корреспондент АН СССР В. С. Троицкий недавно проанализировал энергетику передачи сигналов на межзвездные расстояния с помощью радиомаяков. Согласно его расчетам, для передачи сигналов на расстояния до сотен световых лет всенаправленный радиомаяк должен потреблять количество энергии на пять порядков больше, чем в настоящее время ее производится на Земле, а период сооружения такого радиомаяка займет не менее 30 млн. лет. И все это лишь для того, чтобы известить ближайших соседей о своем существовании.

Следует подчеркнуть, что речь идет именно о поисках других цивилизаций, существование которых можно обнаружить по тем или иным проявлениям их инженерной деятельности, направленной на преобразование окружающего мира в их собственных интересах. Такая постановка проблемы соответствует ее материалистическому пониманию и принципиальным образом отличается от предпринимаемых иногда попыток поиска во Вселенной разума, понимаемого как проявление свободной творческой силы духа, который не обязательно должен подчиняться действующим во Вселенной законам. Такой подход неприемлем, так как носит, по существу, идеалистический характер.

В постановке новых исследований по проблеме поиска разумной жизни во Вселенной должно поэтому сыграть большую роль уточнение научных представлений о закономерностях и этапах эволюции КЦ, о возможных направлениях и темпах их развития. Рассмотрению этих проблем эволюции космических цивилизаций и посвящена настоящая брошюра.

ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ ЭВОЛЮЦИИ КЦ

Что такое космические цивилизации. В основе современных концепций жизни лежит принцип развития живой природы. Специфической формой проявления этого принципа на биологическом уровне является идея приспособления (адаптации). Обобщая эти представления, Ф. Энгельс показал диалектическую связь законов развития и функционирования живых систем и дал функциональное определение жизни как динамического обмена веществ с окружающей природой. Впоследствии советский ученый В. И. Вернадский сформулировал учение о ноосфере как о качественно новом, высшем состоянии биосферы, отличительным признаком которого является наличие разума. Согласно представлениям В. И. Вернадского, основная функция ноосферы состоит в наращивании «культурной биогеохимической энергии», которая направлена на преобразование окружающего мира в интересах человечества.

Осуществляя эту функцию, человечество достигает в своей творческой, преобразующей деятельности сначала масштабов всей планеты, а затем выходит за их

пределы. Цивилизацию, количественные характеристики деятельности которой достигли космических масштабов, логично называть космической. Яркий пример такой деятельности – излучение Земли в радиодиапазоне, которое из-за работы радиотелевизионных систем в настоящее время намного превышает по интенсивности излучение всех других планет Солнечной системы.

Подобное функциональное определение КЦ пригодно для любых форм организации живого. Очевидно также, что оно сохраняет силу и в том крайнем случае, если наша цивилизация является единственной в Галактике.

Итак, творческая, преобразующая деятельность является основной функцией КЦ. Поэтому основной закон эволюции КЦ можно сформулировать в следующем виде: цель разумной деятельности КЦ состоит в исследовании, освоении и преобразовании природы, в создании новых экологических ниш и в повышении устойчивости собственного существования.

Однако, преобразуя окружающую среду, космическая цивилизация и сама не может оставаться неизменной. Подчиняясь общим законам эволюции живых систем, разумная жизнь в этом процессе неизбежно должна развиваться и сама. Антиэнтропийная эволюция ноосферы носит главным образом социальный и технический характер, находя практическое выражение в нарастающем усложнении и дифференциации внутренней структуры цивилизации. В этом состоит второй закон эволюции КЦ.

Практическим средством преобразования, перестройки окружающей среды является технология. Условие успешного использования достаточно сложной технологии состоит в общественном разделении труда. Поэтому последовательная смена технологий, составляющая реальное содержание процесса эволюции, должна носить характер диалектического преодоления противоречий, возникающих на очередных этапах эволюции КЦ.

Модели эволюции. Используя функциональное определение КЦ и указанные общие закономерности их развития, можно перейти к построению моделей эволюции КЦ. Эти модели необходимы для выяснения основных возможных этапов и путей развития КЦ.

При построении моделей эволюции КЦ использовано несколько предпосылок. Во-первых, эти модели должны опираться на наиболее фундаментальные достижения современной науки и прогноз развития по перспективным научным направлениям. Во-вторых, этот прогноз должен носить комплексный, общенаучный характер. В-третьих, достоверность прогноза последовательных этапов эволюции КЦ можно существенно повысить, учитывая различные способы решения одной и той же научно-технической проблемы. Если, например, прогнозируется овладение цивилизацией внутриядерной энергией, то достоверность этого прогноза намного выше, если учесть, что эта задача может быть решена путем сооружения ядерных и термоядерных реакторов различного типа. В-четвертых, в основу прогноза следует положить сочетание детерминированного и стохастического, или вероятностного, подходов.

В тех случаях, когда прогноз основан на достаточно полном объеме фундаментальных научных представлений, модели эволюции будут носить детерминированный, т. е. определенный, характер. Простой показатель полноты и завершенности фундаментальных научных представлений – это возможность построения на их основе энергопроизводственных технологических процессов в интересах цивилизации. Будем поэтому называть модели эволюции, основанные на таком подходе, технологическими. Отличительная особенность таких моделей – возможность построения сравнительно полной картины эволюции.

Модели эволюции КЦ, в основе которых лежат те или иные научные гипотезы, не получившие еще прямого подтверждения, назовем стохастическими. Эти модели описывают протекание реальных процессов эволюции, на ход которых существенное влияние могут оказывать случайные факторы, например не учтенные при составлении

прогноза открытия новых явлений. Совокупность стохастических моделей можно рассматривать как вероятностный прогноз развития КЦ.

Можно указать три основные группы стохастических моделей эволюции КЦ:

1. Финалистские модели, в которых рассматривается неизбежная гибель цивилизации под действием тех или иных факторов.

2. Метанаучная эволюция и соответствующие модели, основанные на гипотезе, что современная наука далека от завершения и что впереди нас ожидают новые фундаментальные открытия, которые поведут к последовательным радикальным перестройкам естествознания и техники.

3. Гетерономная эволюция, иными словами, одновременное развитие нескольких КЦ, между которыми происходит достаточно эффективный обмен информацией.

Рассмотрим теперь более подробно конкретные модели эволюции КЦ.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Уровни развития КЦ. В 1960 г. известный английский ученый Дж. Бернал сформулировал основные направления, вокруг которых концентрируются перспективные научные исследования: 1) энергетика; 2) ЭВМ; 3) биология. Прошедшие годы не внесли поправок в этот список, и это не удивительно, потому что речь идет о наиболее фундаментальных проблемах, от решения которых еще на долгие годы будет во многом зависеть судьба нашей цивилизации. Воспользуемся этими тремя критериями, чтобы построить пространство возможных состояний КЦ в последовательном переходе между которыми и состоит процесс ее технологической эволюции.

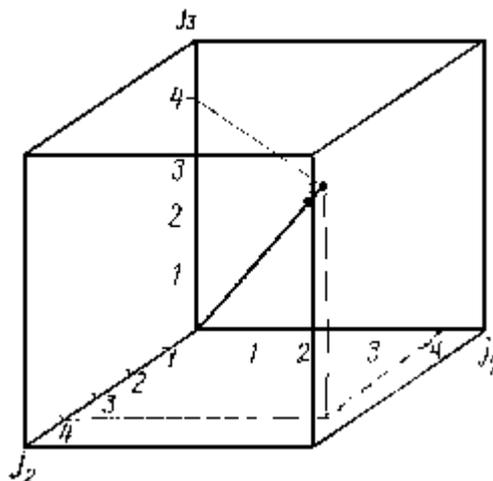


Рис. 1. Пространство состояний КЦ

На рис. 1 показано так называемое пространство состояний КЦ. Здесь по осям координат отложены уровни j трех критериев, которые в совокупности определяют общий уровень развития цивилизации. С помощью этих критериев охарактеризованы соответственно источники энергии (критерий S_1), системы обработки информации и управления (S_2), самоорганизация разумной жизни (S_3). Чем выше уровень j , тем более эффективно используются энергетические и материальные ресурсы, тем выше устойчивость цивилизации по отношению к внешним воздействиям различной природы, тем более сбалансированный характер носит взаимодействие цивилизации с окружающей средой. Число уровней j , каждый из которых соответствует более высокой ступени развития КЦ, ограничим четырьмя. Начальный уровень $j = 1$ соответствует состоянию нашей земной цивилизации на стадии вступления в космическую эру, т. е. примерно 25 лет назад.

В основу построения пространства состояний КЦ положены две идеи. Во-первых, это идея универсальности физических, химических, биологических, социальных и других

законов, действующих повсюду во Вселенной. Благодаря этой универсальности выводам, полученным на основе обобщения опыта и знаний, накопленных нашей цивилизацией, можно придать всеобщий характер. Во-вторых, это общенаучный подход к анализу проблемы внеземного разума, необходимость которого неоднократно подчеркивали А. Д. Урсул, В. В. Казютинский и другие исследователи этой проблемы.

Отличительные особенности пространства состояний КЦ, схематически показанного на рис. 1, состоят в следующем. Во-первых, эти состояния образуют иерархическую последовательность уровней. Во-вторых, эти состояния взаимосвязаны и описываются единой системой критериев. В-третьих, при определении каждого последовательного уровня развития в целях повышения достоверности прогноза учитывается возможность решения рассматриваемых научно-технических проблем различными конкретными способами.

Пользуясь схемой, показанной на рис. 1, процесс технологической эволюции можно описать с помощью траекторий в пространстве состояний КЦ. Рассмотрим наиболее общие особенности последовательных этапов эволюции КЦ.

Этапы эволюции. Уровень 1. По критерию S_1 первый, начальный уровень эволюции примерно соответствует состоянию земной цивилизации, когда в качестве первичных энергоносителей используются главным образом природные виды топлива (нефть, газ, уголь). Потребление энергии в мире составляет в настоящее время около 250 ЭДж в год (1 экзаджоуль = 1 ЭДж = 10^{18} Дж), а к 2020 г. согласно оценкам достигнет $(1 - 2) \cdot 10^3$ ЭДж в год³. Однако и такой прирост обеспечит величину энергопотребления в расчете на душу населения не больше четверти соответствующего показателя для развитых стран в настоящее время.

³ См.: Мировая энергетика. Прогноз развития до 2020 г. М., Энергия, 1980.

С другой стороны, часть солнечной энергии, рассеиваемой в атмосфере Земли, составляет $2 \cdot 10^5$ ЭДж в год, что всего лишь на два порядка превосходит прогнозируемое на 2020 г. производство энергии. Дальнейший рост производства энергии может привести к необратимым воздействиям на климат планеты, а потому скорее всего недопустим.

К этому следует добавить, что традиционные ресурсы нефти, например, составляют на нашей планете величину, эквивалентную всего $7 \cdot 10^3$ ЭДж; угля – в несколько раз больше⁴. Все эти причины делают неизбежным переход с 1-го на 2-й уровень эволюции по критерию энергообеспечения.

⁴ См.: Там же, с. 155.

Уровень 2. На этой ступени развития основную роль начинает играть ядерная и термоядерная энергетика, а для использования в двигательных установках транспортных и других средств осваивается технология переработки угля, органических отходов, сланцев и т. п. в синтетическое моторное топливо. Это существенно расширит энергетические возможности нашей цивилизации. Мировые запасы разведанных запасов урана эквивалентны $5 \cdot 10^4$ ЭДж, а нефтеносных сланцев – 10^4 ЭДж. Разведанные запасы лития, который в дейтерий-третиевых термоядерных реакторах служит сырьем для получения трития, эквивалентны $3 \cdot 10^6$ ЭДж. Освоение энергетического цикла дейтерий–дейтерий сделает доступными в качестве первичного сырья практически неиссякаемые запасы Мирового океана.

Существенному упрощению энергетических проблем будет способствовать создание водородной энергетики. Оптимальное топливо – свободный водород – предполагается получать на ядерных и термоядерных электростанциях, а также за счет использования энергии излучения Солнца путем электролиза или термокаталитических реакций.

Заметный вклад в энергосистему планеты способно внести сооружение на геостационарной орбите сети космических электростанций, преобразующих энергию

солнечного излучения в целях ее передачи на Землю для промышленного использования в виде хорошо сфокусированного луча в СВЧ или в лазерном диапазоне. Другое направление промышленного освоения околопланетного пространства – это вынос в космос высокотехнологических или экологически вредных производственных процессов. Производство новых материалов на орбитальных заводах разовьется в эффективную отрасль космической индустрии.

Наиболее характерные особенности уровня $j = 2$ по критерию S_2 (системы обработки информации и управления) – это резкое возрастание потоков информации, передаваемых через искусственные спутники Земли, разработка новых типов сервисного обслуживания (проведение телеконференций, создание систем объемного цветного телевидения с непосредственным приемом на бытовые приемники, широкое использование телевидения в народном образовании, в медицине и т. д.).

На базе дальнейшего совершенствования ЭВМ будут созданы многоотраслевые информационные библиотеки и в конечном счете глобальный банк научно-технической информации. Широкое распространение получают методы машинного проектирования, подключение через космические средства связи к единой сети ЭВМ. Все это позволит резко повысить эффективность научных исследований.

Помимо решения технической задачи – создания ЭВМ следующих поколений, – для все более широкого и эффективного внедрения автоматизированных систем управления и проектирования потребуется разработка системы принципиально новых программ и в конечном счете решение проблемы эвристического программирования. По определению известного венгерского математика Д. Пойа, цель эвристики состоит в том, чтобы исследовать методы и правила, как делать открытия и изобретения. Эвристическое программирование направлено на разработку методов решения задач творческого характера. На этом этапе логично говорить об искусственном интеллекте (ИИ).

К этой проблеме существуют разные подходы. Так, согласно точке зрения академика Н. Н. Моисеева, ИИ – это совокупность электронно-вычислительных средств и математического обеспечения, позволяющая определить наилучший способ достижения той или иной конкретной цели. Выбор цели и критериев решения задачи остается исключительной прерогативой человека, а назначение ИИ – интенсификация деятельности человеческого интеллекта⁵. Согласно другой точке зрения (Н. Винер), возможно значительно более широкое понимание проблемы ИИ в целом.

⁵ Моисеев Н. Н. Математика ставит эксперимент. М., Наука, 1979, с. 208–213.

Основная задача цивилизации по критерию S_3 (самоорганизация разумной жизни) на уровне $j = 2$ состоит в том, чтобы, не меняя существующей биологической организации человека, резко улучшить условия его жизни, практически ликвидировать наследственные и приобретаемые заболевания (сердечно-сосудистые болезни, рак, болезни обмена веществ, психические заболевания и др.). Решение этих задач станет возможным благодаря новым успехам молекулярной биологии, генетики, биохимии, биофизики, дальнейший прогресс которых должен привести к новому качественному скачку – созданию общей теоретической биологии.

