

Новосельцев Д.А.

Универсальный эволюционизм и перспективы освоения космоса

12+

Дмитрий Александрович Новосельцев

Универсальный

Эволюционизм и перспективы

освоения космоса

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=43598012

SelfPub; 2019

Аннотация

В сборнике работ разных периодов в рамках концепции Универсального эволюционизма рассматриваются как практические технические проекты освоения космоса на ближайшую перспективу, так и возможные варианты деятельности гипотетических высокоразвитых космических цивилизаций. Любая текущая или перспективная целенаправленная инженерная деятельность, начиная от поисковых НИОКР и заканчивая гипотетической космологической инженерией, представляется как «естественное» явление в известной Вселенной. Представленные в книге материалы могут быть интересны как специалистам, так и заинтересованным энтузиастам.

Содержание

Универсальный эволюционизм и перспективы освоения космоса	4
I. Универсальный эволюционизм и «инжиниринг миров»	7
«Инжиниринг миров»: создаваемое будущее	7
Конец ознакомительного фрагмента.	29

Универсальный эволюционизм и перспективы освоения космоса

Новосельцев Д.А.

Посвящается с благодарностью выдающимся мыслителям, ушедшим из жизни в бесконечность в 2019 году: Акону Погосовичу Назаретяну, философу, психологу, теоретику Универсальной эволюции и выдающемуся популяризатору, и Николаю Семёновичу Кардашёву, астроному, астрофизику, теоретику космических цивилизаций.

Введение

В настоящей книге собраны работы автора за несколько последних лет, посвященные тем или иным аспектам освоения космоса. Рассматриваются как практические технические проекты на ближайшую перспективу, так и возможные варианты деятельности гипотетических высокоразвитых космических цивилизаций.

Автор является последователем концепции Универсального эволюционизма (синонимы – Мегаистория, Big History), в рамках которого космологические, добиологические физико-химические, биологические и культурно-тех-

нологические процессы, рассматриваемые соответствующими профильными дисциплинами, являются закономерными и последовательно усложняющимися этапами единого эволюционного процесса. В этом случае любая текущая или перспективная целенаправленная инженерная деятельность, начиная от конкретных поисковых НИОКР с ограниченным бюджетом и заканчивая гипотетической астроинженерией и космологической инженерией, является «естественным» явлением, столь же закономерным для известной Вселенной (и, возможно, в перспективе влияющим на состояние других Вселенных Мультиверса), как и прочие наблюдаемые явления.

Материалы, представленные в книге, сгруппированы в трех частях. Первая часть посвящена общим вопросам Универсальной эволюции с учетом влияния современной технологической цивилизации в ее текущем состоянии и в перспективе. Во второй части собраны материалы, посвященные конкретным перспективным проектам разной степени детализации, представленные ранее в журнальных публикациях или тезисах конференций. По ряду из них в настоящее время ведется обсуждение возможной реализации. В третьей части представлены заметки и комментарии по обсуждаемым и смежным вопросам, преимущественно в электронных ресурсах.

Большая часть материалов представлена в том виде, в каком они ранее были опубликованы или подготовлены для

публикации, с небольшими техническими правками. Комментарии к ним по современному состоянию вопросов выделены в тексте скобками, курсивом или вставлены после основного текста с пометкой P.S. Материалы, ранее опубликованные в англоязычных изданиях, представлены на русском языке в исходной авторской версии.

Представленные в книге материалы могут быть интересны как специалистам, так и заинтересованным энтузиастам. Они имеют различный уровень сложности и детализации, по большей части независимы и доступны для чтения и восприятия в любой последовательности.

В заключение хотелось бы с определенным оптимизмом отметить нарастание интереса к вопросам, обсуждаемым в книге, в последние годы. Ряд тем, которые при публикации рассматривались как маргинальные и не привлекали внимания, сегодня активно обсуждаются в независимой постановке других авторов. Это позволяет надеяться не только на сохранение и повышение интереса к общим вопросам влияния человеческой деятельности, но и на скорейшую реализацию конкретных проектов, описанных в книге, или их аналогов.

