

К вопросу возможной модификации двигателя Шкадова и ее перспективах для решения некоторых задач SETI.

Аннотация. В статье рассматриваются достаточно отдаленные перспективы колонизации космоса, соответствующие развитию цивилизации от 2 типа по шкале Кардашёва к более высокому уровню. На базе ранее предложенной автором схемы электрического солнечного паруса (ЭСП, ESS) предлагается более эффективное схемное решение технического устройства для управления движением звезды и ее планетной системы, известного как двигатель Шкадова. Рассматривается значение предлагаемого решения для задач SETI.

1. Введение.

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).

2. 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 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 $3,85 \times 10^{26}$ Вт и массой $1,99 \times 10^{30}$ кг, общая тяга, производимая отражением половины солнечного излучения, будет равна $1,28 \times 10^{18}$ Н. За временной промежуток в 1 миллион лет это даст изменение скорости на 20 м/с и удаление от исходной позиции на 0,03 световых года. Через один миллиард лет скорость будет составлять 20 км/с, а удаление от исходной позиции — 34000 световых лет.

Очевидным решением для увеличения изменения скорости и сокращения времени перемещения звезды представляется форсирование ST по тяге за счет использования отражения от паруса не только светового излучения, но и положительно заряженных ионов солнечного ветра. Это достигается модификацией ST в EST - приданием парусу электрического заряда. В связи с тем, что предполагается работа EST в течение длительного времени, для этого целесообразно использование не β -радиоактивных изотопов, предложенных автором для малых космических аппаратов [1], а размещенных на внешней стороне паруса электронных пушек, аналогично конструкции П. Янхунена [2]. Питание электронных пушек может осуществляться

за счет утилизации тепла поглощаемого конструкцией паруса светового и теплового излучения – например, с помощью термоэлектрических преобразователей. В случае изготовления полотна паруса, в соответствии с [1], из чистых металлизированных наноструктурированных пленок толщиной порядка сотен нанометров, целесообразно интегрировать термоэлектрические преобразователи непосредственно в конструкцию полотна паруса в виде многослойного пакета нанопленок различного состава, чем может быть обеспечена их высокая живучесть.

Подробное рассмотрение возможной конструкции паруса выходит за пределы задач настоящей статьи. В качестве возможного варианта может рассматриваться самосборка (и последующий саморемонт) полотна паруса из стыкующихся друг с другом, относительно небольших, идентичных самовоспроизводящихся автоматических космических аппаратов (роботов) с как минимум одной плоской отражающей (рабочей) поверхностью. Первичное производство таких роботов может осуществляться в плоскости эклиптики за счет утилизации вещества астероидов, с дальнейшим перелетом в область полюса звезды (с использованием интегрированного в конструкцию робота электрического солнечного паруса), а дальнейшее поддержание их численности для ремонта паруса – за счет утилизации неисправных, не подлежащих восстановлению роботов. Таким образом, полотно паруса EST формируется из множества небольших идентичных взаимозаменяемых ESS, что обеспечивает его высокую живучесть.

Парус располагается по оси планетной системы со стороны одного из полюсов звезды. Исключение негативного климатического влияния на обитаемую планету отраженного парусом светового и ионного излучения потребует, например, в случае Солнечной системы, расположения паруса внутри орбиты Земли (а в случае обнаружения хотя бы простейших форм жизни в верхних, относительно холодных слоях атмосферы Венеры, по упоминаемым далее «экзогуманитарным» соображениям – и внутри орбиты Венеры), в отличие от классических астроинженерных конструкций класса В типа сферы Дайсона. В этом случае утилизация тепла, поглощаемого конструкцией паруса, становится реальной задачей. Таким образом, по существующей классификации EST является звездной машиной класса С, предназначенной не только для создания тяги, но и для частичной утилизации энергии звезды. Регулирование освещенности обитаемых планет при динамической конструкции паруса возможно за счет создания напротив них вращающихся с той же угловой скоростью окон – в простейшем случае, поворотом части элементов паруса «на ребро» (по принципу жалюзи). Кроме того, динамическая конструкция из отдельных элементов позволит создавать некоторую асимметрию паруса и корректировать направление вектора тяги. Как фотонная, так и ионная составляющие тяги паруса EST мало изменяются со временем (их изменение обусловлено только эволюцией звезды).

