

## Engineering Sciences

### Технические науки

UDC 539.124.6

#### Ecology and Space – Backbone Directions of Human Civilization Development

Evgenii P. Prokopiev

Institute for Theoretical and Experimental Physics, Russian Federation  
25, B. Cheremushkinskaya street, Moscow, 117218  
E-mail: eprokopiev@mail.ru

**Abstract.** The article briefly describes the features and possible ways of space technologies development (special attention is attached to the problematic issues of physics, chemistry and antimatter technology); the problem of positron annihilation in matter (positronium), including positron processes, positron states and annihilation process, which is the component of fundamental and practical important problem of antimatter. The space technologies of the future – the most important problems of antimatter application are considered on the basis of Internet data.

**Keywords:** antimatter; positron; positronics; space technologies; space; universe; space motors; interstellar travels.

**Введение.** Развитие исследований в области Экологии и Космоса должны стать ключевыми в силу возможности выживания Человечества в окружающем Мире. Поэтому исследования с применениями современных технологий и нанотехнологий в области экологии важны и необходимы для Человечества в силу необходимости сохранения и поддержания ресурсов Земли для жизни всего Живого (Флоры и Фауны). Исследования в области Космоса должны дать возможность найти Человечеству Пространства для будущего обитания и развития, а также защиту Земли от различных внешних космических воздействий, например, от метеоритной и астероидной опасности.

При этом для Земли необходимы колоссальные средства на такие Программы. Они могут быть найденными при условии переключения средств из военных расходов Человечества на экологические и космические исследования. Это возможно на основе договорных обязательств расходования средств всех стран Земли и прежде всего стран двадцатки и восьмерки в области Экологии и Космоса. Возглавлять такие работы и исследования несомненно должны руководители стран Земли, имеющие доступ к финансово-техническим ресурсам, программам и проектам. Такого рода общемировые Программы и Проекты совместной работы могут стать объединяющим началом мирной жизни для всего Человечества и естественно ослабления враждебности друг к другу. Предстоит долгий и трудный путь в этом направлении. Но этот путь, по-видимому, может дать возможность выжить Человечеству в нашей прекрасной Вселенной (или Вселенных).

В процессе роста численности населения на Земле резко ухудшаются экологические, экономические, социально-политические и другие проблемы созидательного развития человеческой цивилизации. Перспективы этого развития несомненно будут связаны с освоением космического пространства (ближнего и дальнего космоса, межзвездных перелетов, освоение галактик нашей Вселенной и возможно других вселенных), а также установление контактов с внеземными цивилизациями, если таковые имеются. Имеются большое число предлагаемых проектов будущих космических путешествий, основанных на наших знаниях законов природы и мироздания. В настоящее время существует точка зрения о том, что межзвездные путешествия на космических кораблях с применением самых современных физических источников энергии невозможны в силу огромной их длительности и невозможности создания запасов топлива и износа материалов космических аппаратов. Существуют точки зрения о том, что эти перелеты возможны лишь в ближнем и

дальнем космосе и перелеты к ближайшим звездам. Освоение нашей галактики, других галактик нашей Вселенной и возможно других вселенных связывается с проектами возможных полуфантастических машин времени, «деформирующих» пространство-время, проектами квантовой телепортации и т.д. Поэтому перспектива созидательного развития человеческой цивилизации несомненно связана с глубокими изучениями законов мироздания с целью создания на их основе будущих космических технологий развития человеческой цивилизации. Особую роль на первом этапе развития космических технологий несомненно будет играть проблема физики и химии антивещества.

**По-видимому, именно эти исследования могут подойти к разгадке вопросов: откуда мы во Вселенной и что мы в ней?** Это неразгаданные тайны, стоящие перед человечеством. К ним относятся, пожалуй, в первую очередь поиск разумной жизни и проблема антивещества (первоматерии) во Вселенной (см., например, [1-21] и др.). Рассмотрим вкратце эти вопросы.