Автор заранее благодарит читателей за любое обсуждение и развитие представленных идей, и любые возможные действия по их практической реализации.

I. Универсальный эволюционизм и «инжиниринг миров»

«Инжиниринг миров»: создаваемое будущее

1. Текущее состояние: «некомфортная» Вселенная

Для начала, придется констатировать не очень обнадеживающий факт: Вселенная, в которой мы живем, на редкость мало подходит для разумной жизни. Этот факт отмечал еще Карл Саган в «Маленькой голубой точке» [1]. Большая часть барионной материи сосредоточена в звездах, и большая часть этих звезд слишком горяча и нестабильна, чтобы поддерживать существование хотя бы каких-то сложных форм организации материи. Оставшееся холодное вещество в значительной части сконцентрировано в планетах. Но среди более тысячи достоверно идентифицированных экзопланет (*Достаточно консервативные данные 2017 г. По состоянию на 17 мая 2019 года, достоверно подтверждено существование более 4069 экзопланет (Jean Schneider. The Extrasolar Planet Encyclopaedia – Catalog Listing. <http://exoplanet.eu/catalog/>)*), а также планет и спутников Солнечной системы, к настоящему времени пока не известно ни од-

ной планеты, за исключением Земли, пригодной для развития цивилизации. Более того, малопригодна для жизни людей и значительная часть поверхности Земли – океаны, пустыни, горные цепи выше 5000 м и полярные шапки. Поддержание разумной жизни на Земле в настоящее время, и особенно в прошлом, представляло собой проблему, и ее сохранение и дальнейшее развитие до сих пор не гарантировано. Пока есть все основания предполагать, что расстояния между космическими цивилизациями (КЦ) в известной нам Вселенной достаточно велики. Однако использование простейших и технически реализуемых средств, таких, как солнечный парус и его модификации, позволяет в отдаленном будущем, при наличии времени и достаточной мотивации, кардинальным образом изменить данную ситуацию – по крайней мере, в рамках нашей Галактики и местного скопления галактик.

Источники информации к части 1:

1. Sagan Carl. Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space. – 1st. – New York: Random House, 1994.

2. «Катализ»: распространение жизни

Простейшее решение, доступное при уже достигнутом или достижимом в ближайшем будущем уровне технологического развития – значительное увеличение вероятности появления биологической жизни в ближайшем галактическом пространстве. Формально это соответствует искусственной коррекции вероятности существования техноло-

гически развитых цивилизаций, определяемой известным уравнением Дрейка:

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L,$$

где N – количество КЦ, готовых вступить в контакт;

R^* – количество звёзд, образующихся в год в нашей галактике;

f_p – доля звёзд, обладающих планетами;

n_e – среднее количество планет (и спутников) с подходящими условиями для зарождения цивилизации;

f_l – вероятность зарождения жизни на планете с подходящими условиями;

f_i – вероятность возникновения разумных форм жизни на планете, на которой есть жизнь;

f_c – отношение количества планет, разумные жители которых способны к контакту и ищут его, к количеству планет, на которых есть разумная жизнь;

L – время жизни технологической цивилизации, за счет непосредственного увеличения величины f_l и опосредованно – f_i и f_c .

Одним из вариантов может быть проект «Катализ» – общественный проект в области освоения космического пространства, с неограниченной продолжительностью.

Цель такого проекта – создание благоприятных условий для развития разумной биологической жизни в известной части Галактики, в том числе с учетом возможности ее ис-

чезновения на Земле и в Солнечной системе, с минимальными затратами и использованием доступных и реализуемых в ближайшем будущем технологий и технических решений.

Реализация проекта включает два последовательных этапа, первый из которых является обязательным, второй – желательным.

Первый этап проекта – создание Флота Жизни.