При всей масштабности задачи построения паруса, она представляется вполне решаемой. Поскольку предлагаемая конструкция паруса является динамической, а не жесткой, ее масса может быть значительно ниже, чем для традиционно рассматриваемых вариантов астроинженерных конструкций. Так, объем полусферического полотна паруса радиусом порядка $1/3$ а.е. (5×10^9 м) при толщине полотна 200 нм составит $3,14 \times 10^{13}$ м³. При средней плотности материала полотна, равной площади железа (7800 кг/м³) его масса составит $2,448 \times 10^{17}$ кг, что сопоставимо с массой таких астероидов, как Веста ($2,67 \times 10^{20}$ кг) и Эрос ($6,69 \times 10^{15}$ кг). Таким образом, для изготовления паруса может быть вполне достаточно менее 100 небольших астероидов или одного крупного. «Экогуманитарные» ограничения развитой КЦ на использование тел планетной системы для добычи конструкционных материалов (по [8]) могут быть обойдены, например, за счет приоритетной утилизации объектов, угрожающих потенциальным столкновением с густонаселенными планетами.

Важно, что при использовании EST звезда приобретает устойчивый широкий «хвост» из относительно медленных ионов солнечного ветра, отраженных парусом, характерного состава, соответствующего солнечному ветру данной звезды (например, для Солнца - по [7]) выделяющий ее из типичных звезд и отличающийся от характерных для ряда астрофизических процессов узких релятивистских джетов. Поиск таких «выхлопных струй» EST может представлять одну из самостоятельных задач SETI аналогично тому, как можно, не наблюдая

непосредственно кратковременный полет реактивного самолета на большой высоте, в дальнейшем в течение достаточно длительного времени однозначно идентифицировать факт такого полета по сохраняющемуся инверсионному следу. При идентификации таких объектов необходимо учитывать эффекты взаимодействия ионного потока с магнитным полем гелиосферы, где поток может в значительной степени рассеяться и утратить первоначальное направление. Но в этом случае гелиосфера за счет ассиметричного потока ионов будет характерным образом деформирована, и по такому признаку также можно будет идентифицировать искусственно перемещаемые звезды.

3. Возможный вариант развития КЦ при использовании EST (ближайшая перспектива).

Данная часть статьи содержит достаточно спекулятивные рассуждения о возможном пути развития КЦ, достигших 2 уровня по шкале Кардашёва, в т.ч. способных реализовать конструкции типа EST.

Предполагается, что фундаментальные представления об ограничении скорости передачи информации скоростью света в вакууме остаются верными и для КЦ 2 типа. В этом заключается первая причина, по которой, по мнению автора, переход такой КЦ к 3 типу путем дальнейшей колонизации космоса невозможен. Как при систематических энергоёмких «быстрых» межзвездных перелетах относительно небольших космических аппаратов, так и при медленных перемещениях по галактике базовой для КЦ звезды с одновременным использованием электромагнитных (радио-, оптических) каналов связи, невозможно сохранить единство и связность КЦ на межзвездных расстояниях.

Как один из вариантов дальнейшей эволюции организованной материи, предложена и достаточно убедительно обоснована модель «галактического культурного поля» как следующего за технологической цивилизацией уровня организации материи, несводимого к сумме отдельных КЦ, являющихся его организованными структурными элементами наподобие нейронов [8]. Одним из препятствий на пути формирования «галактического культурного поля», помимо вопросов идентификации КЦ потенциальных партнеров по его формированию традиционными методами SETI, видится сравнительная малость скорости света относительно межзвездных расстояний. Помимо уже упоминавшейся проблемы связности КЦ структуры галактического масштаба, большинство процессов, длительностью меньше геологических и космологических (например, историю Земли в переломный момент XX-XXI веков), «галактическое культурное поле» будет просто не способно зарегистрировать, не говоря о том, чтобы их отразить, т.к. они завершатся раньше, чем информация о них дойдет до ближайших его элементов.