### **О возможных разнообразиях форм Мирового Разума**

В рамках квантовополевой теории вселенной и модели минисуперпространства удается показать множественное рождение вселенных, даже, если начало есть ничего («отсутствует» пространство-время, нет вселенных, в том числе и нашей материнской Вселенной). Таким образом, можно считать рождение вселенных процессом неизбежным и закономерным - следствие теории поля вселенной, в которой суперпотенциал зависит от времени. Это дает возможность нарисовать динамическую картину Вечности (Вечного Мира) как своеобразного газа взаимодействующих вселенных, переход между которыми вероятно возможен через так называемые кротовые норы (см. [3]). Важным вопросом современной науки, способствующей развитию фундаментальных проблем науки и техники, является поэтому поиск разумной жизни и новых жизненных пространств в окружающем нас Мире. Можно сказать, что эти проблемы возможно явятся (сродни) Великим географическим открытиям конца средневековья и начала нового времени в истории человечества, способствовавших невиданному прогрессу в развитии всех сфер его жизни.

Идеи о межзвездных перелетах, по-существу, в первую очередь предполагают поиски разумной жизни во Вселенной, установление контактов с иными цивилизациями. Эти вопросы, как указывается в [21], могут быть решены в рамках концепции Мирового Разума – формы материи, обладающей способностью целенаправленно развиваться и познавать, как свое развитие, так и других форм материи. Один из примеров формы Мирового Разума перед нами существует наяву. Это высшая форма движения живой материи – коллективный человеческий Разум, то есть по-существу то, что мы называем человеческой Цивилизацией, иногда употребляя термин «гуманоидной». В связи с этим возникают следующие неизбежные вопросы 1) существуют ли во Вселенной (помимо нашей) другие гуманоидные Цивилизации, контакт с которыми, по-видимому, можно установить; 2) можем ли мы – носители одного из видов Мирового Разума, т.е. представители человеческой Цивилизации, установить контакты с другими формами Мирового Разума. Эти вопросы имеют сугубо практический характер. Решать их необходимо на высоком научном и техническом уровне с учетом всех знаний о законах развития одной из движущихся форм материи – Мирового Разума (человеческой Цивилизации).

Сумма знаний об окружающем Мире (имеются в виду сумма знаний о законах развития всех видов движущейся материи), накапливаемых различными формами Мирового Разума, как следует из примера развития человеческой Цивилизации, следует примерно по экспоненциальному закону  $S(t) = S_0[1 - \exp(-\alpha t)]$ . В этой довольно-таки наивной формуле параметр  $S_0$  представляет собой асимптотическое значение «суммы знаний», а параметр  $\alpha = 1/\tau$ , где  $\tau$  - среднее время жизни цивилизации. Причем величины параметров  $S_0$  и  $\alpha = 1/\tau$  для различных форм Мирового Разума, по-видимому, опять-таки различны. Таким образом, предполагая, что возможность установления контактов между цивилизациями определяются близостью значений параметров  $S_0$  и  $\alpha = 1/\tau$  функции  $S(t)$ , можно придти к весьма пессимистическому выводу о случайном характере установления контактов. Поэтому различные формы Мирового Разума вероятнее всего развиваются и существуют независимо друг от друга. Контакты между ними – явление, скорее всего

случайное, как и воздействия одной формы Мирового Разума на другую. Это один из возможных парадоксов, которые ожидают серьезных исследователей по проблеме разумной жизни во Вселенной и/или вселенных. К сожалению проведенные в последнее время эксперименты по поиску разумной жизни в нашей материнской Вселенной дали пока что отрицательный результат, подтверждающий этот возможный парадокс.

Возможна и другая причина неудач в установлении контактов. Главная их них заключается, по-видимому, в том, что наша цивилизация еще не достигла достаточно высокого уровня развития в научном и техническом отношении с тем, чтобы установить контакты с другими высокоразвитыми цивилизациями. Эти контакты вероятнее всего возможны на основе каких-то неизвестных Человечеству физических форм связи (контактов). Возможно, что окружающий нас Вечный Мир (Вечность) полны информации о других цивилизациях, их законах и особенностях развития. Эта информация в Вечности при взаимодействии со Средой может задавать пути развития других Миров с различными законами. Поэтому нам следует подождать, когда Человечество достигнет более высоких форм развития, чтобы уметь детектировать эту информацию и использовать ее в свое благо.