Он предполагает отправку к известным стабильным звездам с протопланетными дисками флота автоматических аппаратов – «Сеятелей», представляющих собой простейшие низкоскоростные солнечные парусники с высоким ресурсом конструкции. «Сеятели» являются носителями катализаторов органического синтеза базовых компонентов (оснований) РНК и ДНК из вещества газового протопланетного диска. В дальнейшем на поверхности катализатора из компонентов осуществляется самопроизвольный синтез РНК (и возможно, простейшей ДНК) и ее дальнейшая саморепликация. К моменту физического разрушения «Сеятелей» процесс саморепликации в протопланетном диске должен стать автокаталитическим. В результате протопланетное газовое облако в «зоне обитаемости» звезды оказывается насыщенным простейшей биологической жизнью, распространяющейся на поверхность и атмосферу всех формирующихся экзопланет и их спутников. В отличие от известных условий в Солнечной системе, в новой планетной системе вероятность развития жизни изначально стремится к единице. Одновремен-

но формируется сразу несколько потенциальных сложных биосфер, а их развитие до сложных экосистем с возможностью существования потенциально разумных видов сокращается ориентировочно на 1-2 млрд. лет за счет исключения добиологического этапа.

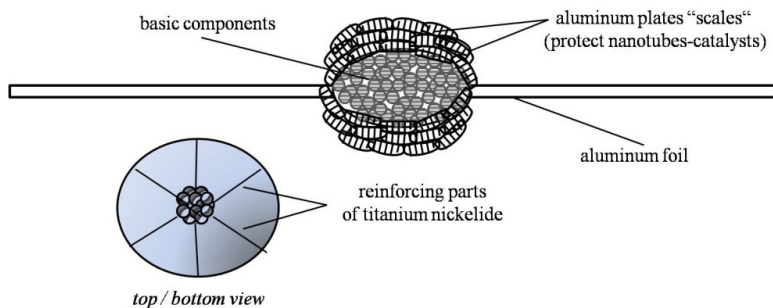
С учетом продолжительности и вероятностного характера достижения цели, в проекте реализуется г-стратегия – использование больших групп однотипных максимально простых и дешевых аппаратов. Ключевым элементом «Сеятеля» являются биокатализаторы. С учетом их низкой температурной стойкости, к сожалению, исключается возможность запуска аппаратов по энергетически выгодной для солнечных парусников схеме – с околосоляной орбиты с низким перигелием (порядка 0,01– 0,03 а.е.) и предварительным теплозащитным экранированием [1], а также популярная сегодня идея ускорения с фокусированием на парусе солнечного, лазерного или микроволнового излучения [2]. В то же время, предполагается аэродинамическое торможение «Сеятелей» у цели в разреженном периферийном слое газопылевого диска с выходом на относительно устойчивую орбиту в «зоне обитаемости» с температурными условиями, благоприятными для биологического синтеза. Это предполагает низкую скорость полета, порядка 10^{-4} от скорости света, при этом продолжительность полета может составить несколько миллионов лет. Этим, в свою очередь, определяется выбор конструкционных материалов, с относительно невысокими

требованиями к термостойкости, но высокой радиационной стойкостью.

Основной конструктивный элемент – полотно паруса – в этом случае целесообразно выполнить не из традиционной для таких конструкций алюминизированной полимерной пленки, а из алюминиевой фольги. Для обеспечения управляемости полотно может быть армировано стропами в виде лент из материала с памятью формы, например, никелида титана – их управляемое сокращение позволяет обеспечить изменение геометрии полотна. Одна из сторон паруса с высокой отражающей способностью является рабочей, на другую наносится катализатор.