Теоретическая биология послужит научным фундаментом для нового прогресса и в другом важном направлении – при решении проблемы пищевых ресурсов планеты. Одно из перспективных направлений решения этой проблемы состоит в использовании генетической селекции. Уже в настоящее время в этом направлении получены значительные успехи. Выведены новые сорта пшеницы, кукурузы, свеклы и других культур, обладающие ценным набором генов. Большую роль в решении пищевой проблемы сыграет промышленное производство белков, витаминов, антибиотиков и других нужных народному хозяйству и здравоохранению веществ с помощью

микроорганизмов. В качестве сырья можно будет использовать, например, нефтепродукты.

Успехи теоретической биологии приведут на уровне $j = 2$ к решению еще одной фундаментальной проблемы – созданию теории мозга. Это задача высокой сложности. Ее решение откроет практические пути максимальной мобилизации ресурсов человеческого мозга, исключая при этом вред. Приведем один пример. Нормальная емкость человеческой памяти не превышает 10^{15} бит, а ее потенциальные возможности, по оценкам кибернетика Джона Неймана, достигают 10^{20} бит. Определение путей использования этих резервов, интенсификация творческих способностей человека значительно повысит эффективность решения задач, стоящих перед цивилизацией.

Анализируя проблемы, решение которых станет возможным на уровне $j = 2$, необходимо отметить одну общую особенность: решение перечисленных задач в полном объеме может стать реальностью только в соответствующих социальных условиях, предполагающих ликвидацию антагонистических классовых противоречий.

Уровень 3. Основная характеристика этапа – перевод основной части промышленности на безотходное производство, полное использование вторичных ресурсов, резкое снижение величины энергии, мигрирующей в системе, разработка комплексов экологически сбалансированных технологических процессов. На этом этапе среда и цивилизация должны взаимно оптимальным образом приспособиться друг к другу – такую задачу ставил в свое время академик В. И. Вернадский.

Не следует понимать дело таким образом, что время решения задачи третьего этапа – создание экологически сбалансированной энергетики – наступит лишь после выхода на уровень $j = 2$. Различия между вторым и третьим этапами состоят главным образом в том, где находится центр тяжести работ по проблемам энергоресурсов.

На этом этапе своего развития цивилизация осваивает комплексные энергопроизводственные и агроэнергетические циклы, обеспечивающие хорошо сбалансированное экологическое равновесие между нею и окружающей средой. Сюда относится, например, химическая биоэнергетика, задача которой состоит в разложении воды на водород и кислород под действием света. Известно, что под действием света ферментные системы некоторых бактерий успешно разлагают воду, однако КПД этого процесса невелик. Овладение этой реакцией откроет возможности резкого повышения урожайности сельскохозяйственных культур – до 150 т сухого вещества с гектара, т. е. в 10 раз больше современного уровня, – и одновременно получения в больших количествах свободного водорода. По оценкам академика Н. Н. Семенова¹, этот метод способен обеспечить производство энергии до 50 Вт/м⁶.

⁶ Семенов Н. Н. Наука и общество. М., Наука, 1983, с. 109 – 144.

В промышленности на этом этапе развиваются технологические процессы, основанные на согласовании, фазировке энергопроизводственных циклов. В качестве конкретного примера таких процессов укажем на возможность использования химических реакций с выборочным возбуждением нужных энергетических уровней атомов и молекул.

На этапе $j = 3$ еще более важное значение приобретают рассмотренные выше вопросы искусственного интеллекта, эвристического программирования, развития техники ЭВМ. Обобщение исследований, выполненных на предыдущем этапе, приводит к возникновению единой теории самоорганизующихся систем, наиболее важным объектом которой оказывается сама цивилизация. Отличительная особенность третьего этапа развития цивилизации по критерию управления состоит в переходе к целенаправленному и планомерному конструированию экологического оптимума в масштабах всей планеты.

Переход к уровню $j = 3$ по критерию S_3 характеризуется решением фундаментальных связанных между собой комплексных проблем: направленное управление генетическим кодом, биоэлектронные кибернетические системы. Первое из этих направлений – генная

инженерия, или генотехника, – может иметь своим объектом микрофлору, а затем растительный и животный мир.

Методы генотехники уже в настоящее время находят применение в селекции микроорганизмов в интересах резкого повышения эффективности микробиологической промышленности. Следующий этап – перестройка геномной структуры полезных растений. При этом могут быть решены такие задачи, как получение сортов растений, способных к связыванию азота, качественная перестройка растительного белка и приближение его по свойствам к белку животному, получение растений, обеспечивающих эффективное разложение воды на водород и кислород и т. д. Именно на этой основе станет возможным широкое развитие биоэнергетических и агропромышленных комплексов⁷.

⁷ Общая биология. Под ред. Н. П. Дубинина. М., Просвещение, 1980.

Говоря о разработке биоэлектронных систем, следует отметить, что они найдут применение в первую очередь в целях протезирования различных органов человека. Уже в настоящее время широко известны работы по созданию искусственного сердца, биоэлектронных конечностей, органов слуха и зрения и т. п. Принципиальная возможность прямого общения человека с ЭВМ позволяет поставить в перспективе задачи разработки новых высокоэффективных методов обучения, резкого повышения творческих возможностей личности, использующей в режиме диалога память ЭВМ и заложенные в ней программы и т. д. Использование терминалов и персональных компьютеров в состоянии сделать эти возможности широко доступными.

Несомненно, наиболее трудная задача, которую цивилизация может решить на уровне $j = 3$, – это сохранение личности. Вспомним: диалектика живого состоит в том, что биосфера бессмертна, индивидуум смертен. Однако личность по самому своему смыслу – динамическая категория. Поэтому задачу ее сохранения следует понимать не как консервацию на неопределенно долгий срок какого-то ее стационарного состояния – даже такого приятного, как вечная молодость, – а как поддержание непрерывности и преемственности процесса развития этой личности. Важно при этом обеспечить самой личности право свободного выбора этой непрерывности и преемственности.

Уровень 4. Четвертая, высшая ступень технологической эволюции цивилизации связана с весьма отдаленными перспективами освоения таких источников энергии, как аннигиляция вещества и антивещества, сверхплотные состояния материи, сверхтяжелые атомные ядра, мюонный и кварковый катализ и т. п. Объединим все эти пока во многом не ясные нам возможности общим термином «параэнергетика».

Каждая из перечисленных возможностей носит в настоящее время, разумеется, весьма гипотетический характер, это дает нам право воздержаться от их сколько-нибудь обстоятельного разбора. Но поскольку таких принципиально новых гипотетических возможностей довольно много, можно считать, что «математическое ожидание» решения проблемы параэнергетики тем или иным конкретным способом существенно больше нуля.

Помимо достижений параэнергетики, на уровне $j = 4$ можно также ожидать решения задачи репликации – полностью автоматизированного и малоэнергоемкого воспроизводства любых материальных объектов. Становится реальным решение и другой задачи – геотехнологии, т. е. искусственного восстановления минеральных ресурсов, которая была поставлена еще В. И. Вернадским. Для описания этих достижений энергетики и технологии на уровне $j = 4$ введем термин «экоэнергетика».

Высший, четвертый этап развития КЦ по критерию управления характеризуется резким повышением эффективности научных исследований прежде всего за счет радикального изменения роли ЭВМ. Имеются, в частности, в виду машинные методы получения качественно новой информации. Для обозначения этих особенностей научных исследований используем термин «когерентность». Когерентные методы получения новой информации с помощью ЭВМ смогут опираться на совершенную электронную технику будущего, методы эвристического программирования, машинный эксперимент и т. п.

Предпосылки для такого принципиально нового подхода к решению фундаментальных проблем имеются уже в настоящее время. Сошлемся в качестве примера на Государственный реестр открытий СССР, в котором под № 55 зарегистрировано открытие нового явления – возникновение в плазме, находящейся в магнитном поле, высокотемпературного электропроводного T -слоя. Это открытие коллектива советских ученых во главе с академиками А. Н. Тихоновым и А. А. Самарским было сделано путем вычислительного эксперимента, осуществленного с помощью ЭВМ.

Перейдем к характеристике уровня $j = 4$ по критерию самоорганизации разумной жизни. Решение проблемы сохранения и творческого обогащения личности, мобилизация ресурсов интеллекта за счет взаимодействия человека с ЭВМ подводят к постановке вопроса о качественно новом этапе в развитии разумной жизни – переходе к возникновению единого планетарного разума. Несомненно, во всем выполненном анализе это наиболее гипотетическая проблема. И все же предпосылки для ее постановки имеются.

Установление множественных эффективных связей человек – машина, коллектив – машина, человек – машина – человек и т. д., с одной стороны, обеспечивает наиболее полное раскрытие индивидуальных творческих потенциалов личности и ее максимальное самовыражение. Но с другой стороны, те же процессы равнозначны диффузии, размыванию границ, которые первоначально отделяли личность от других индивидуумов и от коллективного интеллекта. Следствием этого процесса оказывается резкое усиление основной творческой и преобразующей функции цивилизации. Обозначим эту предельно высокую в рамках данной модели форму самоорганизации разумной жизни термином «нообионт» – от греческих слов «ноос» (разум) и «биос» (жизнь).

Диалектику перехода к этой фазе существования разума можно мыслить как крайнюю степень раскрытия творческих потенциалов индивидуума, которая становится возможной только путем укрепления и усложнения межличностных связей. Неоднократно рассматривался вопрос об информационном взрыве и информационном кризисе как об одном из отрицательных следствий научно-технической революции уже сегодня. Переход разума в состояние нообионта обеспечивает наиболее эффективное устранение нежелательных последствий этого кризиса и создает предпосылки для дальнейшего движения разума вперед.

Мысли о бессмертии разума, о неизбежности его превращения в самую могущественную силу Вселенной неоднократно высказывал К. Э. Циолковский. Однако в его время не было кибернетики, молекулярной биологии, биохимии, биофизики, биотехники, микроэлектроники. Поэтому К. Э. Циолковский не мог найти своим идеям адекватной формы. В наши дни такая возможность существует.

Успехи современной науки сделали реальной перспективу генетического совершенствования. Однако, рассматривая эту перспективу при анализе конкретных путей перехода КЦ к нообионту, необходимо предостеречь от некоторых ошибок в понимании этого вопроса.

Не так давно известный шведский астрофизик Х. Альвен предложил своеобразный утопический вариант «цивилизации удовольствия», основанный на том, что каждый человек посредством специальной микроэлектронной и биоэлектронной аппаратуры, так называемых нейрототалей и минитоталей, подсоединяется к гигантскому компьютерному мозгу. Этот мозг обеспечивает человеку жизнь, насыщенную стандартизированными удовольствиями, но одновременно полностью лишает его творческой инициативы.

Сходную точку зрения развивает американский кибернетик Дж. Маккарти, по словам которого, вживление в мозг миниатюрного компьютера «ознаменует новый эволюционный скачок в развитии человеческого вида». Латиноамериканский физиолог Х. Дельгадо осуществил на животных успешные опыты такого рода. По его словам, основная проблема состоит теперь в том, чтобы решить, «какого человека мы собираемся

конструировать». Еще дальше идет американский генетик М. Барнет, который ставит цель коренной переделки человека как биологического вида.

Технические возможности – методы генотехники, вживление в мозг миниатюрных компьютеров и электродов, обеспечивающих прямую связь с ЭВМ, биохимическое воздействие – существуют. Другой вопрос – в каких целях эти возможности могут быть использованы. На западе раздается немало призывов о создании «контролируемого психоцивилизационного общества», о выведении пород «оргмэнов» или «паралюдей» – расы мутантов, во всем послушных своим господам. Нет необходимости разъяснять советскому читателю, что основная цель этих человеконенавистнических «теорий» – сохранение на вечные времена капиталистической системы. По существу, это те же самые идеи, которыми руководствовались главари фашистского рейха, мечтой которых было превратить весь мир в гигантский концентрационный лагерь, но только облеченные в современные научные одежды.

Достаточно также очевидно, что подобные «идеи» противоречат основным законам эволюции КЦ. Между социобиологическими и бюрократическими идеями некоторых западных ученых и идеей нообионта существует одно принципиальное различие. Основное направление «психоцивилизационной революции» – унификация человеческих индивидуумов, подавление их творческого разнообразия. Основная цель перехода к состоянию нообионта прямо противоположна – это максимальное раскрытие и обогащение индивидуального творческого потенциала личности, наиболее полная мобилизация его возможностей в интересах цивилизации. Поэтому «контролируемое психоцивилизационное общество» означает снижение разнообразия и творческого потенциала социума, а нообионт – его максимальное повышение. Другой вопрос, что для достижения этих диаметрально противоположных целей может быть использован сходный арсенал биологических, химических и технологических средств.

Было бы ошибкой думать, что на пути к этой цели остались одни только технические трудности. Напротив, речь идет о весьма отдаленной, причем гипотетической перспективе. При этом важно подчеркнуть: существует одно предварительное условие, без соблюдения которого сама возможность повышения коллективного интеллектуального потенциала цивилизации путем перехода к нообионту превращается в свою противоположность. Это условие состоит в ликвидации на земном шаре эксплуататорских классов.

Только после победы коммунизма во всемирном масштабе создаются предпосылки для научно обоснованной практической постановки вопроса о переходе цивилизации к более высоким ступеням эволюции по критерию самоорганизации разумной жизни. При постановке этой проблемы необходимо рассматривать ее комплексно, не только в техническом, но также и в социальном, этическом и нравственном плане.

Общая сводка наиболее важных отличительных особенностей последовательных уровней развития КЦ, рассмотренных в этом разделе, дана в табл. 1.

Таблица 1

Уровни техноэволюции

j	S_1	S_2	S_3
1	Химические источники энергии	Широкое использование ЭВМ, отраслевые АСУ	Исследования по генетике, молекулярной биологии, биохимии, биофизике, медицине, экологии
2	Ядерная и термоядерная энергетика, индустриализация космоса, водородная энергетика	Глобальная система обработки информации и управления, эвристическое	Ликвидация болезней, решение проблемы пищевых ресурсов,

		программирование, искусственный интеллект	методы мобилизации ресурсов мозга
3	Хемибиоэнергетика, энергопроизводственные и агропромышленные комплексы, когерентная технология	Машинное конструирование экологического оптимума биосферы и ноосферы	Направленное управление генетическим кодом, симбиоз человек – машина, сохранение личности
4	Параэнергетика, репликация, геотехнология, экоэнергетика	Когерентные методы научных исследований, машинные методы получения качественно новой информации	Постсоциальная стадия развития КЦ – нообионт

Быть может, основной недостаток пространства состояний КЦ, показанных в табл. 1 и на рис. 1, – его излишне антропоморфный характер. Однако попытка заранее исключить антропоморфный подход сделала бы анализ намного менее конкретным и резко ограничила бы его прогнозное содержание. Следует также заметить, что с увеличением номера иерархических состояний ($j = 3, 4$) неопределенность прогноза возрастает и наиболее высокие уровни лишь смутно выступают сквозь туман нашего сегодняшнего незнания. Однако в целом общие контуры пространства возможных состояний КЦ указаны скорее всего верно.