Имеется большое число предлагаемых проектов будущих космических путешествий, основанных на наших знаниях законов природы и мироздания. Особую роль на первом этапе развития космических технологий несомненно будет играть проблема физики, химии и технологии антивещества [1-21].

### **О физике, химии и технологии антивещества**

Современная проблема физики, химии и технологии антивещества включает в себя исследования особенностей свойств антиматерии и взаимодействия материи и антиматерии, а также исследования вещества с помощью античастиц [22-39]. Особое значение имеют современные достижения в физике, химии и технологии антивещества для решения энергетических проблем человечества (проблема антиводорода, кварковой материи, энергетические проблемы космологии и др.). Поэтому большой интерес представляет возможность получения интенсивных потоков позитронов (возможно и других античастиц) при перестройке физического вакуума в сильных полях (например, вероятно в электрическом поле современных сверхмощных лазерных лучей (<http://infox.ru/science/lab/2008/11/18/antimatter.phtml>)) и на ускорителях. Вероятно речь может возможно пойти о создании космических солнечных фабрик на Луне или астероидах, и т.д. с использованием преобразованной энергии излучения Солнца в электрическую энергию и использования специальных ловушек в космическом вакууме для получения и хранения позитронов. Сущность метода должна заключаться в получении позитронов посредством преобразованной энергии Солнца на ускорителях или любых других методов потоков быстрых позитронов с их последующим их замедлением до температур порядка 0,5 К в некоторой закрытой области космического пространства. Таким образом, могут быть получены значительные количества позитронов. Сбор таких позитронов в магнитных ловушках в условиях космического вакуума мог бы стать довольно эффективным методом накопления антивещества.

Особый интерес представляет проблема получения холодного антиводорода (в специальных ловушках при температуре порядка 0,5 К), разрабатываемого в ЦЕРН [7]. Эти эксперименты предполагают проверку фундаментальных законов мироздания (например, СРТ-симметрии) с помощью изучения свойств синтезируемых атомов антиводорода. Данные результаты ЦЕРН получения, хранения и детектирования антиводорода могут быть использованы в будущем с целью получения антиводорода в достаточных макроколичествах для практического использования в качестве аннигиляционного топлива в различных двигательных установках космических аппаратов. Вероятно, речь пойдет о создании солнечных фабрик с использованием энергии излучения Солнца и космического пространства для производства и хранения антивещества. Суть метода должна заключаться в получении с помощью преобразованной энергии Солнца, например, в электрическую энергию на ускорителях или какими-либо другими методами потоков быстрых антипротонов и позитронов с последующим их замедлением, например, по технологии ЦЕРН [7] до температур порядка 0,5 К в некоторой замкнутой области космического пространства. Последующая рекомбинация этих холодных антипротонов и позитронов в этой области должна приводить к образованию холодного антиводорода.

При этом возможен последующий процесс образования молекул антиводорода и их конденсации в твердые частицы в условиях температуры космического пространства. Конденсация (слипание) этих частиц может привести к получению достаточных количеств холодного антивещества, состоящих из молекул антиводорода. Таким образом, возрастает еще в большей мере значимость проблемы о преобразовании и концентрации энергии солнечного излучения в другие формы энергии, пригодные для получения антивещества. Как видим, этот процесс получения холодного антивещества представляет собой невероятно трудную техническую задачу, можно даже сказать фантастически трудную задачу. Это работа вероятно для многих поколений исследователей всех областей знания и специальностей.

На современном уровне развития технологий о большом количестве полученного антивещества говорить не приходится. К тому же эти процессы получения антивещества очень дороги. Поэтому вероятно можно говорить только о приблизительно десятках или сотнях нанограмм полученного антивещества. Этого количества антивещества, очевидно, было бы достаточно для создания космических транспортных средств (SV) с размерами в nano- или микронном диапазоне (<http://www.centauri-dreams.org/?p=18416>; <http://www.portalus.ru/modules/science/data/files/prokopiev/Antimatter-Positronics-ProjektEngRus.doc>; Positronics Research LLC). Это фантастическое предположение не лишено смысла в контексте современного развития нанотехнологий в Мире. Все размеры устройств и деталей таких SV не должны превысить размеры диапазонов микрона и нанометра.