THE SPACECRAFT IS MADE
IN THE FORM OF A ELM-TREE SEED (ULMUS)

cross sectional view



(Иллюстрации Анны Седановой)

С учетом обеспечения длительного ресурса нецелесообразно наносить катализатор непосредственно на полотно тонким равномерным слоем, т.к. возможно его осыпание. Предполагается наращивание на поверхности паруса леса углеродных нанотрубок длиной порядка 1 мкм с включением катализатора в их стенки – это обеспечит не только его сохранность, но и значительно большую площадь, омываемую газовой средой протопланетного диска. Кроме того, на такой поверхности в дальнейшем создаются лучшие условия для сохранения и закрепления первых молекул, способных к саморепликации.

Интересным свойством нанотрубок является способность при определенной конфигурации удерживать жидкую воду при условиях, далеких от нормальных. Это должно позволить за счет выбора геометрии нанотрубок обеспечить конденсацию из газа протопланетного диска и последующее удержание внутри трубок жидкой воды, а также некоторое расширение возможной области биосинтеза внутри диска относительно традиционно понимаемой «зоны обитаемости» для планет, что позволит несколько снизить требования к точности наведения «Сеятеля».

При достижении протопланетного диска предполагается «зависание» аппаратов под влиянием гравитационных и газодинамических сил в диске в области «пылевых ловушек» [3] в зонах формирования будущих планет – таким образом, синтезированные фрагменты РНК и ДНК, распро-

страняясь с поверхности катализатора, должны конденсироваться на поверхности пылинок, тем самым увеличивая активную площадь поверхности, на которой осуществляется биосинтез.

Вопрос навигации и точного наведения аппаратов еще требует решения. С учетом длительности полета, радиационной нагрузки и опыта эксплуатации современной космической техники, исключается использование каких-либо сложных электронных компонентов, а только простейших надежных аналоговых устройств. Возможность потери ряда аппаратов в этом случае компенсируется их большой численностью. При технически достижимой удельной массе конструкции порядка 1 г/м^2 , «Сеятель» с площадью полотна в один квадратный километр каждый будет иметь массу в 1 тонну. Целесообразен их одновременный запуск в общем пусковом контейнере с использованием традиционных средств ракетно-космической техники.

Более сложной представляется схема торможения. Величина светового давления вблизи выбранных в качестве целей звезд будет на несколько порядков меньше, чем аэродинамическое сопротивление газа в протопланетном диске – в т.ч. за счет частичного поглощения и рассеивания света газом.

Эффект солнечного паруса в этом случае будет незначительным, тем более, что «Сеятель» сориентирован к звезде темной стороной паруса с катализатором, который схож по своей структуре с бархатом за счет нанесения на поверхность

нанотрубок, и его отражающая способность крайне мала.

Для такого аппарата оптимальной будет схема аэродинамического торможения, при котором происходит постепенное снижение скорости из-за касания внешнего края газопылевого диска, и переход на траекторию в виде сужающейся спирали, с ограничением интенсивности торможения по критерию допустимой температуры поверхности, до выхода на устойчивую орбиту в области предполагаемой «зоны жизни».



(Иллюстрации Анны Седановой)

Второй этап проекта – создание Флота Памяти.

Предполагает последующую отправку к тем же звездам – адресатам Флота Жизни – флота автоматических аппаратов – «Хранителей», также представляющих собой простейшие низкоскоростные солнечные парусники с высоким ресурсом конструкции. «Хранители» являются носителями многократно резервированных информационных сообщений, позволяющих гипотетическим разумным обитателям возникшей планетной системы на определенном уровне культурного и научно-технического развития ознакомиться с культурой современной цивилизации Земли. В оптимальном случае информация стимулирует адресатов к реализации аналогичных проектов, что сделает процесс распространения разумной биологической жизни автокаталитическим.

Аппараты этой серии являются более массивными, чем «Сеятели» Флота Жизни, для обеспечения многократно большего ресурса. Их парус большей площади имеет две светоотражающие стороны, т.к. торможение должно осуществляться не аэродинамическими силами в протопланетном диске, а, как и разгон, за счет светового давления на его далекой периферии, где возможно его сохранение в течение нескольких миллиардов лет, как ядер далеких комет и объектов пояса Койпера в Солнечной системе. В этой связи, возможно, поверхность, обращенная к Солнцу при разгоне, должна быть выполнена более темной, чем обращенная к

звезде при торможении.