Рассматривая пути технологической эволюции, логично поставить вопрос, который иногда задают: возможна ли «нетехнологическая» эволюция КЦ? Нет, невозможна, если понимать технологию как совокупность тех средств, с помощью которых КЦ осуществляет свою творческую адаптирующую функцию. Другой вопрос, что технология не всегда должна опираться на машинное производство, как это имеет место на современном этапе развития нашей земной цивилизации.

Закономерности техноэволюции. Возможные этапы, или уровни, технологической эволюции (или просто техноэволюции) КЦ были показаны в табл. 1. Переход от возможности такого развития к необходимости определяется действием законов техноэволюции.

Конкретизируя выполненный ранее анализ общих особенностей и движущих сил эволюции КЦ, сформулируем эти законы следующим образом:

1. Практическим выражением основной творческой функции КЦ служит процесс ее технологической эволюции, состоящей в последовательном переходе между все более высокими уровнями ее развития.

2. Процесс технологической эволюции КЦ сопровождается усложнением ее внутренней структуры, увеличением потоков информации, используемых для оптимального управления ее деятельностью, возникновением большого числа новых каналов связи между структурными элементами цивилизации.

Из этих законов вытекает ряд важных следствий. Можно, во-первых, утверждать, что основное направление техноэволюции состоит в переходе между качественно различными состояниями, иными словами, этот процесс, носит по преимуществу интенсивный характер. Во-вторых, эволюция КЦ, условия возникновения и первоначальная структура которых могут, вообще говоря, значительно различаться между собой, подчиняется единым универсальным законам, Развитие каждой автономной КЦ можно представить как движение вдоль траекторий в пространстве состояний на рис. 1.

Третье следствие касается эволюции КЦ как динамического процесса. Такой процесс подчиняется экспоненциальным законам роста. Однако в реальных условиях необходимо учитывать такие факторы, как ограниченный характер природных ресурсов, возможность

нарушения экологического равновесия вследствие производственной деятельности цивилизации и др. По этим причинам вероятности эволюции КЦ вдоль разных траекторий различны, иными словами, должны существовать правила отбора таких траекторий.

Четвертое следствие вытекает из второго закона технэволюции и относится к кибернетическим управляющим структурам КЦ. На определенных этапах эволюции эта управляющая структура может утрачивать соответствие потребностям развития. Необходимость диалектического разрешения противоречия, возникающего в этом случае, может придавать эволюции КЦ драматический характер.

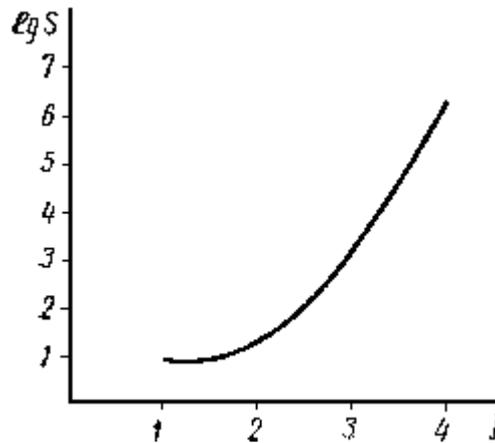


Рис. 2. Зависимость критерия S от номера уровня j

Приведем пример. По выражению Н. Винера, капиталистическая система – образец антигомеостатичной управляющей структуры: возникшие в рамках ее хозяйственного механизма возмущения со временем не затухают, а обеспечение экологически сбалансированного развития, которое представляет собой насущную необходимость для нашей цивилизации, на основе капиталистического способа производства невозможно в принципе. Поэтому для неограниченного развития цивилизации в рамках капиталистической системы существует правило запрета.

Вернемся к третьему следствию. Величину критерия S , который определяет развитие цивилизации, можно считать возрастающей функцией параметра j (рис. 2). Поскольку динамические процессы роста обычно описываются законами экспоненциального вида, удобно записать эту функцию, например, в виде:

$$S = S_0 e^{(j^2 - 1)},$$

где S_0 – начальное значение критерия S (для простоты можно положить $S_0 = 1$); e – основание натуральных логарифмов, т. е. $e = 2,72$.

С другой стороны, переменная величина S зависит от времени. В простейшем случае эта зависимость также имеет экспоненциальный характер

$$S = S_0 e^{\delta t},$$

где δ – показатель степени, или инкремент. Сравнивая эти две формулы, находим выражение для подсчета времени, необходимого для выхода цивилизации на j -й уровень развития:

$$t = \frac{1}{\delta} (j^2 - 1).$$

Результаты расчетов по этой формуле показаны на рис. 3. Здесь кривая 1 соответствует $\delta = 5 \cdot 10^{-2}$, т. е. примерно современным темпам роста для земной цивилизации (см. табл. 1), кривая 2 – $\delta = 10^{-4}$, что соответствует значительно более медленному развитию. Кривая 3 построена для случая, когда по мере развития КЦ темпы эволюции быстро снижаются, а кривая 4 – случаю, когда инкремент меняется с переходом на каждый следующий уровень развития.

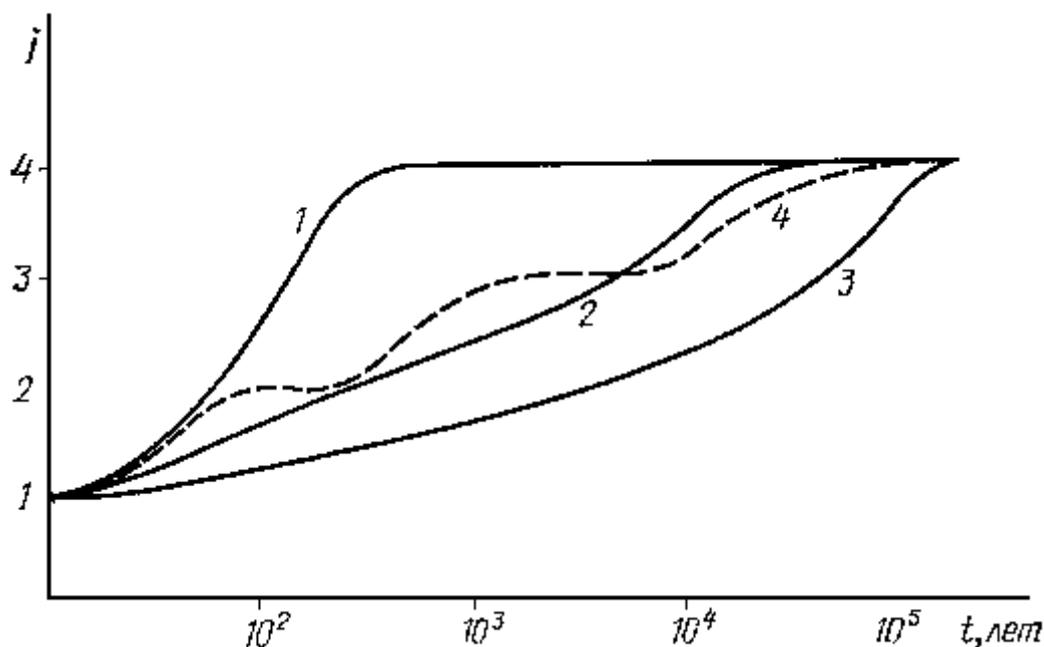


Рис. 3. Динамика технологической эволюции (1 – $\delta = 5 \cdot 10^{-2}$; 2 – $\delta = 10^{-4}$; 3 – δ – убывающая функция j ; 4 – δ – переменная величина)

Оценивая перспективы, следует заметить, что снижение темпов интенсивного развития в условиях нарастающего загрязнения окружающей среды и постепенного истощения невозобновляемых природных ресурсов может привести к возникновению тяжелых кризисных ситуаций.

Об экстенсивном и интенсивном развитии КЦ. Говоря об эволюции космических цивилизаций, нередко имеют в виду в первую очередь рост чисто количественных показателей, главным образом энергопотребления. Исходя из этого принципа, Н. С. Кардашев предлагает рассматривать цивилизации I, II и III типа, которые вышли на уровень энергопотребления в масштабе энергии: 1) получаемой планетой от своего солнца, 2) излучаемой солнцем и 3) всеми звездами галактики. ($3 \cdot 10^6$, $1,3 \cdot 10^{16}$ и $1,3 \cdot 10^{27}$ ЭДж в год соответственно). По оценкам И. С. Шкловского, на заключительном этапе такого развития скорость роста энергопотребления достигает колоссальной величины – порядка 10^{21} ЭДж в год.

Такой процесс эволюции КЦ, который характеризуется прежде всего ростом количественных показателей, называется экстенсивным. Альтернатива экстенсивного развития КЦ состоит в ее интенсивной эволюции, которая характеризуется в первую очередь качественными, а не количественными изменениями (см. табл. 1). Воспользуемся третьим следствием из законов техноэволюции, чтобы оценить относительную вероятность экстенсивной и интенсивной эволюции цивилизации. Проанализируем вначале, с какими трудностями сталкивается КЦ, взявшая на вооружение стратегию неограниченной-космической экспансии.

В настоящее время существует немало проектов сооружения в космическом пространстве вокруг Земли и Солнца различных долговременных орбитальных сооружений промышленного назначения – космических солнечных электростанций, заводов по производству новых материалов, космических поселений. Нет сомнений, что многие из этих проектов будут реализованы с пользой для человечества. Иначе обстоит дело с овладением значительной частью энергии излучения Солнца. Оставаясь на Земле, человечество сможет использовать ничтожную часть этой энергии – не более $10^{-10} - 10^{-11}$, в противном случае неизбежны катастрофические для биосферы изменения климата планеты.

Еще К. Э. Циолковский указал возможный способ поднять эту величину – перейти к сооружению крупномасштабных космических поселений. Обстоятельный анализ таких проектов на основе современных научно-технических достижений выполнил недавно А. Т. Улубеков. Рассматриваются возможности демонтажа существующих планет и сооружения вместо них более удобных, строительства из вещества планет космических городов и т. п. Все эти проекты предполагают перевод между различными околосолнечными орбитами значительных масс вещества.

Рассмотрим в качестве типичного примера подобных транспортных операций демонтаж спутника Юпитера Ио и строительство из его вещества космических поселений в окрестности орбиты Земли. По оценкам, энергоемкость соответствующих транспортных операций составит порядка 10^{30} Дж. Если использовать для этих транспортных операций наиболее перспективные термоядерные двигатели, то необходимая величина расхода термоядерного топлива составит около 10^{14} т. Напомним, что полные запасы лития, который служит сырьем для получения трития в дейтерий-трیتیевом термоядерном реакторе, в океанах Земли составляют всего $2 \cdot 10^{11}$ т.

Подобные оценки позволяют сделать вывод, что на стадии техноэволюции реализация таких проектов, направленных на использование более высокой доли энергии излучения Солнца, представляется маловероятной. Интенсивный путь эволюции в условиях ограниченного потребления энергии более эффективен. Допустим, однако, что какая-то часть цивилизаций преодолела эти трудности и устремилась к ближайшим звездам. На этом этапе возникает новая специфическая проблема – сохранение целостности КЦ, пространственный масштаб которых порядка межзвездных расстояний. Такая цивилизация в конечном счете неизбежно утратит связность и фактически распадется на автономные, слабо взаимодействующие системы. Поскольку это противоречит основному закону эволюции КЦ, выбор подобной стратегии развития мало вероятен.

Существуют факторы, которые делают космизацию человеческой деятельности неизбежной, – истощение природных ресурсов, нарастающее загрязнение окружающей среды промышленными отходами, потребность в новых источниках энергии, эффективность космической индустриализации. Однако выход в космос и освоение цивилизацией уровня энергопотребления, скажем, в масштабе энергии, получаемой Землей от Солнца, – это одно, а неизбежность безграничного роста энергопотребления вплоть до звездных и галактических масштабов – совсем другое. Необходимость развития цивилизации в этом последнем направлении не вытекает из законов ее эволюции.

Сказанное позволяет сделать вывод: вероятность существования КЦ типа II и особенно III очень мала. Фактически единственное направление технологической эволюции КЦ – это их интенсивное развитие, основанное в первую очередь на периодических переходах к новым, все более эффективным технологическим производственным процессам, обеспечивающим поддержание равновесия с окружающей средой, и соответственно на периодической организационной перестройке внутренней структуры цивилизации. Рост количественных показателей, в первую очередь энергопотребления происходит при этом только в той степени, в какой не нарушаются эти основные условия эволюции.

Какова дальнейшая судьба КЦ, достигших высшей стадии развития разумной жизни на пути интенсивной эволюции? Ответа на этот вопрос в рамках модели технологической эволюции получить нельзя.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ

Какова вероятность гибели КЦ? Итак, технологический взлет цивилизаций по космическим масштабам длится не больше, чем век бабочки-однодневки в летнем лесу. Что же дальше? Некоторые исследователи (С. фон Хорнер, Ф. Уоршофски) утверждают: дальше – ничего. Испытав стремительный подъем, космические цивилизации неизбежно гибнут: либо утрачивая вкус к жизни в куцах «потребительского рая», либо задохнувшись

в технологических отходах, либо, наконец, сгорев в огне ракетно-ядерных катастроф. Продолжительность этого взлета невелика – не больше 10^3 лет. Согласно этой точке зрения именно кратковременностью жизни цивилизаций в технологической фазе их развития объясняется тот «цивилизационный вакуум» в окружающей нас Вселенной, с которым столкнулись исследователи по проблеме SETI.

Согласимся с тем, что такие опасности, несомненно, вполне реальны. Но более важен другой вопрос: насколько велика вероятность того, что КЦ в процессе своей эволюции найдут достаточно эффективные средства, чтобы избежать подобной апокалиптической угрозы. Чтобы разобраться в этом вопросе, рассмотрим подробнее, какими аргументами располагают в пользу своих финалистских концепций С. фон Хорнер и другие.

1. Гибель цивилизации вследствие космических катастроф достаточно крупных масштабов (взрыв звезды как Сверхновой, столкновение звезд, истощение внутренних запасов энергии собственного солнца и т. п.). Но, во-первых, такие катастрофы – чрезвычайно редкое явление, а во-вторых, они развиваются достаточно медленно и цивилизация скорее всего будет иметь время, чтобы приспособиться к изменившимся условиям.

Недавно американский астрофизик Ф. Дайсон развил так называемую теорию космической экологии. В основу этой теории положена, в частности, аксиома адаптивности, согласно которой, имея достаточно времени, жизнь может приспособиться к любой среде. Аналогичную точку зрения отстаивал в своих работах и К. Э. Циолковский, который считал, например, что разумные существа могут жить в космическом вакууме, используя для поддержания жизни непосредственно энергию излучения Солнца.

2. Гибель цивилизации вследствие глобальных факторов (истощение природных ресурсов, энергетический кризис, загрязнение среды обитания и т. п.). История человечества знает немало примеров гибели древних цивилизаций, вызванных их собственными ошибками. Это могло быть превращение собственной страны в пустыню или уничтожение животных, но каждый раз подлинные, глубинные причины экологических катастроф носили социальный характер, были обусловлены борьбой классов-антагонистов. Существуют такие опасности и в наше время.