Предлагается обозначить этот факт как первый (технологический) запрет на существование КЦ 3 типа. По этой причине, по мнению автора, возникновение КЦ, превышающих по возможностям 2 тип, но не достигающих 3 типа (предлагается обозначить их как тип 2+, соответствующий уровню использования энергии звездного скопления) возможно только в достаточно локальных масштабах, и не в результате экспансии одной КЦ 2 типа, а в результате конвергенции группы таких КЦ. Это потребует согласованного сближения их базовых звезд с использованием конструкций, подобных ST или EST – очевидно, второй вариант энергетически предпочтительней. Важно отметить, что данный процесс является самоорганизующимся, т.е. не требует наличия единого центра управления. Каждая КЦ 2 типа направляет свою базовую звезду к другой звезде, идентифицированной ей методами SETI как базовая для другой КЦ. В результате с течением времени образуется достаточно компактное обитаемое звездное скопление (с расстояниями между звездами порядка световых недель, возможно, световых дней), в котором как обмен информацией по электромагнитным каналам связи, так и перелеты космических аппаратов могут быть реализуемы за реальные для КЦ сроки, что позволит говорить о начале формирования из КЦ 2 типа единой системы – КЦ типа 2+. Для такого искусственного звездного скопления может быть характерно ионное «гало» в виде отдельных сегментов из отставших ионов «выхлопных струй» EST. На поздних этапах

сближения звезд при их торможении и позиционировании относительно друг друга «выхлопные струи» EST будут направлены внутрь скопления, и ионное «гало» будет сплошным.

Можно предположить и другие признаки конструкции искусственного скопления в динамике в процессе завершения его строительства (когда звезды уже достаточно сблизилась, но еще продолжают движение). Строящееся скопление должно включать стабильные звезды типа Солнца класса G и K, способные обеспечить длительное развитие жизни. Ближайшие к наблюдателю звезды, движущиеся от него, будут наблюдаться с небольшим красным смещением (соответствующим скорости в десятки км/с) и более яркими, чем по типичной зависимости "масса-светимость" (за счет отраженного от паруса светового излучения). При более детальном рассмотрении между ними можно будет заметить группу звезд, летящих к наблюдателю. Они будут видны как слабые инфракрасные источники (за счет излучения нагретого паруса с обратной стороны) с небольшим фиолетовым смещением.

На заключительном этапе строительства звезды будут значительно ближе друг к другу, и они будут осуществлять маневр торможения, развернув паруса в направлении движения (точнее, перемонтировав их со стороны другого полюса звезды). При этом ближайšie к наблюдателю звезды будут выглядеть для него инфракрасными источниками с красным смещением, а встречные - аномально яркими звездами с фиолетовым смещением.

Очевидно, что подобное искусственное скопление будет достаточно легко обнаружимым и притягательным для большинства КЦ данной галактики, в результате чего они в итоге будут также вовлечены в его формирование («урбанизация» галактики). Можно отметить, что подобный процесс локализации «галактического культурного поля» в ограниченной области, сопровождаемый его нелинейным усложнением, подобен процессу цефализации в биологической эволюции, за счет которого масса нейронов не распределяется равномерно во всем организме, а локализуется в компактном специализированном органе – головном мозге, чем обеспечивается значительно более высокая скорость и интенсивность их взаимодействия. В этом случае, любая деятельность по SETI для КЦ типа 2+ может носить только внегалактический и достаточно формальный характер – в форме односторонних передач без перспективы ответа, исключительно по «экзогуманитарным» мотивам. Можно в определенной степени предположить интровертный характер КЦ типа 2+ и формирование вокруг искусственного звездного скопления «информационного барьера» - в том смысле, что взаимодействие единичных КЦ в скоплении является для них несопоставимо более приоритетным, чем любая деятельность в окружающей галактике. По имеющимся признакам можно предположить, что в галактике Млечный Путь КЦ типа 2+ на данный момент отсутствует, что соответствует общей динамике ее развития ([8], [9] и др.).