Большие размеры и яркая поверхность паруса должны облегчить последующую идентификацию «Хранителя» как искусственного объекта гипотетическими разумными обитателями сформированной планетной системы.



(Иллюстрации Анны Седановой)

Поскольку при выбранном способе ускорения никакое эффективное бронирование аппарата невозможно, защита информации от радиационного и эрозионно-пылевого повреждения обеспечивается ее нанесением на всей поверхности паруса с многократным резервированием различными средствами для различных технических возможностей считывания. Первичная информация для привлечения внимания может быть нанесена непосредственно на поверхность в символьном виде, например, с помощью стойких покрытий или перфорации. Основной объем информации может быть записан в материале паруса средствами сканирующей туннельной микроскопии с плотностью записи более 10^{22} бит/кг [4, 5].

Такая высокая плотность записи предоставляет интересные возможности. Вполне вероятно, что возможно размещение на материале паруса «Хранителя» множества персональных записей полной расшифровки генома человека (с эпигенетическими маркерами), а также точных моделей коннектома головного мозга и любых материалов, связанных с приобретенной личной информацией (мемуаров). Подобные записи даже через несколько миллиардов лет позволят гипотетическим КЦ создать адекватные модели данных человеческих личностей, что, видимо, является наиболее близким реальным аналогом описанного в ряде мифологических систем «бессмертия души». Эта возможность в буквальном смысле

«оставить свой след во Вселенной» может служить дополнительной мотивацией для потенциальных участников проекта.

Для аппаратов Флота Памяти, которые должны оставаться далеко за пределами протопланетного диска, оптимальным будет сочетание аэродинамического торможения и гравитационных маневров. «Хранитель» должен коснуться внешнего края диска с минимальной интенсивностью аэродинамического нагрева, но касание должно быть достаточно, чтобы аппарат замедлился и был захвачен гравитацией звезды, переходя на очень удаленную, но замкнутую орбиту, на которой он будет испытывать минимальное влияние фотонной, ионной и пылевой бомбардировки. Оба маневра требуют очень точного наведения.

Следует отметить, что при наличии большого количества планетных систем с уже сформировавшимися потенциально обитаемыми экзопланетами, наподобие TRAPPIST-1 [6], может быть также целесообразна отправка к ним «Хранителей». Возможна последующая колонизация таких планет отдаленными потомками людей или созданных ими разумных биологических видов с помощью беспилотных зондов с ядерными энергетическими установками и электрическими ракетными двигателями по традиционной схеме (описанной, например, в новом научно-фантастическом романе Б. Штерна [8]). В этом случае «Хранители» будут служить точками доступа к общей информационной базе, содержащей ко-

ординаты звезд, у которых осуществлялись операции по искусственной стимуляции развития разумной жизни, а также стандарты радио- и оптической связи, и определять единый для Галактики будущего культурный код, что будет крайне желательно для организации взаимодействия различных КЦ «антропогенного» происхождения в дальнейшем.

Обеспечение биоэтики и культурной этики при реализации проекта определяется самой постановкой задачи.

Реализация проекта никаким образом не является проявлением «экспансионизма» современной земной цивилизации. Адаптация любых известных биологических организмов, включая экстремофильные, к газовой среде протопланетного диска крайне маловероятна. Тем более нереальна их доставка или доставка их ДНК (РНК), способных к саморепликации, указанным способом, с учетом продолжительности полета и радиационной нагрузки. Реализация первого этапа проекта – Флота Жизни – лишь сдвигает в сторону большей вероятности возможность возникновения и развития жизни на формирующихся экзопланетах, которая затем эволюционирует собственными непредсказуемыми путями с учетом особенностей среды.