Реальный масштаб соответствующих проблем вполне понимают и западные ученые. Отсюда идут различного рода алармистские идеи и концепции глобализма, которые формулируют «рецепты» спасения человечества путем его объединения в борьбе с нарастающими кризисными явлениями. Однако сторонники этой точки зрения не учитывают главного – социальных корней явлений, лекарство от которых они пробуют искать. Подлинный путь к преодолению опасных для цивилизаций последствий энергетического, экологического и других кризисов лежит прежде всего через установление на всей планете справедливой социальной системы.

3. Опасность социальных конфликтов и ядерной катастрофы глобального масштаба. Нет сомнений, это грозный фактор.

Но нет сомнений и в том, что силы мира и прогресса – во всяком случае на планете по имени Земля – полны решимости отстоять от этой опасности будущее собственной цивилизации. И они в состоянии это сделать.

Говоря о социальных факторах как об источниках потенциальной угрозы глобального масштаба, следует также помнить, что они опасны не только сами по себе, но и в роли «пускового механизма» для необратимых изменений, обусловленных энергетическим, экологическим, демографическим и другими кризисами. Предотвращение опасных последствий этих факторов зависит, очевидно, в первую очередь от уровня понимания проблемы, чувства ответственности и доброй воли разумных существ, образующих социальное единство – космическую цивилизацию – и готовых отстоять собственное будущее.

4. Самоликвидация разумной жизни вследствие интеллектуального или духовного вырождения в условиях «потребительского рая». Одна группа моделей такого рода распада цивилизации неплохо исследована в западной художественной литературе – вспомним знаменитый роман-антиутопию «Этот прекрасный новый мир» Олдоса Хаксли. Достаточно очевидно, однако, что подобные модели в социальном плане основаны на простой экстраполяции в будущее и соответствующей гиперболизации реальных социальных противоречий современной капиталистической системы. Столь же очевидно, что сама капиталистическая система отнюдь не является фатально неустранимой неизбежностью эволюции космических цивилизаций.

Другая группа доводов основана на соображениях: скорее технического плана. В условиях автоматизированного «потребительского рая», который сулит человечеству бурный прогресс технологии, острая необходимость в интеллектуальной деятельности, направленной на обеспечение условий существования, как будто исчезает. Отсутствие потребности неизбежно ведет к угасанию интеллекта.

Эти рассуждения глубоко ошибочны. Состояние неограниченного во времени «потребительского рая» – не более чем фикция, которая не реализуется нигде и никогда. Напротив, существование КЦ – это процесс разрешения на каждом этапе новых противоречий, процесс преодоления все новых трудностей, требующий от цивилизации постоянной мобилизации всего интеллектуального потенциала.

Выполненный анализ приводит к выводу, что космические цивилизации обладают высокой устойчивостью по отношению к возмущающим факторам внешнего и внутреннего происхождения. Это, конечно, не означает, что гибель цивилизаций вообще невозможна, но вероятность такого исхода очень невелика. Существенно при этом подчеркнуть, что выход из потенциально опасных кризисных ситуаций КЦ, как правило, должны находить на интенсивных путях развития.

О пределах развития науки. Поскольку возможности системного обобщения современных научно-технических достижений в значительной степени исчерпаны построением модели технологической эволюции, любой последующий анализ будет по необходимости носить стохастический характер. Поэтому основную гипотезу соответствующих стохастических моделей эволюции КЦ можно сформулировать в следующем виде: современная фундаментальная наука далека от завершения и, следовательно, число возможных состояний КЦ в табл. 1 можно принять равным $j > j_0 = 4$.

Проанализируем основания для этой гипотезы на примере физики. Согласно современным представлениям физика – это наука о природе, изучающая наиболее общие свойства материального мира. Вследствие этой общности законы физики лежат в основе естествознания в целом. Основная задача физической теории состоит в том, чтобы объяснить наблюдаемую экспериментально структуру материального мира. «Наша цель, – писал один из крупнейших современных физиков П. Дирак, – получить единую всеобъемлющую теорию, пригодную для описания всей физики в целом... Такая всеобъемлющая теория еще не создана. Она является конечной целью, к достижению которой стремятся все физики».

Будет ли эта цель когда-либо достигнута и будет ли завершена теоретическая физика?

Вот мнение одного из ведущих современных физиков-теоретиков С. Хокинга: «не исключено, что мы увидим законченную теорию еще при жизни некоторых из присутствующих здесь». Напомним, что в истории физики подобные заявления делались неоднократно, но затем новые открытия заставляли теоретиков признать ошибку. Разумеется, каждый раз, когда физики делали подобные утверждения, у них были для этого весьма серьезные аргументы. Возможно, на этот раз они правы, и физическая теория в ближайшие десятилетия действительно будет завершена. Однако даже в этом случае нельзя будет говорить о завершении науки в целом. Сохранятся возможности для продвижения естествознания на качественно новые, более высокие уровни развития за

счет системного обобщения знаний, накопленных различными научными дисциплинами, за счет новых открытий на стыке разных научных направлений.

Модели метанаучной эволюции. Говоря о развитии науки в целом, а не одной только физики, необходимо отметить одну общую особенность принципиального характера: основными объектами исследования все чаще становятся комплексные явления, представляющие собой сложную совокупность разнородных процессов. Преобладающую роль в исследовании таких явлений начинает играть системный подход, идущий на смену привычному сведению более сложных явлений к простым, элементарным. На этом новом этапе своего развития наука ставит и решает задачи целостного описания сложных объектов материального мира путем построения совокупности моделей различной сложности и структуры, образующих взаимосвязанное иерархическое единство.

На неизбежность развития науки в этом направлении указывал К. Маркс. «Сама история, – писал он, – является **действительной частью истории природы**, становления природы человеком. Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет **одна наука**».

Некоторые читатели, возможно, спросят: а стоит ли спешить и заглядывать в колодцы неоткрытых еще научных истин? Не надежнее ли подождать?

На это можно возразить следующее. Наука в своем развитии не отбрасывает того, что служило ее фундаментом на предшествующих уровнях развития, а лишь уточняет границы применимости старых теорий. Поэтому, говоря о существенно новых открытиях, которые, вероятно, ожидают нас в будущем, мы можем рассчитывать, что многое нам будет понятно. В то же время, пользуясь метким определением известного математика К. Зимана, оценки и прогнозы подобного рода следует рассматривать как пример «фантастики для ученых».

После этих вводных замечаний рассмотрим стохастические модели эволюции КЦ, основанные на этих идеях.

1. *Посттехнологическая эволюция.* Вспомним сформулированную ранее основную гипотезу стохастического подхода к эволюции КЦ, согласно которой табл. 1 можно дополнить несколькими последующими уровнями, качественно различающимися между собой. В последовательном переходе между этими уровнями и будет состоять процесс посттехнологической эволюции. Очевидно, мы вправе распространить на этот процесс общие закономерности техноэволюции.

И хотя мы не в состоянии в настоящее время конкретизировать содержание этих новых уровней развития, такой подход все же позволяет указать некоторые общие свойства эволюции. Одно из следствий такого подхода состоит в том, что продолжительность техноэволюции КЦ по сравнению со сделанными ранее оценками ($10^3 - 10^5$ лет) увеличивается по крайней мере в несколько раз, но по-прежнему остается существенно меньше возраста Метагалактики.

2. *Парадоксальная эволюция.* В основу этой модели положены некоторые парадоксальные физические гипотезы, выдвинутые в настоящее время теоретиками, но не получившие пока экспериментального подтверждения. Рассмотрим примеры таких гипотез, которые могут быть положены в основу весьма необычных вариантов эволюции КЦ.

Начнем с гипотезы академика М. А. Маркова о макро-микросимметрии Вселенной. Согласно представлениям общей теории относительности (ОТО) если масса системы достаточно велика, то, начиная с некоторого значения радиуса этой системы, чем *больше* становится радиус, тем *меньше* площадь ее поверхности. Это удивительное свойство, разумеется, резко расходится с привычными следствиями из геометрии Евклида. Тем не менее его надо принять на веру, потому что оно выведено из ОТО, которая хорошо подтверждена большим количеством экспериментов.

Пойдем дальше. Если масса, находящаяся внутри такой сферы очень велика, то в пределе такая система, внутри которой может заключаться вся Метагалактика, для внешнего наблюдателя исчезает. М. А. Марков показал: при некоторых дополнительных предположениях система оказывается замкнутой не полностью – внешним наблюдателем она будет восприниматься как микрочастица с массой порядка 10^{-6} г и размером 10^{-33} см. Объекты такого рода, которые могут включать в себя целую Метагалактику, но во внешнем мире проявляют себя как элементарные частицы, Марков предложил называть фридмонами, в честь известного советского ученого А. А. Фридмана.

Существуют ли фридмоны, возникшие на кончике пера теоретика, в действительности? Этого мы пока не знаем.

Но мы вправе попытаться ответить на другой вопрос: а что если эти гипотетические частицы, каждая из которых может содержать внутри себя целую Метагалактику с неизвестными свойствами, если такие частицы реальны, как это повлияет на наши представления об эволюции КЦ? С подобной точки зрения нельзя, например, исключить, что наша собственная Метагалактика тоже является таким фридмоном, а в окружающем нас мире, в свою очередь, могут существовать другие фридмоны, которые земной наблюдатель будет воспринимать как элементарные частицы. Как тут не вспомнить известных стихов В. Брюсова:

Быть может, эти электроны –
Миры, где пять материков.
Искусства, зная, войны, троны
И память сорока веков!

Рассматривая возможные следствия гипотезы М. А. Маркова для эволюции КЦ, можно указать ряд принципиально новых возможностей для творческой и преобразующей деятельности этих цивилизаций: установление связей с другой Метагалактикой через микроскопическую горловину фридмона, и т. д. Кроме того, поскольку объекты микромира доступны направленному воздействию с помощью ускорителей элементарных частиц высокой энергии, открывается принципиальная возможность активного воздействия на структуру Метагалактики, заключенной внутри фридмона. Впрочем, такая возможность относится скорее к следующей модели стохастической эволюции КЦ.

Наряду с гипотезой М. А. Маркова о макро-микросимметрии Вселенной, можно указать целый ряд других удивительных следствий ОТО, которые интересны для анализа парадоксальной эволюции КЦ: черные и белые дыры, одновременное существование Метагалактик с различными физическими свойствами, пространства с переменной метрикой и др. Здесь нет возможности рассматривать эти следствия сколько-нибудь подробно, к тому же большинство этих предсказаний теории пока не проверено в экспериментах. Ограничимся только одним примером того, как подобные гипотетические явления или свойства Вселенной могут повлиять на эволюцию КЦ. Этот пример принадлежит Н. С. Кардашеву, который высказал гипотезу, что цивилизации в состоянии совершать путешествия в другие Метагалактики, пользуясь необычными свойствами пространства-времени в окрестности черных дыр – удивительных космических объектов, предсказываемых ОТО.

3. *Космокреатика.* Эта модель эволюции подразумевает гипотетическую деятельность разума, направленную на фундаментальную перестройку структуры материального мира, включая, быть может, изменение его пространственно-временных свойств и некоторых основных законов. Один такой пример уже приводился выше в связи с анализом гипотезы М. А. Маркова о фридмонах.

Различные варианты этой модели эволюции рассмотрены С. Лемом в его книге «Сумма технологии» («выращивание новой информации с помощью ЭВМ», «космогоническое конструирование – создание новых миров» и т. п.). Конкретизируя эту

проблему, Н. С. Кардашев поставил даже вопрос о том, не является ли факт расширения наблюдаемой части Вселенной результатом деятельности суперцивилизации.

Было бы, однако, принципиальной ошибкой рассматривать эту модель эволюции как реализацию идеалистического тезиса И. Канта: рассудок диктует свои законы природе. Речь идет совсем о другом – об использовании более общих принципов и закономерностей, действующих в материальном мире, для управления теми или иными конкретными процессами более частного характера в интересах цивилизации.

4. *Автоэволюция разумной жизни.* Если космический разум найдет полезным для осуществления своих целей осуществить некие действия по перестройке тех или иных общих свойств мира (космокреатика), то в своей, преобразующей деятельности он может поставить перед собой и задачи самоперестройки. Один такой пример фактически уже был рассмотрен ранее – это переход к состоянию нообионта. Другой пример – гетерономная эволюция – рассмотрен в следующей главе.

Важная отличительная особенность трех последних моделей метанаучной эволюции состоит в том, что продолжительность соответствующих фаз развития цивилизации может быть весьма значительной. Это тем более справедливо для таких моделей, как парадоксальная эволюция или космокреатика, когда сам ход времени может быть резко неоднородным. Что такое, например, «время» фридмона и «время» внешнего по отношению к его системе экспериментатора?

ГЕТЕРОНОМНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Неизбежна ли гетерономная эволюция? «Гетерос» – по-гречески значит «другой, разнородный». Гетерономная эволюция в отличие от автономной эволюции одной единственной цивилизации означает поэтому одновременную эволюцию некоторого множества взаимодействующих КЦ.

Довольно широко распространена точка зрения, согласно которой биологический вид *Homo sapiens* или что-то подобное ему – вершина развития разумной жизни. Достигнув этой вершины, эволюция остановится, и дальнейшие изменения тут просто невозможны. Однако такая точка зрения основана на недоразумении. В самом деле, если сама разумная жизнь является высшей точкой развития материи, то нет никаких оснований утверждать то же самое о любой конкретной форме, в которой разумная жизнь может существовать где-либо во Вселенной, включая и ту форму, в которой эта жизнь возникла на нашей планете.

Здесь следует обратить внимание еще на один момент. Возникновение разумной жизни на Земле – закономерный результат эволюции, но выделение при этом именно вида *Homo sapiens* – случайность. Таким образом, возникновение той или иной конкретной формы разумной жизни – это проявление диалектического единства необходимого и случайного. При других условиях носителями разума могут оказаться совсем другие живые существа, в том числе и обладающие другой биологией.

Вспомним еще один диалектический закон развития природы и мышления – закон отрицания отрицания. Согласно этому закону развитие представляет собой последовательность циклов, каждому из которых присущи определенные внутренние противоречия, являющиеся источником развития и приводящие в конечном счете к необходимости перехода на следующую ступень развития, где эти противоречия снимаются. Этот закон выражает преемственность развития природы и мышления, отрицание как «снятие» низшего высшим, старого новым, но при сохранении на новой ступени всего положительного, усвоенного ранее.

Учитывая сказанное, вернемся к той характеристике, которая была дана ранее высшему состоянию разумной жизни в рамках модели техноэволюции – нообионту. Речь шла о диалектическом единстве двух взаимно противоречивых процессов – максимального раскрытия творческих возможностей личности и размывания границ

между этой личностью и коллективным интеллектом цивилизации в целом. Ранее отмечалось, что этот внутренне противоречивый процесс ведет прежде всего к максимальному усилению коллективного интеллекта КЦ и, следовательно, к существенному возрастанию ее основной преобразующей функции.