Известно, что достаточно масштабные работы по поиску признаков существования КЦ 3 типа – например, недавно завершённые исследования по поиску повышенного уровня среднего инфракрасного излучения, который мог быть интерпретирован как побочный эффект технической деятельности, у более 100 тысяч галактик, выполненный с помощью инфракрасного телескопа WISE [3] – не принесли позитивных результатов.

В настоящее время в ряде работ (например, А.Д. Пановым в [8]) обоснован потенциально «экзогуманитарный» характер любой КЦ типа 1 и выше, где «экзогуманизм» понимается расширительно как включающий «любые формы сдержек, разрушительной силы технологий». В свою очередь, «экзогуманизм» КЦ очевидным образом следует из закона техногуманитарного баланса А.П. Назаретяна [9].

Очевидно, что масштабная астроинженерная деятельность классических КЦ 3 типа в галактике, доступная обнаружению методами, подобными представленным в [3], будет носить катастрофический характер для всех КЦ более низкого уровня развития в данной галактике, и возможно, полностью исключит возможность сохранения и развития в ней каких-то форм жизни, что явно противоречит принципу «экзогуманизма». Предлагается обозначить эту проблему как второй («экзогуманитарный») запрет на существование КЦ 3 типа. Формирование «информационного барьера», как было отмечено выше, одновременно снимает и этот запрет.

Можно отметить, что строительство группой КЦ искусственного звездного скопления с помощью технологий, подобных EST, в определенной степени может представлять собой решение проблемы Б.Н. Пановкина, согласно которой «...при прямом и длительном контакте между цивилизациями они в процессе практической деятельности могут выработать общие представления о мире и общую систему понятий. Но вне практической деятельности по преобразованию мира установить контакт (в частности, только по каналам связи) невозможно» [14]. Очевидно, что для начала работ по строительству скопления для каждой отдельной КЦ 2 типа вопрос интерпретации (и, в общем случае, даже наличия) сигналов других участников процесса по традиционным электромагнитным каналам связи неактуален – достаточно лишь определения известными методами направлений движений звезд предполагаемых КЦ-партнеров и наличие у этих звезд ряда признаков, которые могут быть интерпретированы как эффекты работы EST. Общая система понятий может быть выработана группой КЦ в дальнейшем на заключительных этапах строительства скопления, при интенсивном двухстороннем обмене сигналами, а при достаточном сближении звезд, возможно, и космическими аппаратами.

Интересно рассмотрение данного процесса с позиций Универсальной эволюции (синонимы – Универсальная история, Мегаистория и др., [8], [9]). В настоящее время в ряде работ ([8] и др.) выделены два рукава (инварианта) Универсальной эволюции – развитие с замедлением интенсивности процессов по закону, близкому к логарифмическому, от ранних этапов развития Вселенной до момента начала образования элементов тяжелее железа в недрах звезд – первый рукав, и развитие с ускорением по степенному закону с коэффициентом ускорения около 2,7 с этого момента и до середины XXI века (на Земле) – второй рукав. В работе [8] обосновывается возможность начала со второй половины XXI века третьего – «постсингулярного», или «экзогуманитарного» рукава с нелинейным замедлением развития, основное содержание которого составят решение задач SETI и формирование «галактического культурного поля». Продолжая тенденцию, можно предположить начало четвертого рукава Универсальной эволюции с момента идентификации КЦ друг друга и начала строительства звездных машин типа EST, завершающегося нелинейным ускорением развития КЦ типа 2+ в искусственном звездном скоплении по представленному выше сценарию.

4. Возможный вариант развития КЦ при использовании EST (дальнейшая перспектива).