Тем более не является проявлением «экспансионизма» реализация второго этапа проекта – Флота Памяти. Для того, чтобы обнаружить на дальней периферии планетной системы аппарат – «Хранитель», достичь его и считать какую-то информацию, гипотетическая цивилизация должна

иметь уровень культурного, экономического и научно-технического развития, как минимум не уступающий современному. (В настоящее время аналогичный объект на границах Солнечной системы – конечно, при его наличии – вероятно, мог бы быть обнаружен при каталогизации малых тел Солнечной системы в рамках программы предотвращения астероидной угрозы Земле, т.е. примерно в ближайшие 50 лет. Возможность сближения и стыковки с ним космического аппарата для попытки снятия информации – особенно, если его орбита значительно наклонена к эклиптике – в настоящее время нереализуема, т.к. все известные дальние космические зонды – «Пионеры», «Вояджеры» и «Новые горизонты» – при прохождении пояса Койпера имеют значительную скорость. Но, вероятно, такой маневр мог бы быть реализован до конца XXI века). К этому периоду «Хранитель» будет представлять собой археологический объект, а его информация – исключительно культурный интерес, позволяя адресатам выяснить некоторые причины их существования, и, возможно, мотивировать на аналогичные действия. В том случае, если «Хранитель» является единственным артефактом современной цивилизации в данной планетной системе за прошедшие миллиарды лет, значит, потомки его создателей к этому моменту либо исчезли, либо в процессе развития покинули данную область пространства. Однако интересен более оптимистический сценарий.

В краткосрочной перспективе, «Катализ» является ис-

ключительно альтруистическим проектом, основанный на добровольном участии научных, производственных и коммерческих организаций и всех заинтересованных сторон. Горизонт планирования проекта значительно превышает продолжительность жизни индивидуума и вида.

Проект не принесет политических, экономических или научных результатов в ближайшем будущем, и потому не могут быть реализован национальными космическими агентствами в рамках государственных бюджетов.

Проект также не будет давать коммерческие результаты в ближайшем будущем, и вряд ли может быть реализован частными космическими компаниями (за исключением рекламных целей). Однако отдельные технологии – производство высокоресурсных металлических пленок, стойких и эффективных биокатализаторов, средств записи информации с высокой плотностью на пленочный носитель для длительного хранения – могут быть широко коммерциализированы.

С точки зрения потенциальных инвесторов или спонсоров, проект, конечно, является в основном альтруистическим, потому что за жизнь следующих поколений не предполагает какой-либо отдачи от инвестиций, в дополнение к рекламе и передаче технологии. Но в долгосрочной перспективе ситуация меняется.

В случае длительного устойчивого существования цивилизации, на одной из отдаленных стадий ее развития становится критически важным количество доступных в бли-

жайшем космосе в Галактике автономных цивилизаций в качестве независимых источников информации, в основном «экзогуманитарного» характера [7]. На это будут непосредственно влиять результаты проекта «Катализ». Рассмотрим этот вопрос в следующем разделе (см. часть 3 настоящей статьи).

Источники информации к части 2:

1. Solar sail starships: the clipper ships of the Galaxy. Gregory L. Matloff, Eugene Mallove. Journal of the British Interplanetary Society, Vol. 34, pp. 371-380, 1981.

2. Lubin, P. “A Roadmap to Interstellar Flight”. JBIS, Vol. 69, pp.40-72, 2016. <https://arxiv.org/abs/1604.01356>.

3. Jean-Francois Gonzalez, Guillaume Laibe, Sarah T. Maddison. Self-induced dust traps: overcoming planet formation barriers. <https://arxiv.org/abs/1701.01115>.

4. В.Г. Сурдин. Динамика межзвездного зонда. Бюлл. Спец. Астрофиз. Обсерв., 2007, 60-61, 254-259.

5. Роуз и Райт (Rose Ch., Wright G.), 2004, Nature, 431, 47.