Но тот же самый процесс – диффузионное размывание межличностных границ – ведет к отрицательным следствиям, поскольку в пределе он может означать излишнюю унификацию разумной жизни, снижение ее творческого потенциального разнообразия, следовательно, и падение творческой функции цивилизации.

Саму разумную жизнь можно рассматривать как нарушение симметрии во Вселенной, поскольку в процессе ее эволюции последовательно происходит разделение живого и неживого, разумного и неразумного. Нарушение симметрии играет очень важную роль в эволюции Вселенной, поскольку при этом каждый раз возникают новые различающиеся между собой состояния. Но именно в последовательном переходе между такими качественно различающимися состояниями, видимо, и состоит процесс эволюции разумной жизни.

Таким образом, мы приходим к выводу, что последовательное развитие противоречивых процессов, приводящих сначала к переходу разумной жизни на более высокую ступень эволюции – в состояние нообионта, – в конечном счете ставит ее перед опасностью вырождения, резкого ограничения возможного разнообразия ее внутренних состояний. И одним из эффективных путей «снятия», разрешения этого диалектического противоречия может послужить именно переход КЦ к гетерономной эволюции.

Метацивилизации. Практическим выражением гетерономной эволюции является возникновение объединений цивилизаций – метацивилизаций (МЦ). Гипотезы об их возникновении выдвигались и ранее («Великое кольцо» И. А. Ефремова, «Галактический клуб» Р. Брейсуэлла), однако основной упор при этом делался на проблему контакта. В отличие от этого для модели гетероэволюции особенно важно исследование структурных и динамических закономерностей развития цивилизаций. Главное при этом состоит в том, что само возникновение МЦ можно рассматривать как необходимый и закономерный этап эволюции космического разума.

Можно указать несколько предварительных условий, при соблюдении которых возникновение МЦ выглядит вполне реальным.

1. Существуют области Вселенной, в которых плотность КЦ, находящихся в коммуникабельной фазе эволюции, достаточно велика.

2. Существуют физические предпосылки для создания между различными КЦ достаточно эффективных каналов связи.

3. Существуют заранее установленные информационные гарантии, что взаимодействие КЦ с инопланетной разумной жизнью не связано с какими-либо серьезными потенциальными опасностями.

В зависимости от способа обмена информацией между КЦ можно предложить следующую классификацию моделей метацивилизаций:

1. Ортодоксальная модель МЦ, основанная на использовании таких в настоящее время хорошо исследованных средств обмена информацией, как радиосвязь, посылка автоматических зондов и т. п. Очевидная предпосылка этой модели – достаточно высокая плотность цивилизаций в соответствующей области Вселенной.

2. Парадоксальная модель МЦ, в основе которой лежит гипотетическая возможность использовать для связи какие-то принципиально новые явления, например экстремальные свойства пространства-времени.

3. МЦ искусственного происхождения.

Рассмотрим некоторые общие особенности каждой из этих моделей. Для ортодоксальной модели, задаваясь разумной величиной среднего значения инкремента эволюции δ и средней плотностью КЦ, можно оценить порядок числа цивилизаций, входящих в МЦ. При использовании для обмена информацией радиосвязи подобные

оценки дают для среднего числа КЦ величину масштаба 10^3 . Разумеется, эти оценки условны и приведенную цифру следует рассматривать как сугубо ориентировочную.

Для ортодоксальной модели важно выяснить, существуют ли где-либо во Вселенной области, для которых соблюдается первое из сформулированных выше условий возникновения МЦ. К сожалению, как показали исследования проблемы SETI, область Галактики, в которой находится наша Солнечная система, по всей видимости, не относится к их числу.

Значительно более интересны в этом отношении, например, ядра галактик, в которых плотность звезд в $2 \cdot 10^4$ раз больше околозвездной. Оценивая вероятность возникновения МЦ в ядрах галактик, необходимо учитывать, что во многих галактиках это области, в которых происходят исключительно бурные нестационарные процессы, сопровождаемые выделением больших количеств энергии и проникающих жестких излучений. С другой стороны, разумная жизнь в таких системах может возникнуть, например, под защитой плотных океанов, расположенных на поверхности или даже под поверхностью планеты, либо вообще на основе другой биологии, например в форме «макроядерной» жизни на поверхности нейтронных звезд.

У внимательного читателя в этом месте может возникнуть вопрос: чем же отличается гетероэволюция, приводящая к возникновению МЦ, от модели неограниченного освоения разумной жизнью новых космических пространств, вероятность которого, как утверждалось ранее, весьма невелика?

Такое различие существует и носит принципиальный характер. Экстенсивная эволюция КЦ представляет собой главным образом простое увеличение пространственного масштаба цивилизации и притом в неограниченной степени. Смысл гетероэволюции состоит в переходе к качественно новому этапу разумной жизни.

Установление контактов между КЦ по типу ортодоксальной модели – технически весьма сложная задача. По оценкам В. С. Троицкого, мощность всенаправленного радиомаяка, с помощью которого цивилизации могут установить первоначальный контакт на расстояниях до 1000 св. лет, должна составлять 10^{18} Вт, его масса – $5 \cdot 10^{19}$ т, т. е. около 0,2% массы Земли⁸. Поскольку из экологических соображений разместить такой радиомаяк придется за пределами Солнечной системы, на транспортировку его деталей потребуется израсходовать не менее $5 \cdot 10^{19}$ т ядерного топлива. Из тех же экологических соображений период сооружения такого радиомаяка потребует не менее 30 млн. лет.

⁸ Троицкий В. С. Развитие внеземных цивилизаций и физические закономерности. – В кн.: Проблема поиска внеземных цивилизаций. М., Наука, 1981, с. 5 – 28.

Что касается парадоксальной модели МЦ, то о вероятности ее реализации в настоящее время трудно сказать что-нибудь определенное, поскольку в основе такой модели лежат физические гипотезы, не получившие пока экспериментального подтверждения.

В этих условиях автономная цивилизация, внутренняя диалектика развития которой поставит ее перед необходимостью перехода к такому этапу, должна будет обратиться к третьей модели, т. е. к искусственному созданию «партнеров» по гетероэволюции.

Практические пути решения этой сверхзадачи КЦ могут быть различны. В каком-то варианте может оказаться, например, приемлемой гипотеза «направленной панспермии», выдвинутая Ф. Криком и Л. Оргелом для объяснения возникновения на нашей планете жизни с ее универсальным генетическим кодом.

Возможны и другие пути гетероэволюции индуцированного типа. Можно, например, рассмотреть, полностью имитированный контакт, в котором роль других КЦ возьмет на себя специальный комплекс программ, заложенных в ЭВМ с достаточно большой памятью. Для того чтобы в такой системе должным образом учитывать роль фактора случайности (принципиально новые эффекты, неожиданные открытия и т. п.), в нее можно ввести специальный блок, который будет выполнять соответствующие

функции. Преимущество этого метода состоит в том, что он позволяет теоретически исследовать многие особенности реального контакта.

Закономерности гетерозволюции. Рассмотрим теперь некоторые общие особенности процесса гетерозволюции, которые не зависят от выбранной модели. Поскольку основная цель перехода к стадии МЦ – это повышение-эффективности творческой деятельности разума, целесообразно ввести количественную меру такого повышения эффективности. В качестве подобной меры можно выбрать, например, относительную величину возрастания инкремента эволюции δ либо величину энергии, которую КЦ расходует на получение единичного объема-информации, необходимой для поддержания гомеостаза и на расширение его границ.

Очевидным следствием возникновения МЦ будет возрастание величины этой эффективности. Выигрыш в эффективности обусловлен разделением труда, а на поддержание связей необходимы определенные энергозатраты. Однако увеличение эффективности с ростом числа автономных цивилизаций, образующих МЦ, подчиняется одному математическому закону, а соответствующий рост энергозатрат – другому. Представление о колоссальной стоимости космической связи между цивилизациями можно составить, возвращаясь к оценке энергоемкости сооружения радиомаяков, которую выполнил В. С. Троицкий.

Если сделать реалистическое предположение о неоднородности распределения автономных цивилизаций в пространстве, допустив, например, что их плотность максимальна вблизи некоторого центра, а с удалением от него падает, то можно показать, что существует некоторое предельное число цивилизаций, входящих в МЦ, превышение которого будет означать уже не рост, а падение эффективности.

С учетом этого вывода можно предположить, что оптимальная стратегия МЦ должна состоять в том, чтобы поддерживать собственную численность на достаточном удалении от этого условия неустойчивости. Другой возможный вариант оптимальной стратегии МЦ – программированное управление численностью КЦ и создание искусственных ноосистем в качественно новых иерархических состояниях. Возможно также создание резервных ноо- и биосистем (вспомним снова гипотезу Ф. Крика и Л. Оргелла). Такой вариант стратегии учитывает, что с изменением существующих условий и технологии связи оптимальное число цивилизаций может со временем изменяться.

Приведенные соображения позволяют также сделать вывод, что если где-либо во Вселенной существуют условия, подходящие для возникновения МЦ, то их реальная структура может оказаться довольно сложной. В частности, разные КЦ могут обладать разной степенью связности между собой. Можно поэтому ожидать, что во Вселенной существуют еще более высокие иерархические информационные структуры – союзы МЦ.

Еще одно важное для разумной жизни следствие возникновения МЦ – значительное удлинение продолжительности жизни системы в целом. На эту особенность впервые обратил внимание Л. Н. Никишин: поскольку МЦ имеет в принципе открытый характер, то даже при смене участников, обусловленной теми или иными причинами, общая продолжительность существования системы в целом и соответственно ее эффективность намного возрастают.

Весьма специфическими могут оказаться особенности МЦ в случае парадоксальной модели. В этом случае оказываются не обязательными условия достаточно высокой плотности КЦ и эффективности таких традиционных каналов связи, как обмен радиосообщениями. Более того, если контакты между различными очагами разумной жизни устанавливаются, например, на основе представлений о макро-микросимметрии Вселенной, то реальные масштабы времен для взаимодействующих цивилизаций могут оказаться весьма неравнозначны. Вполне допустима ситуация, когда, скажем, миллиард лет для одной системы эквивалентен намного менее продолжительным промежуткам времени для другой – вплоть до малых долей секунды. А это открывает новые, совершенно удивительные возможности для творческой деятельности разума.

Пожалуй, еще более захватывающие перспективы для взаимодействия КЦ между собой открываются, если обратиться к парадоксальным свойствам пространства-времени в окрестности черных дыр. Обращаясь к анализу уравнений ОТО, который выполнили Р. Керр, И. Д. Новиков, Р. Пенроуз, С. Хокинг, У. Кауфман и другие исследователи, отметим, что при некоторых условиях наблюдатель, находящийся в окрестностях черной дыры, получает возможность посетить множество других миров, обладающих различной структурой и физическими свойствами, включая, быть может, его собственную метagalaxy в прошлом и будущем. В последнем случае речь фактически идет о путешествиях во времени.

Было бы преждевременно отвергать последнюю возможность на том основании, что она как будто противоречит принципу причинности. Дело в том, что в этих случаях реальная структура пространства-времени может оказаться весьма сложной. В частности, если линии времени замкнуты, то события вдоль таких линий носят самосогласованный характер и, следовательно, принцип причинности не нарушается. Иными словами, все события, происходящие вдоль замкнутой линии времени, влияют друг на друга.

Инопланетяне среди нас? Бытует точка зрения: инопланетяне неоднократно посещали нашу Землю в прошлом и посещают ее теперь на своих НЛО, – неопознанных летающих объектах. Сформировались «научные» дисциплины, изучающие эти вопросы – «палеокосмонавтика» и «уфология». После пресловутых книг и фильмов Деникена и тому подобных сочинений, откровенно говоря, от этих тем хотелось остаться в стороне. Но, с другой стороны, нездоровый ажиотаж вокруг прошлых и нынешних «визитов», преднамеренное раздувание слухов – все это наносит немалый ущерб серьезному исследованию проблемы космического разума. К тому же поток подобного рода публикаций не иссякает. Поэтому автор счел целесообразным включить в книгу этот раздел.

Вот книжка «Загадки звездных островов», выпущенная в СССР в 1982 г. На с. 186 можно прочитать «жутковатую и интригующую» историю о гибели маленького инопланетянина, у которого не было ни ушей, ни носа, а глазные впадины расположены по бокам головы. Его корабль потерпел аварию над США. Далее мы узнаем, что подробности этой загадочной истории упрятаны где-то в архивах американской военной разведки...

Что можно сказать по поводу таких публикаций? Типичная спекуляция на совершенно непроверенных слухах. Но этого составителям сборника показалось мало. На с. 154 высказывается предположение: Луна вовсе не естественный спутник Земли, это загадочный Фаэтон, планета, которая раньше находилась между Марсом и Юпитером. Инопланетяне переместили эту планету на ее теперешнюю орбиту, чтобы оставить нам, землянам, памятник о своем визите. Доказательства? Да, в сущности, никаких, зато как эффектно, подлинная сенсация!

Отметим только еще одно обстоятельство: на страницах того же сборника помещены содержательные статьи К. Феоктистова и других космонавтов, а также серьезных инженеров. Хуже всего, что легковесные публикации, основанные на пустых слухах или бездоказательных предположениях, помещенные вперемежку с действительно серьезными материалами, могут восприниматься на веру широкой читательской аудиторией.

Можно было бы привести и другие примеры, но книжка «Загадки звездных островов» в этом отношении типична. Погоня за дешевой сенсацией, не критическое отношение к материалу, неуважение к серьезной науке – вот та основа, на которой возникают всякие вздорные слухи вроде рассказов о маленьких зеленых человечках, которые прилетают на нашу Землю на своих тарелках, чтобы побалакать о том, о сем с первым встречным.

Фактическое положение дел совершенно иное. По данным Академии наук СССР, более 90% сообщений об НЛО связано с необычными природными явлениями или с технической деятельностью человека. Остальная часть наблюдавшихся аномальных

явлений не отождествлена главным образом из-за недостаточно полной наблюдательной информации. В СССР и за рубежом ведутся научные исследования этих аномальных явлений, выдвинут ряд гипотез, объясняющих их возможное происхождение. Главное при этом – вести работу на основании строгих научных принципов.

Несколько иначе обстоит дело со сведениями о посещениях Земли инопланетянами в прошлые времена. Вот, например, сообщения о легендах африканского племени догонов (Техника молодежи, 1978, № 1; 1981, № 7; 1985, № 1). Согласно этим легендам, записанным французскими исследователями, догоны знают от пришельцев, что Сириус – двойная звезда, им известен период обращения спутника Сириуса В, его светимость, плотность его вещества, орбитальные возмущения и даже... существование еще одного спутника этой звезды. Последнее особенно привлекательно: существует возможность проверки легенды – этот спутник пока не открыт!