Интересны дальнейшие возможные пути развития искусственного звездного скопления КЦ типа 2+ , в плане интерпретации результатов экспериментов по поиску КЦ 3 типа наподобие [3]. При достаточно большом количестве звезд в скоплении и достаточно тесном их сближении для обеспечения деятельности КЦ типа 2+ как единого целого, а также при наличии в скоплении достаточной массы темной материи, возможно формирования вокруг скопления не только «информационного барьера», но и физического горизонта событий и его фактическая изоляция от окружающего пространства. При этом извне скопление может наблюдаться как гипотетическая сверхмассивная черная дыра. (Следует отметить, что для образования сверхмассивной черной дыры массой в миллиард солнечных с малой средней плотностью в галактике Млечный Путь формально было бы достаточно около 1% звезд, что приводит к довольно оптимистичному, но вероятному допущению о возможности наличия КЦ в среднем у одной из 100 звезд. Последние данные по обнаружению планет типа «земель» и умеренно массивных «суперземель» в зонах жизни ряда звезд дают надежду на конкретизацию этой оценки в обозримом будущем). Таким образом, одновременно полностью обходятся оба упомянутых выше запрета – как технологический, так и «экзогуманитарный» - т.к. с этого момента никакая масштабная деятельность КЦ внутри скопления не может оказывать влияния на среду за горизонтом событий.

Весьма вероятно, что перед тем, как окончательно изолироваться от окружающего мира подобным образом, по «экзогуманитарным» соображениям КЦ типа 2+ может разместить снаружи автоматические передатчики («маяки»), транслирующие по известным каналам

электромагнитной связи сообщения, содержащие информацию об истории развития входящих в нее КЦ 2 типа.

В принципе, при этом не является обязательным образование объекта, являющегося именно черной дырой. Решение задачи изоляции от окружающей среды возможно за счет достаточно сильного искривления пространства вокруг искусственного скопления, подобного наблюдаемому в ближайших окрестностях пульсара J1906, в системе пары нейтронных звезд [10].

Следует отметить, что существующие черные дыры (например, в ядрах галактик) определенно не могут быть использованы КЦ типа 2+ с этой целью. Поскольку искусственное скопление является совокупностью динамически сбалансированных звезд с планетными системами, осуществляющих перемещение с малой тягой со скоростями порядка десятков км/с, гравитационные эффекты сверхмассивной черной дыры приведут к его разрушению задолго до приближения к горизонту событий. Сверхмассивная черная дыра может быть только искусственно сформирована за счет целенаправленного перемещения звезд и их взаимодействия с темной материей.

Вопрос возможности существования искусственного звездного скопления и каких-то форм высокоорганизованной жизни в нем в самом широком толковании остается достаточно спорным. В ряде работ ([11], [12]) утверждается возможность существования внутри черных дыр под горизонтом событий устойчивых или квазиустойчивых орбит достаточно сложной конфигурации, на которых могли бы располагаться как планеты, так и звезды с планетными системами. Следует отметить, что звезды, оснащенные двигателями типа EST, даже на квазиустойчивых орбитах в определенных условиях могут сохранять свое положение неограниченно долго. В несколько иной форме допущение об обитаемости (точнее, субъектности) черных дыр было представлено другими авторами [13]. Тем не менее, в целом отношение к подобной возможности на сегодня достаточно скептическое. Поскольку отсутствие любой возможности получения информации о внутренних процессах черных дыр является их фундаментальным свойством, подобная операция, основанная исключительно на результатах теоретического моделирования, представляется рискованной даже для КЦ типа 2+.

Тем более интересен вопрос, что может являться мотивом для подобного действия. Вероятно, что при всей сложности и многообразии связей в скоплении, подобная КЦ со временем столкнется с проблемой «исчерпаемости познания» (по [8]), когда вся «экзогуманитарная» информация в пределах галактики будет ей интегрирована и освоена, а возможность двухсторонних контактов с аналогичными КЦ в других галактиках стремится к нулю, как в силу недопустимо больших сроков передачи сигналов, так и в результате наличия «информационных барьеров» (как было отмечено выше, КЦ типа 2+ будет в принципе глубоко интровертной). Релятивистские эффекты, наблюдаемые при значительном искривлении пространства вокруг искусственного скопления, могут коренным образом изменить ситуацию. Релятивистское замедление времени с позиции внешнего наблюдателя для КЦ типа 2+ будет соответствовать ускорению времени в окружающем мире. В этом случае ответ на сигналы, направленные другим аналогичным КЦ, могут быть получены в конечные и весьма краткие сроки. При формировании полноценного горизонта событий осуществляющей его КЦ перед полной изоляцией от окружающей Вселенной может быть получен максимальный объем «экзогуманитарной» информации от всех пожелавших вступить с ней в контакт КЦ за все время существования Вселенной после этого момента, включая неопределенно далекое будущее. В этом случае столь рискованная астроинженерная деятельность, безусловно, может быть оправдана. В рамках Универсальной эволюции этот момент будет соответствовать «сингулярности» гипотетического четвертого рукава – скорость и интенсивность обработки информации стремится в бесконечности, после чего КЦ полностью исчезает из наблюдаемой Вселенной.