6. Michael Gillon et al., “Seven temperate terrestrial planets around the nearby ultracool dwarf star TRAPPIST-1”, Nature, Vol 542., pp. 456-460, February 23, 2017.

7. Д.А. Новосельцев. К вопросу возможной модификации двигателя Шкадова и ее перспективах для решения некоторых задач SETI. <http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/Shkadov.pdf>.

8. Борис Е. Штерн. Ковчег 47 Либра. – М.: Троицкий ва-

риант, 2016.

P.S. Тема конструкции и состава биокатализаторов «Сеятелей» особенно интересна с учетом результатов экспериментов по синтезу ряда предшественников ДНК – 2-дезоксирибозы и других дезоксисахаров – под действием ультрафиолетового излучения, имитирующего излучение звезды, в среде, напоминающей льды окраин протопланетного диска, на алюминиевой подложке, напоминающей поверхность солнечного паруса (Michel Nuevo, George Cooper & Scott A. Sandford. Deoxyribose and deoxysugar derivatives from photoprocessed astrophysical ice analogues and comparison to meteorites. *Nature Communications*, volume 9, Article number: 5276 (2018), <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07693-x>, анонс: Sugar is Sweet, Essential to Life – and It's Probably in Deep Space. <https://www.nasa.gov/feature/ames/sugar-is-sweet-essential-to-life-and-its-probably-in-deep-space>). Согласно полученным данным, процесс завершился всего за 17-19 часов облучения. Эти результаты значительно повышают оценку вероятности успешного осуществления проекта.

Тема конструкции «Хранителей» и их последующей идентификации приобретает дополнительный интерес в свете последних предложений по обнаружению предполагаемых техносигнатур зеркальных (mirror-like) поверхностей гипотетических искусственных объектов в Солнечной системе (Brian C. Lacki. A Shiny New Method for SETI: Specular

3. Двигатель Шкадова: «звездные машины» и архитектура галактик

Ранее [1] автором была предложена схема модифицированного солнечного паруса – электрического солнечного паруса (ЭСП, ESS) сочетающего преимущества классического фотонного солнечного паруса и «электрического паруса» П. Янхунена [2], использующего для создания тяги заряженные частицы солнечного ветра.

На ближайшую перспективу ЭСП предлагается как двигатель космических аппаратов для исследования удаленных областей Солнечной системы, включая малые тела пояса Койпера. Однако в отдаленной перспективе для задач колонизации космоса представляет несомненный интерес возможность его масштабирования до размеров, сопоставимых с размерами орбит внутренних планет Солнечной системы. Для такого двигателя в дальнейшем принято название «электрический двигатель Шкадова» (EST). Для решения задач SETI, носящих не только научный, но и мировоззренческий характер, представляют интерес признаки применения такого двигателя. Представленные в статье выводы по вопросам SETI, в силу специфики проблемы, носят в значительной степени спекулятивный характер, однако позволяют не только интерпретировать отсутствие позитивных результатов в ряде проектов SETI – например, [3] – но и уточнить

признаки возможной деятельности космических цивилизаций (КЦ).

Схемное решение

Наиболее масштабным примером применения классического солнечного паруса является двигатель Шкадова (ST – Shkadov thruster или stellar thruster), относимый к звездным машинам класса А (предназначенным для непосредственного создания тяги) [4, 5, 6]. Классический ST представляет собой крупноразмерную (сопоставимую с размерами орбит внутренних планет) конструкцию, выполненную в виде солнечного паруса, световое давление на который уравновешено гравитационным притяжением звезды. Поскольку давление излучения звезды в результате приобретёт несимметричный характер, разница в давлении создаёт тягу, и звезда начинает ускоряться в направлении парящего над ней паруса. Такая тяга и ускорение будут крайне небольшими, но такая система может оставаться стабильной в течение тысячелетий. Планетная система звезды будет перемещаться вместе с самой звездой. По имеющимся данным для «фотонного» ST, для такой звезды, как Солнце, со светимостью $3,85 \times 10^{26}$

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.