Но задумаемся о другом: какое содержание вложили несколько столетий назад предки современных догонов в привычные для нас термины «спутник», «орбита», «светимость» и т. п.? Где гарантия, что все эти термины имеют хоть какие-то смысловые эквиваленты в догонском языке?

Принципиальный характер этих вопросов можно проверить, обращаясь к сообщениям цивилизации, о существовании которой мы знаем достоверно, – к сообщениям античной цивилизации Греции. Ученые античности тоже писали о звездах и о планетах. Вот что пишет о звездах, например, Платон: это «божественные сущности, с телом и душой; их видимая форма состояла в основном из огня для того, чтобы они выглядели самыми яркими и прекрасными, а для сходства с Всецелым они сделались шарообразными». Что тут общего с тем, что мы понимаем теперь под тем же самым термином «звезды»? Между прочим, это цитата из самого «Тимея», где содержится также знаменитое предание об Атлантиде. И нет ли у нас на этом основании права предположить, что те же древнеегипетские жрецы, от которых Платон узнал об Атлантиде, поведали также о разумной жизни на далеких звездах, и Платон, не очень хорошо разобравшись, о чем идет речь, записал эти предания? Во всяком случае это будет логическое построение, не хуже всего остального в «палеокосмонавтике».

Видимо, не случайно один из серьезных исследователей вопросов «палеокосмонавтики» С. И. Лисевич, который изучал некоторые странные сведения, содержащиеся в древнекитайских текстах, посвященных императору Хуанди, приходит к осторожному выводу, что его задача состояла в том, чтобы «дать читателю материал для раздумий».

И последнее. Анализ многочисленной информации по «уфологии» и «палеокосмонавтике» позволяет сделать четкий и однозначный вывод: в настоящее время в распоряжении исследователей нет ни одного факта, который надежно свидетельствовал бы о визитах посланцев других КЦ на Землю как в прошлом, так и в настоящем. Но отсутствие доказательств – еще не доказательство отсутствия. Поэтому логично задать еще один вопрос: а какова вероятность подобных визитов в свете рассмотренных моделей эволюции КЦ? Учитывая сценки эффективности контакта и его различных стратегий, выполненные на основании этих моделей, на этот вопрос можно дать однозначный ответ: вероятность таких визитов ничтожно мала.

РАЗУМ И ВСЕЛЕННАЯ

Метамодель эволюции разумной жизни. Совокупность рассмотренных в предыдущих главах моделей КЦ можно представить как некую единую сверхмодель, пригодную для анализа вероятных путей эволюции. Такой подход позволяет учесть сочетание случайного и необходимого в процессе эволюции, а сам этот процесс рассматривать в свете различных взаимно дополнительных аспектов проблемы.

Общая схема моделей эволюции КЦ, рассмотренных в книге, показана на рис. 4. Понимать эту единую метамодель следует как совокупность возможных путей развития КЦ, причем заранее невозможно однозначно определить, в какой степени эти представления будут соответствовать реальности. Однако можно попытаться получить ответ на другой вопрос: какова плотность вероятности распределения КЦ по рассмотренным частным моделям их эволюции?

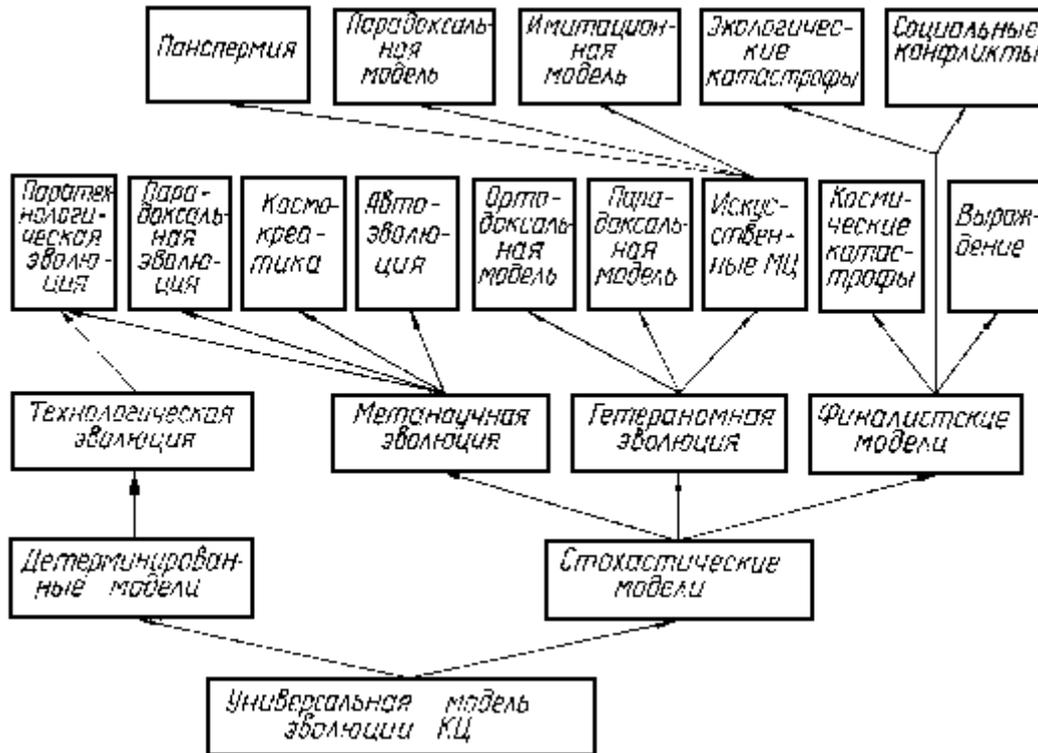


Рис. 4. Универсальная модель эволюции КЦ (общая схема)

Для ответа на этот вопрос будем исходить из фундаментального свойства жизни вообще и разумной жизни в частности: поскольку основная функция живого состоит в нарушении симметрии и в создании новых уровней разнообразия, эту плотность вероятности можно считать пропорциональной числу таких уровней. Производя оценку возможного количества разнообразных уровней в рамках различных моделей эволюции КЦ, можно поэтому построить функцию вероятного распределения КЦ по этим моделям (кривая P на рис. 5). Несмотря на условный характер оценок, видно, что максимум вероятности приходится на модель гетераномной эволюции.

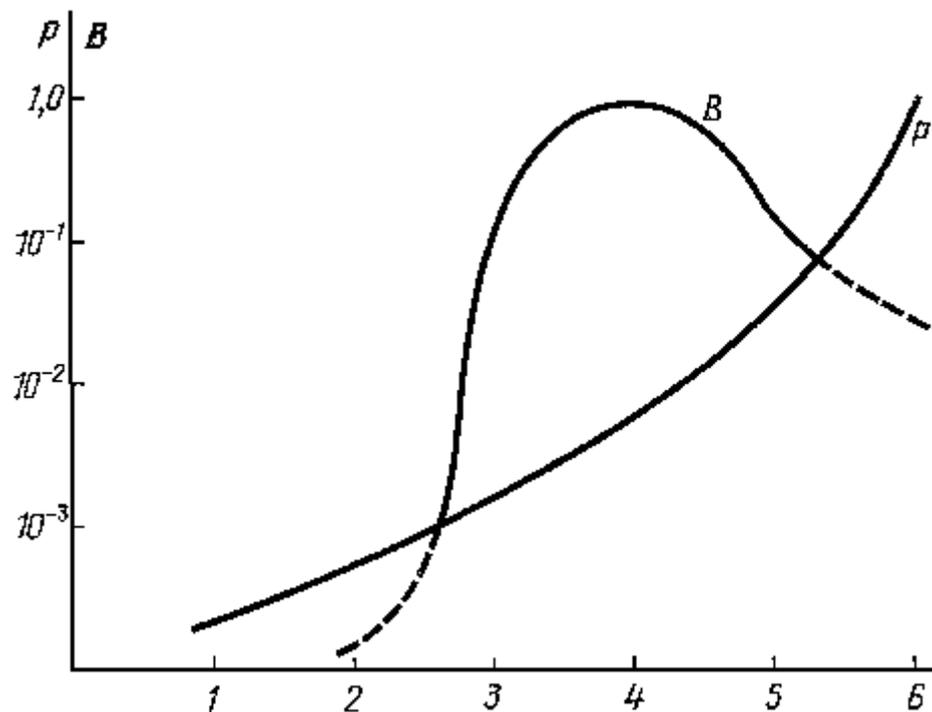


Рис. 5. Распределение плотности вероятности P и «математического ожидания» V по моделям эволюции (по горизонтали: 1 – распад КЦ; 2 – цивилизация удовольствия; 3 – автоэволюция разумной жизни; 4 – метанаучная эволюция; 5 – космокреатика; 6 – гетерономная эволюция)

Здесь необходимо сделать одно важное замечание. В одной из своих работ, посвященных перспективам развития физики, академик В. Л. Гинзбург ввел «математическое ожидание» решения той или иной принципиально новой физической проблемы V . Величина V равна произведению вероятности решения на его научную и практическую важность. Нет сомнений, что новые фундаментальные открытия, о которых шла речь при анализах метанаучных моделей эволюции, в этом смысле наиболее интересны. Этот прогноз учтен на рис. 5, где кривая V качественно отражает этот вывод.

Существует ли возможность хотя бы в первом приближении рассматривать модели техноэволюции и стохастические модели в рамках некоторой единой временной последовательности?

Процесс техноэволюции только на первый взгляд выглядит детерминированным: новые непредсказуемые открытия, если они будут сделаны, приведут к необходимости внести в соответствующую модель существенные коррективы. Тем не менее основания для положительного ответа на поставленный вопрос имеются. «Энергетическая цена» фундаментальных открытий, ведущих к радикальным перестройкам всей системы науки, в наше время намного возросла. Последняя радикальная перестройка естествознания относится ко времени создания квантовой физики и теории относительности, т. е. более полувека назад. Учитывая темпы технологической эволюции, можно ожидать, что по крайней мере на ее начальных этапах новые радикальные перестройки основ науки происходить не будут. Соответствующая этому временная последовательность этапов эволюции КЦ показана на рис. 6.

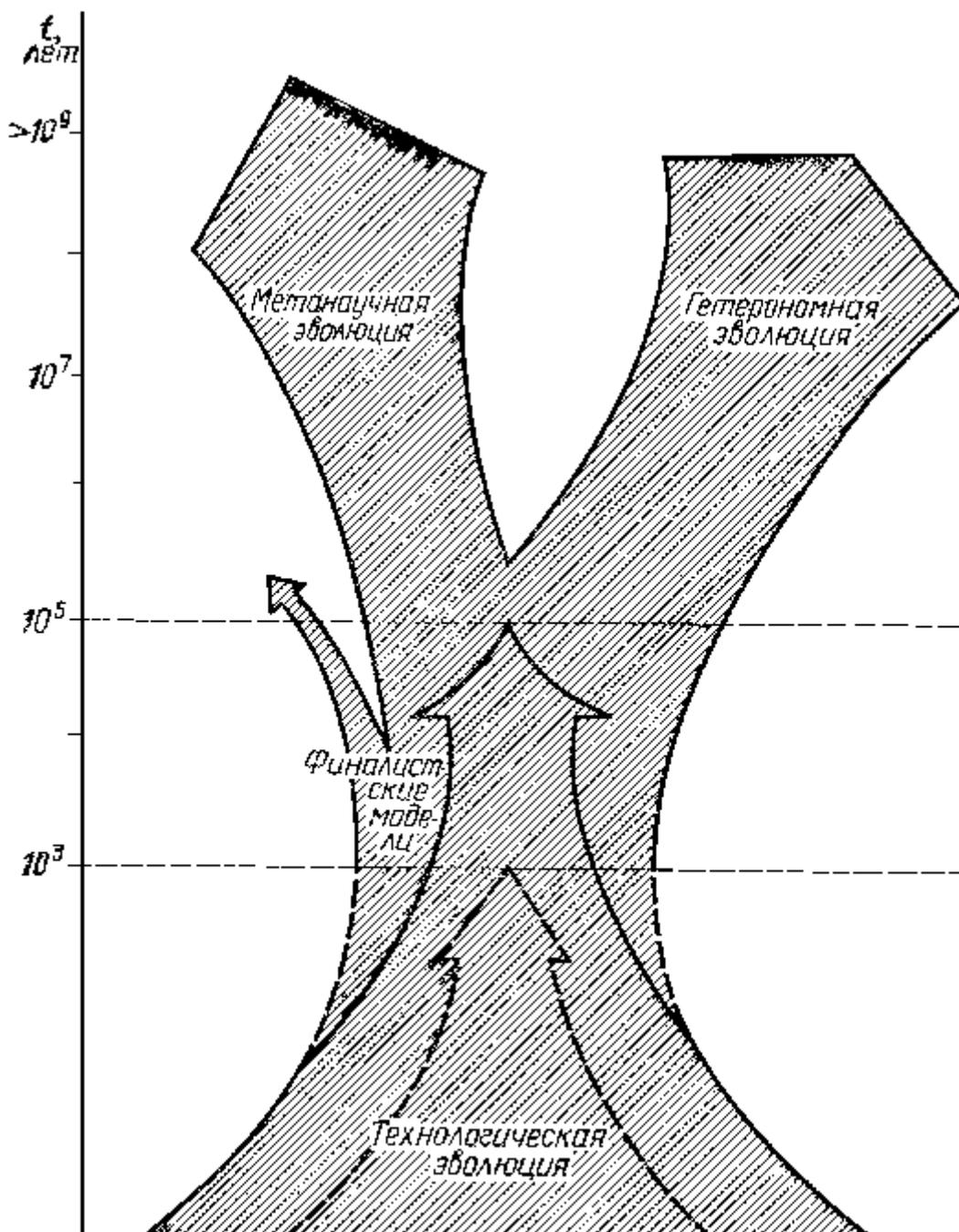


Рис. 6. Динамика эволюции КЦ в рамках универсальной модели

Ноокосмология. Революционную и основополагающую роль для становления современных научных представлений по проблеме разумной жизни во Вселенной сыграл «антиантропоцентрический принцип» Коперника – Джордано Бруно. В наше время после начала активных исследований по освоению космического пространства этот принцип привел к формированию концепции радиационных цивилизаций, овладевших производством достаточно большой энергии, чтобы осуществлять связь между собой на космических расстояниях.

Эта концепция позволяла особенно глубоко не вникать в сложный вопрос о закономерностях и путях эволюции КЦ, поскольку результат поисков мало зависел от соответствующих модельных представлений. К сожалению, эта концепция оказалась пока бесплодной: поиск радиосигналов или «космических чудес» искусственного происхождения не дал ничего.

Наиболее вероятная причина неудачи первого этапа поисков – несовершенство использованной аппаратуры, недостаточно высокая чувствительность приемников, недостаточно широкий размах исследований. Поэтому делать на основе этих неудач выводы о нашем одиночестве во Вселенной преждевременно.