Очевидно, при этом полностью меняется подход КЦ типа 2+ к вопросу SETI. После принятия решения о подобной операции она заинтересована в установлении максимального количества возможных контактов, не ограничиваясь длительностью периода прохождения сигналов на межгалактических расстояниях. Упомянутые выше «маяки» в этом случае

являются весьма энергоемкими сооружениями, и, видимо, представляют собой часть звезд с EST, остающихся за пределом искусственной сверхмассивной черной дыры на значительном удалении от горизонта событий на устойчивых орбитах. Подобные объекты, помимо подаваемых ими сигналов, с ростом в будущем аппаратных возможностей астрономических наблюдений в оптическом и инфракрасном диапазонах, также могут быть идентифицированы, периодически наблюдаемые как инфракрасные источники звездных масштабов (обратной стороной паруса к наблюдателю), либо как видимые звезды (боком к наблюдателю), либо исчезающие из наблюдения за сверхмассивным темным телом. Их сигналы, обладающие достаточной мощностью для передачи на межгалактические расстояния, вероятно, могут быть зафиксированы уже современными средствами радиоастрономии. Следует отметить, что, для возможности ведения диалога в отсутствие создавшей их КЦ (с которой возможна только односторонняя связь по передаче данных за горизонт событий), «маяки» должны сами обладать некоторой субъектностью – в том понимании, которое вкладывается в настоящее время в понятие «искусственный интеллект», т.е. быть способными идентифицировать и декодировать сигналы «маяков» других КЦ и отвечать на них. Т.е. каждый «маяк», использующий для поддержания функционирования и ведения передач энергию собственной звезды, по существующей классификации формально сам является КЦ 2 типа. Таким образом, система межгалактических «маяков» может являться следующим иерархическим уровнем над «галактическим культурным полем», локализованным в искусственных звездных скоплениях и затем в искусственных черных дырах.

Таким образом, если формирующаяся КЦ типа 2+ наблюдается как звездное скопление с рядом аномальных характеристик, но получение целенаправленного сигнала от нее маловероятно, то в рассмотренном выше гипотетическом случае на заключительном этапе развития такая КЦ может наблюдаться как сверхмассивный темный объект (предположительно черная дыра), расположенный не в ядре галактики, а на ее периферии, возможно, окруженный ионным гало характерного состава, на отдалении распадающимся на отдельные подобные потоки относительно медленных ионов, и являющийся многодиапазонным источником электромагнитного излучения, в котором могут быть выделены предположительно модулированные сигналы. Очевидно, двухсторонний контакт с КЦ типа 2+ невозможен в принципе, но получаемые от нее «исторические» сигналы в случае их выделения и хотя бы частичной дешифровки могут иметь крайне важное значение – как «экзонаучное» (по [8]), так и мировоззренческое.

5. Реализуемость варианта развития цивилизации Земли как КЦ при использовании EST.