Для дальнейшего продвижения вперед в исследовании проблемы SETI встает насущная задача расширения и углубления основополагающих представлений о роли и месте разумной жизни во Вселенной, о закономерностях и путях эволюции КЦ. Для того чтобы конкретизировать поиски, теперь необходимо лучше разобраться в вопросе о том, кого мы ищем. Исследование этих вопросов, по-видимому, станет задачей нового научного направления комплексного характера – ноокосмологии, т. е. науки о разумной жизни во Вселенной.

Основной вывод, который следует из рассмотренных модельных представлений, состоит в том, что реальная структура космической ноосферы может оказаться весьма сложной. В какой степени эти представления соответствуют действительности, ответить может лишь прямой опыт.

При планировании исследований по проблеме SETI на новом этапе можно высказать несколько пожеланий. 1. Не свертывать экспериментов в рамках программы поиска радиосигналов других КЦ, поскольку такие эксперименты наиболее доступны в настоящее время. Эти исследования находятся пока на начальном этапе, а получение отрицательного результата в познавательном плане будет иметь не меньшее значение, чем успех поисков.

2. Придать всей программе исследований более комплексный и общенаучный характер, включить в нее исследования с позиций различных научных подходов.

3. Развить теорию КЦ, исследовать вопросы эффективности контактов между различными КЦ.

Системный анализ проблем эволюции космических цивилизаций останется полезным и в том крайнем случае, если дальнейшие исследования подтвердят справедливость гипотезы о нашем практическом одиночестве во Вселенной. Системные представления о закономерностях и путях эволюции КЦ можно рассматривать как оценку перспектив развития нашей собственной цивилизации для весьма значительных по длительности промежутков времени.

ЛИТЕРАТУРА

- Голдсмит Д., Оуэн Т. Поиски жизни во Вселенной. М., Мир, 1983.
- Комаров В. Н., Пановкин Б. Н. Человек познающий. М., Московский рабочий, 1983.
- Лем С. Сумма технологии. М., Мир, 1968.
- Мухин Л. М. Планеты и жизнь. М., Молодая гвардия, 1984.
- Населенный космос. Под ред. Б. П. Константинова. М., Наука, 1972.
- Проблема поиска внеземных цивилизаций. Под ред. В. С. Троицкого, Н. С. Кардашева. М., Наука, 1981.
- Улубеков А. Т. Богатства внеземных ресурсов. М., Знание, 1984.
- Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. М., Наука, 1980.
- Школенко Ю. А. Философия, экология, космонавтика. М., Мысль, 1983.

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ

VB 8B – ПЛАНЕТА ИЛИ ЗВЕЗДА?

Поиск планет у других звезд – одна из важных и волнующих задач современной астрономии. Но, к сожалению, обнаружить планету типа Земли у других звезд пока невозможно с помощью имеющихся в астрономии средств: отраженный ею свет слишком слаб. Однако в случае планеты-гиганта типа Юпитера задача облегчается: Юпитер и Сатурн сами являются источниками энергии. В частности, при сжатии под действием собственной тяжести массивные планеты-гиганты способны излучать тепловое инфракрасное излучение. И если такая планета – спутник не очень яркой звезды, то можно попытаться обнаружить его в инфракрасном диапазоне.

Группа американских астрономов предприняла такой поиск, наблюдая ряд близких к Солнцу красных карликов, о которых известно, что их движение искажено присутствием какого-то спутника у каждой звезды. О звездах с такими искаженными движениями узнали давно, из них самая знаменитая – «летающая» звезда Барнарда, у которой подозревают существование двух спутников, по массе близких к Юпитеру. Но одно дело – подозревать наличие спутника, а другое – действительно его обнаружить. Поиск проводился в инфракрасном диапазоне, на длинах волн 1,6 и 2,2 мкм, при помощи 4-метрового рефлектора обсерватории Китт-Пик и 2,2-метрового рефлектора Стюардской обсерватории. Кроме того, использовался специальный прибор – спекл-интерферометр, способный различать близкие источники излучения, даже когда вследствие атмосферного дрожания их изображения сливаются в одно.

Летом 1984 г. у звезды VB 8 спектрального класса M был обнаружен спутник с температурой поверхности 1400 К и светимостью $3 \cdot 10^{-5}$ солнечной. Объект наблюдался на угловом расстоянии 1" от звезды, что при расстоянии до двойной системы 6,5 пк соответствует 6 а. е. Судя по предварительным расчетам, обнаруженный объект в 10 раз массивнее Юпитера. Расчеты показывают, что звезды, в недрах которых еще возможно протекание термоядерных реакций с участием водорода, должны иметь как минимум массу 0,08 солнечной при температуре 2750 К и светимости $5 \cdot 10^{-4}$ солнечной. Таким образом, можно с полным основанием предполагать, что обнаруженный инфракрасный объект является планетой. Дальнейшие исследования должны прояснить ситуацию, а пока новому-объекту присвоили название, типичное для компаньона двойных звездных систем: основная звезда получила обозначение VB 8A, а новый инфракрасный объект – VB 8B. Классифицируя последний, астрономы называют его коричневым карликом, подчеркивая, что он еще холоднее и темнее, чем красные карлики спектрального класса M (Sky and Telescope, 1985, т. 69, № 2).

АСТЕРОИДЫ – «МЕРТВЫЕ» КОМЕТЫ

В 1986 г. комета Галлея в очередной раз сблизится с Землей и Солнцем, и это будет уже 30-м ее появлением, зарегистрированным человечеством. Но на сей раз самая знаменитая комета не станет столь впечатлять своим видом, как в былые времена, вызывая ужас у древних народов. Однако данное обстоятельство вовсе не связано с сильным «постарением» кометы Галлея, известной более двух тысячелетий, а вызвано на редкость неблагоприятными условиями для ее наблюдений с Земли во время прохождения вблизи Солнца. И тем не менее кометы все же стареют: тепло солнечных лучей вызывает испарение и оплавление кометных ядер (ведь кометные ядра – это огромные глыбы «грязного» льда), давление солнечного излучения уносит в сторону образующуюся при этом кометную атмосферу (инициируя появление кометных хвостов), приливное воздействие планет и Солнца приводит к дроблению и разрушению кометных ядер, порождая рой обломочного материала и пыли, тянущийся за кометой вдоль всей ее

орбиты. Врываясь с большой скоростью в атмосферу Земли при своем движении, эти частицы производят метеорные потоки. Так, например, каждый год в начале мая и во второй половине октября, Земля погружается в рой частиц, созданный кометой Галлея. Правда, эти потоки порою заметны лишь при специальных наблюдениях. Но бывает, что к удивлению людей весь небосвод вдруг вспыхивает ночью обильным метеорным дождем. Такое происходит при полном разрушении кометы, когда от нее кроме многочисленных осколков уже ничего больше не осталось. Смерть кометы может наступить и при очень тесном сближении с Солнцем, что обычно связано с драматическим изменением орбиты кометы при близком ее прохождении около какой-либо из планет.

Итак, кометы стареют, а порою и погибают. Но могут ли кометы просто умереть по старости, когда после многократных пролетов около Солнца они потеряют все свои летучие вещества, так что при новых сближениях с Солнцем никакой активности (возникновение атмосферы и хвоста) уже не наблюдается? И если да, то где искать эти «мертвые» кометы? В последние годы этим вопросам были посвящены исследования многих ученых и получены весьма интересные результаты (Science, 1985, v. 227, № 4689).

Прежде всего было решено, что такие кометы могут маскироваться под астероиды, имеющие достаточно вытянутую орбиту, близкую к орбитам короткопериодических комет. Ведь на самом деле такие «мертвые» кометы, без всяких признаков своей активности, трудно отличить от подобных астероидов. И, в частности, Дж. Ветерил вообще считает, что каждый из таких астероидов является «мертвой» кометой. Прделанные им расчеты показывают, что возмущения пояса астероидов со стороны Юпитера, Сатурна и Марса могут за время порядка 1 млн. лет вынудить лишь один астероид покинуть этот пояс и перейти на вытянутую орбиту. Однако, с другой стороны, и кометам также трудно стать короткопериодическими, ведь основная масса комет (вернее, кометных ядер) находится на периферии Солнечной системы в так называемом облаке Оорта. Редкие и еще до конца не ясные возмущения этого облака заставляют какую-либо из комет начать двигаться к планетам и Солнцу, и еще реже эти кометы под действием планет (особенно Юпитера) становятся короткопериодическими, движущимися по орбитам, схожим с орбитами астероидов. Во всяком случае, по мнению большинства астрономов, лишь небольшая часть астероидов, близко сближающихся с Солнцем, может оказаться «мертвыми» кометами. Но в этом случае такие объекты должны резко отличаться по своим характеристикам от остальных астероидов.

Л. Макфадден и ее коллеги из Гавайского университета обследовали спектры 17 астероидов, близко сближающихся с Солнцем, и обнаружили, что спектр (и, видимо, состав) астероида Олято обладает весьма уникальными свойствами. С. Остроу, проведя с помощью 305-метрового радиотелескопа в Аресибо радиолокационные исследования 12 таких астероидов, а также 19 астероидов из основного пояса на длине волны 13 см, пришел к выводу, что тот же астероид Олято резко отличается от остальных сложной структурой отраженного сигнала. Интересно, что подобная сложная структура отраженного сигнала наблюдалась при радиолокации кометы ИРАС–Араки–Алькака, впервые открытой с помощью спутника «ИРАС». Кроме того, необычный характер отраженного сигнала оказался и у астероида Адонис, обладающего peculiarными характеристиками поляризации излучения. Наконец, относительно астероида Олято очень интригующий результат был получен К. Расселом при анализе работы магнетометра, установленного на космическом аппарате «Пионер–Венера–Орбитер». Дело в том, что этот прибор время от времени регистрировал внезапное увеличение напряженности межпланетного магнитного поля вблизи Венеры. По крайней мере одно из этих явлений, причем самое сильное, вполне могло быть вызвано близким прохождением космического аппарата вблизи траектории некоторой кометы. При испарении газа с поверхности кометного ядра, он ионизируется, а при сжатии солнечным ветром напряженность магнитного поля в этом районе увеличивается. И даже если комета настолько стара, что ее атмосфера и хвост не обнаружимы с Земли, то данный эффект

позволяет выявить в незначительную ее активность. Обследовав траектории сближающихся с Венерой астероидов и комет, К. Рассел обнаружил, что 7 явлений, зарегистрированных прибором космического аппарата «Пионер–Венера–Орбитер», связаны с прохождением астероида Олято. Важный аргумент в пользу существования «мертвых» комет среди астероидов указал Дж. Драммонд. Сопоставив различные метеорные потоки и траектории прохождения ряда астероидов вблизи Земли, он обнаружил, что, вероятно, имеется определенная связь астероидов Олято и Адонис с метеорными потоками. Правда, эта связь не столь уж очевидна, но эволюция орбиты «мертвой» кометы вполне здесь может объяснить некоторые неувязки. С другой стороны, астероид 1983ТВ, обнаруженный с помощью того же спутника «ИРАС», с совершенной очевидностью связан с метеорным потоком, наблюдающимся в середине декабря. Безусловно, вдоль траектории этого астероида тянутся многочисленные обломки и пыль, хотя никакой кометной активности у астероида не наблюдается.

Все эти результаты инициировали дальнейшие исследования, касающиеся, в частности, физических характеристик комет с угасающей активностью. Например, высказывается мнение, что кометное ядро одной из таких комет (Неуймина I) весьма схоже по своим цветовым характеристикам с так называемыми S-астероидами. Кстати, к подобным астероидам относится и астероид 1983ТВ. Определенную помощь в такого рода исследованиях окажут результаты пролетов космических аппаратов вблизи кометы Галлея в 1986 г. В частности, полученные в это время данные позволят выяснить характер взаимодействия магнитного поля кометы с солнечным ветром.

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

Преодолев за 6 мес. полета расстояние около 500 млн. км, автоматическая станция «Вега-1» достигла окрестностей планеты Венера, и 9 июня 1985 г. от станции был отделен спускаемый аппарат, который 11 июня при входе в атмосферу разделился на посадочный аппарат (ПА) и аэростатный зонд. Во время снижения ПА с использованием установленного на нем комплекса научных приборов продолжалось начатое в предыдущих полетах советских станций «Венера» изучение облачного слоя, физических характеристик и химического состава атмосферы Венеры. ПА совершил мягкую посадку в точке с планетоцентрическими координатами $7^{\circ} 11'$ с. ш. и $177^{\circ} 48'$ д. в районе равнины Русалки. Прием и ретрансляция на Землю научной информации с ПА осуществлялись с помощью радиосистемы станции «Вега-1», которая после отделения спускаемого аппарата прошла на расстоянии 39 тыс. км от поверхности планеты и продолжает свой полет к комете Галлея. Аэростатный зонд, оболочка которого после его отделения и снижения на парашюте была наполнена гелием, совершил дрейф на высоте около 50 км со средней скоростью 200 км/ч и переместился с ночной стороны планеты на освещенную, преодолев расстояние около 10 тыс. км. Приборы этого аэростатного зонда 2 сут передавали на Землю важную научную информацию, получаемую таким образом впервые в практике мировой космонавтики. 13 июня 1985 г. при подлете к Венере станции «Вега-2», запущенной на 6 сут позже своей предшественницы, от нее был отделен спускаемый аппарат, который 15 июня разделился на аэростатный зонд и ПА. Последний совершил мягкую посадку на ночную сторону планеты в точке с планетоцентрическими координатами $6^{\circ} 27'$ ю. ш. и $181^{\circ} 5'$ д. в районе равнины Русалки на материке Афродиты в 1700 км от ПА «Вега-1». Во время спуска в атмосфере проводились исследования ее состава и физических характеристик. После посадки ПА с использованием выносного прибора были определены физико-механические свойства поверхностного слоя грунта, выполнялись и различные измерения окружающего пространства. С помощью установленного на ПА грунтозаборного устройства впервые в практике мировой космонавтики на поверхности Венеры, в условиях температуры окружающей среды 452° С и давления 86 атм, проведены бурение поверхностного слоя грунта, взятие проб и их

анализ с целью определения элементного состава пород. Причем образцы грунта были доставлены внутрь ПА, где температура и давление были доведены до уровня земных для проведения соответствующего анализа пород. Прием и передача научной информации на Землю с ПА осуществлялись с помощью радиосистемы станции «Вега-2», которая после отделения спускаемого аппарата прошла на расстоянии 24,5 тыс. км от поверхности планеты и продолжает свой полет к комете Галлея. Аэростатный зонд «Веги-2» совершил дрейф на высоте около 50 км, передавая научную информацию, как и его предшественник, непосредственно на Землю. Уникальная научная программа исследований планеты Венеры с помощью станций «Вега-1» и «Вега-2» была выполнена полностью⁹.

⁹ Подробнее о работе станций «Вега-1» и «Вега-2» в районе Венеры будет рассказано в ближайшем сборнике «Современные достижения космонавтики».