Следует отметить, что, помимо формирования критериев обнаружения деятельности одного из гипотетических типов КЦ, предложенные соображения носят практический характер в перспективе колонизации космоса, в т.ч. развития существующей на Земле цивилизации до уровня типа 2 и далее 2+. При наличии неограниченного времени, начало реализации проекта создания EST (и последующего участия в формировании искусственного звездного скопления) представляется реализуемым при текущем научно-техническом уровне. Для этого требуется решение двух задач: выбора звезды - потенциальной цели для сближения традиционными методами SETI и создания и запуска к одному из астероидов прототипа автоматического космического аппарата - робота с двигательной установкой типа ESS по [1] и функцией самовоспроизводства (по типу автомата фон Неймана) с использованием доступных местных материалов, как типового элемента EST. Обе задачи потенциально могут быть решены в первой половине XXI века, после чего реализация проекта EST может осуществляться автоматически, практически без вмешательства людей – за исключением задач координации деятельности роботов и, возможно, смены их поколений. Одним из первых шагов по направлению решению задачи по созданию роботов – элементов паруса EST могло бы стать изготовление и испытание первых опытных прототипов малых «бюджетных» космических аппаратов с ESS по [1] в

течение ближайших лет в рамках перспективных космических программ исследования периферии Солнечной системы.

Заключение.

Предложенный прогноз развития КЦ с использованием модифицированного двигателя Шкадова носит в значительной степени спекулятивный характер, поскольку предполагает «окончателность» ряда современных представлений о мире и его законах. Однако данный прогноз позволяет использовать новый подход к проблеме SETI на основании ряда конкретных свойств искомым объектов. Положительная идентификация хотя бы одного наблюдаемого объекта как искусственного звездного скопления или искусственной черной дыры имело бы крайне важное мировоззренческое значение, поскольку являлось бы косвенным подтверждением неисключительности современной цивилизации и возможности ее практически неограниченного развития на протяжении космологических эпох, и стало бы существенным основанием для социального оптимизма. В то же время, начало создания конструкции EST как совокупности достаточно несложных автономных аппаратов с ESS представляет собой практическую инженерную задачу, которая может быть решена в обозримом будущем.

Автор выражает благодарность д.ф.-м.н. А.Д. Панову (НИИЯФ МГУ) за прояснение ряда спорных моментов в ходе предварительного обсуждения материалов данной публикации.

Источники информации:

1. Dmitry Novoseltsev. Small unmanned spacecraft with electric solar sail. Space Colonization Journal, Vol. 20, 2014, pp. 3-7.
2. <http://www.electric-sailing.com/publications.html>.
3. <http://ria.ru/science/20150415/1058734012.html#ixzz3XFpGJQLO>.
4. Shkadov, L. M. "Possibility of controlling solar system motion in the galaxy, «38th Congress of the International Astronautical Federation», October 10-17, 1987, Brighton, UK, paper IAA-87-613.
5. Viorel Badescu and Richard B. Cathcart, «Stellar engines for Kardashev's Type II Civilization», Journal of the British Interplanetary Society 53: 297—306 (2000).
6. Viorel Badescu and Richard B. Cathcart, «Use of Class A and Class C stellar engines to control Sun movement in the galaxy», Acta Astronautica 58: 119—129 (2006).
7. <http://fein.uni-dubna.ru/document/Programme/Biophysics/Posobie-CosmicRadiation.pdf>.
8. А.Д. Панов. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI). – М.: Издательство ЛКИ, 2013. – 208 с.
9. А.П. Назаретян. Нелинейное будущее. Мегаистория, синергетика, культурная антропология и психология в глобальном прогнозировании: Монография. – М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 512 с.
10. The Binary Companion of Young, Relativistic Pulsar J1906+0746. J. van Leeuwen et al. 2015 ApJ 798 118. doi:10.1088/0004-637X/798/2/118.
11. Vyacheslav I. Dokuchaev. Is there life inside black holes? arXiv:1103.6140v4 [gr-qc] 18 Nov 2011.
12. V. I. Dokuchaev. Life inside black holes. arXiv:1203.0878v1 [astro-ph.CO] 5 Mar 2012.
13. В.А. Лефевр, Ю.Н.Ефремов. Космический разум и черные дыры: от гипотезы к научной фантастике. "Земля и Вселенная», 2000, № 4.
14. Л.М. Гиндилис. Борис Николаевич Пановкин о познаваемости мира и о возможности связи с внеземными цивилизациями (к 80-летию со дня рождения). <http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/index.html>.