По сообщениям ТАСС

В настоящее время полным ходом идет подготовка космического аппарата (КА) «Улисс», предназначенного для исследования околосолнечного пространства при пролете КА над полюсами Солнца. В ходе полета КА «Улисс» предполагается провести измерение параметров солнечного ветра, всплесков рентгеновского излучения от солнечных вспышек, изменений интенсивности космического гамма-излучения, глобальных характеристик межпланетного магнитного поля (фактически являющегося составляющей магнитного поля Солнца), интенсивности космических лучей, распределения межпланетной пыли и ряд других экспериментов. После вывода на низкую околоземную орбиту КА «Улисс» будет переведен на траекторию полета к Юпитеру, с помощью гравитационного поля которого первым из КА выйдет на околополярную гелиоцентрическую орбиту, т. е. за пределы плоскости орбит вращения планет около Солнца. Уникальная программа научных исследований в основном разработана западноевропейскими странами при участии США, которые представляют МТКК с космическим буксиром на базе ракеты «Центавр» для запуска КА в мае 1986 г.

Вначале, правда, запуск КА «Улисс» был запланирован на февраль 1983 г., но отсрочка запуска, вызванная запаздыванием США в разработке МТКК и космического буксира, привела к тому, что 370-килограммовый КА, уже давно изготовленный западногерманской фирмой «Дорнье системс», был помещен на неопределенный срок в специальное хранилище. Лишь в марте 1985 г. КА «Улисс» был расконсервирован и на нем вновь установили научное оборудование. Если новая дата запуска не будет отменена, КА «Улисс» в промежутке декабрь 1989 г. – февраль 1990 г. (в зависимости от выбранной траектории полета) должен пройти над одним из полюсов Солнца, а в промежутке октябрь 1990 г. – январь 1991 г. – над другим полюсом на расстоянии 2 а. е. от нашего светила. Между этими двумя пролетами около полюсов Солнца (причем еще не определено, какой из полюсов будет первым – северный или южный) КА «Улисс» пересечет плоскость орбит планет где-то в июле 1990 г. Расчетная дата завершения всей программы научных экспериментов 27 марта 1991 г. По полной программе все эксперименты будут осуществляться в основном в течение четырех месяцев во время каждого из пролетов над полюсами. Новое же перенесение запуска по вине США (разработка космического буксира на базе ракеты «Центавр» еще не завершена) может привести не только к новому удорожанию программы, вызванной последующей консервацией КА, но и к срыву запуска КА по программе «Галилей», намеченного также на май 1986 г. и также с помощью МТКК с космическим буксиром на базе ракеты «Центавр».

После успешной разработки в СССР комплексной программы «Вега», предусматривающей полеты КА для пролета около двух различных объектов Солнечной системы – планеты и кометы, Национальное управление США по аэронавтике и космическим исследованиям (НАСА) решило придать комплексный характер своей программе «Галилей», теперь предусматривающей помимо исследований окрестностей планеты (Юпитер) еще и пролет около астероида (Амфитрита). Если не возникнет задержки с запуском КА «Галилей» в мае 1986 г. (а первоначально запуск планировался на 1982 г.), то через 7 мес. КА должен совершить на расстоянии 10 – 20 тыс. км пролет около астероида Амфитрита размером около 200 км и периодом вращения 5,39 ч. В ходе пролета планируется провести съемку поверхности астероида и картирование поверхности, определить массу и плотность вещества, а также другие характеристики астероида.

Расширение программы вызовет увеличение продолжительности полета к Юпитеру на 3,5 мес. и уменьшению количества витков КА на орбите вокруг Юпитера и пролетов около одного из галилеевых спутников планеты. Вместе с тем общая продолжительность расчетного времени активной работы КА увеличится на 2 мес. По оценкам специалистов, увеличение времени эксплуатации КА «Галилей» потребует дополнительных расходов по программе на 20 – 25 млн. долл. Однако окончательное решение о расширении программы «Галилей» будет сделано лишь после проверок работоспособности КА уже после его запуска, на что потребуется времени не менее 2 мес. Если неполадки аппаратуры КА «Галилей», выявленные в ходе первых проверок, не удастся устранить в течение этого срока, то пролет около астероида будет не включен в программу «Галилей».

Science News, 1985, v. 127, № 1

Принятая сейчас программа создания американской долговременной орбитальной станции вступила в фазу конкретных разработок. Однако уже сегодня в США наблюдается некоторая неудовлетворенность данной программой в том смысле, что в какой-то мере она отнюдь не станет приоритетным достижением после значительных успехов советской космонавтики в этой области. В связи с чем параллельно с этой программой принята 25-летняя программа создания постоянно действующей обитаемой станции на поверхности Луны. Планируется, что персонал станции будет состоять из 4 – 6 космонавтов, сменяемых каждые 3 – 6 мес. Причем предполагается использовать специальные луноходы, способные доставлять космонавтов на расстояние до 4000 км от станции. По оценкам НАСА, затраты на разработку, постройку и начальную эксплуатацию такой станции в 2010 г. составят 50 – 90 млрд. долл. при максимальных ежегодных затратах 6 – 9 млрд. долл. В целом это сравнимо с суммой ассигнований на разработку и осуществление прежней престижной программы «Аполлон», которая потребовала около 73 млрд. долл. (по курсу доллара в 1984 г.). Однако, как неоднократно бывало, расходы на программу обитаемой станции на Луне могут оказаться несравненно выше. Неприглядным примером для НАСА здесь служит широко разрекламированная программа «Спейс Шаттл», сегодняшние расходы на которую уже в 3 – 4 раза превысили запланированную сумму затрат. В результате оказались свернуты многие важные начинания НАСА в области космических исследований, да и эффективность системы «Спейс Шаттл» подверглась сомнению после успешной конкуренции с ней не столь уж мощной одноразовой западноевропейской ракеты-носителя «Ариан» в борьбе за право запуска спутников разных стран (в частности, «Ариан» сейчас часто используется для запуска даже американских спутников). По самым оптимистическим оценкам бюджет НАСА на 2000 г. оценивается не более 10 млрд. долл., и если ежегодные расходы на программу лунной базы превысят к этому времени 9 млрд. долл., это скажется не только на данной программе, но и на всех остальных программах США, в том числе

эксплуатации долговременной орбитальной станции и разработке перспективной ракетно-космической системы многоразового использования и эффективных межорбитальных буксиров, создание которых связывается с успешным осуществлением постройки лунной базы.

Тем не менее программа создания постоянно действующей обитаемой станции на Луне к 2010 г. находится сейчас уже на стадии эскизных проработок различными фирмами. В частности, согласно проекту фирмы «Сайенс Эпликейшнс» предусматривается значительный этап предварительных поисковых работ, заключающийся в изучении лунной поверхности при помощи искусственного спутника Луны с целью определения оптимального участка для постройки лунной обитаемой станции. Затем планируется подготовительный этап, в ходе которого будет обеспечена доставка необходимых грузов на выбранный участок для лунной базы с использованием долговременной орбитальной станции в качестве промежуточной базы. Расчеты специалистов фирмы «Сайенс Эпликейшнс» показывают, что для этого потребуются 12 полетов МТКК на орбиту орбитальной станции и 3 полета двух межорбитальных буксиров с этой орбиты: к Луне. При первом полете к Луне предполагается доставка на ее поверхность двух луноходов с прицепами, при втором – доставка транспортного блока из посадочной и взлетной ступеней, при третьем – доставка блока с четырьмя космонавтами, которые должны в течение 30 сут обследовать выбранный участок с использованием луноходов, чтобы выбрать наиболее оптимальное место для постройки лунной базы. После осуществления своей программы космонавты во взлетной ступени транспортного блока стартуют навстречу с межорбитальным буксиром, находящимся на орбите вокруг Луны, и возвращаются в нем на долговременную станцию на околоземной орбите. В течение этапа непосредственного строительства лунной базы намечается 9 полетов автоматических и пилотируемых космических аппаратов к Луне. При первых четырех полетах на орбиту вокруг Луны предполагается вывести энергетическую установку, лабораторный блок, жилой и другие блоки лунной базы, которые затем будут доставлены на лунную поверхность. При пятом полете предусматривается доставка на Луну транспортного блока, аналогичного используемому на подготовительном этапе. При шестом полете осуществляется доставка первой группы из четырех космонавтов для строительства лунной базы, при седьмом – вторая группа из трех космонавтов. Объединившись с первыми, они с использованием луноходов, доставленных на подготовительном этапе, станут выполнять необходимые строительные работы, предусматривающие, в частности, зарытие доставленных блоков лунной базы в грунт для надежной защиты персонала обитаемой станции от внешнего воздействия. Восьмой и девятый полеты потребуются для замены космонавтов-строителей персоналом станции из ученых разных специальностей. Таков проект, предложенный фирмой «Сайенс Эпликейшнс», согласно которому стоимость поискового этапа составит 16,5 Млрд. долл., подготовительного этапа – 52 млрд. долл., строительного этапа – 135,5 млрд. долл.

Помимо общих эскизных разработок исследуются и другие аспекты по программе создания обитаемой лунной станции. При этом важное значение придается созданию системы жизнеобеспечения с замкнутым циклом и энергетической установки для обеспечения потребностей персонала лунной станции. В частности, ряд специалистов предлагает создать систему жизнеобеспечения на базе аналогичной системы, разрабатываемой сейчас для американской долговременной орбитальной станции, запуск которой предварительно планируется на начало 1990-х годов. Однако высказывается и мнение, что система жизнеобеспечения для лунной базы должна разрабатываться на принципиально новых началах. Например, кислород для такой системы можно получать из ильменита, в достаточном количестве содержащегося в лунном реголите.

Хроника пилотируемых полетов¹

№	Дата	Космонавты (первым указан командир КК) ²	КК ³	Продолжительность полета		
				сут	ч	мин
106 ⁴	6.VI	В. А. Джанибеков (5) В. П. Савиных (2) Все СССР	СТ-13			
107	17.VI	Д. Бранденстайн (2) Дж. Крейтон (р. 1943) С. Нейджел (р. 1946) Ш. Люсид (р. 1943) Дж. Фабиан (2) Все США П. Бодри (р. 1946) Франция С. ас-Сауд (р. 1957) Саудовская Аравия	Д	7	01	39

¹ ПРОДОЛЖЕНИЕ (см. № 6 за 1985 г.).

² Выделены космонавты, впервые стартовавшие в космос (у остальных в скобках указано количество полетов в космос).

³ Для космических кораблей (КК) приняты обозначения: СТ – «Союз Т», Д – «Дискавери».

⁴ Экспедиция на станцию «Салют-7».

Леонид Васильевич Лесков

КОСМИЧЕСКИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ

Главный отраслевой редактор *Л. А. Ерлыкин*. Редактор *Е. Ю. Ермаков*. Мл. редактор *Л. Л. Нестеренко*. Обложка художника *А. А. Астрецова*. Техн. редактор *Н. В. Лбова*. Корректор *Н. Д. Мелешкина*.

ИБ № 7547

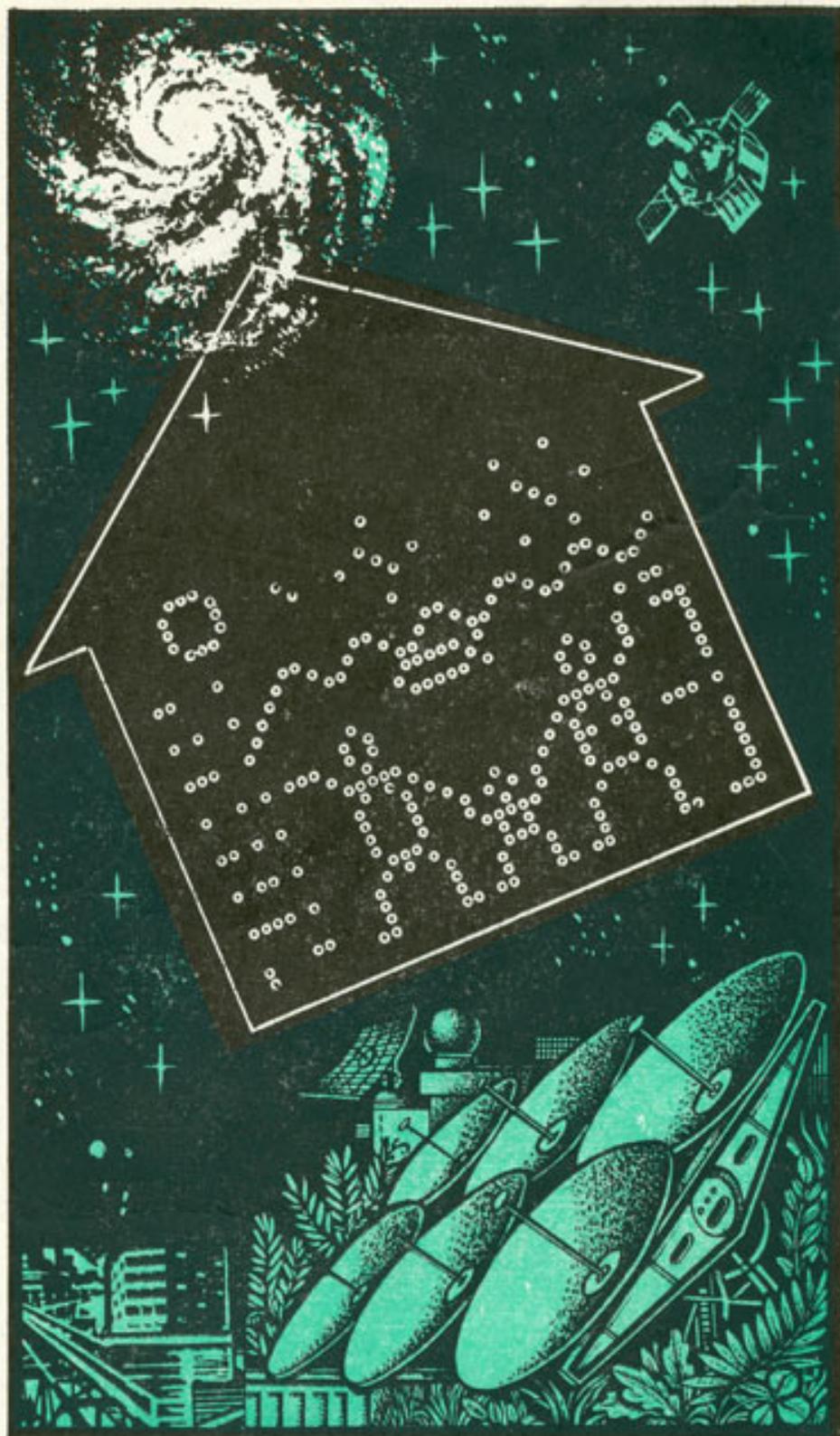
Сдано в набор 21.05.85. Подписано к печати 19.07.85. Т 14295. Формат бумаги 84×108^{1/32}. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,57. Уч.-изд. л. 3,60. Тираж 33 280 экз. Заказ 1166. Цена 11 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 854208.

Типография Всесоюзного общества «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

Сканировал и обработал Юрий Аболонко (Смоленск)

11 коп

Индекс 70101



СЕРИЯ **КОСМОНАВТИКА,
АСТРОНОМИЯ**