Положение может измениться, если учесть, что черные дыры как естественного, так, возможно и искусственного происхождения могут стать "фабриками" антивещества (см. <http://ipulsar.net/news/1465-sc.html> (А.Д.Долгов (ИТЭФ) и другие). Тяготение в окрестностях черной дыры является настолько большим, что это никакие объекты (даже фотоны) не могут покинуть ее. Действительно, тяготение черной дыры действует сильнее на протоны, чем на электроны, поскольку их масса значительно меньше. В результате черная дыра получает положительный электрический заряд. Таким образом, если массы черных дыр являются довольно небольшими, то электрическое поле в области горизонта событий может достигнуть критических значений. Это приводит к нестабильности вакуума и генерации электронно-позитронных пар. Поскольку позитроны выбрасываются из области электрического поля черной дыры, а электроны захватываются, то черные дыры можно рассматривать как фабрика антивещества, преобразующие протоны в античастицы.

В связи с этим могут быть рассмотрены возможности использования исследований различных процессов, протекающих в экстремальных условиях, в ядерной физике, астрофизике и космологии, а также других смежных областях науки и техники для создания интенсивных потоков позитронов и возможно других античастиц. Таким образом, могли бы быть получены очень мощные потоки позитронов. Сбор таких позитронов в магнитные ловушки в условиях космического пространства может стать весьма эффективным методом накопления антивещества.

Помимо проблемы производства существует проблема безопасного хранения позитронов. В настоящее время для хранения античастиц используются так называемые ловушки Пеннинга (рис. 1). В них частицы удерживаются от столкновения со стенками ловушки с помощью магнитного поля. Однако поскольку позитроны заряжены одинаково и отталкиваются друг от друга, со временем все они вырываются из магнитного поля и аннигилируют при столкновении с обычной материей.

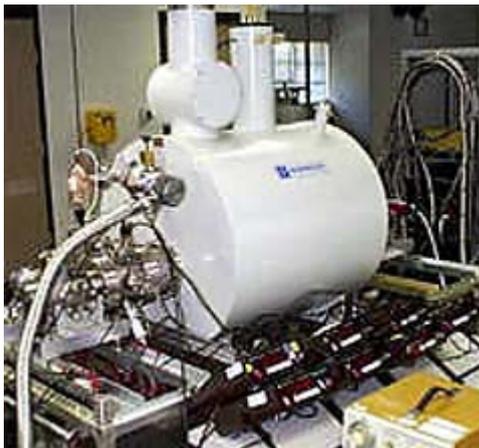


Рис. 1. Ловушка Пеннинга

Проблемой хранения позитронов занимается фирма Positronics Research LLC [8]. В качестве альтернативы ловушкам Пеннинга ученые этой фирмы предлагают использовать также квазистабильные образования – атомы позитрония. Позитроний представляет собой систему из вращающихся друг вокруг друга позитрона и электрона, которые удерживаются от столкновения электромагнитными полями.

Отмечается [16], что двигатель на антивеществе (антипротонах) вполне реален и может работать, например, следующим образом. Сначала создаются два облака из нескольких триллионов антипротонов, которые от соприкосновения с материей удерживает электромагнитная ловушка. Потом между ними вводят частичку топлива весом в 42 нанограмма, представляющую собой капсулу из урана-238, в которую заключена смесь дейтерия и гелия-3 или дейтерия и трития. Антипротоны моментально аннигилируют с ядрами урана и вызывают их распад на фрагменты. Эти фрагменты, вместе с образовавшимися гамма-квантами, так сильно разогревает внутренность капсулы, что там начинается термоядерная реакция. Ее продукты, обладающие огромной энергией, еще сильнее разгоняются магнитным полем и выходят через сопло двигателя, обеспечивая космическому кораблю фантастически большую тягу.

Что же касается полета к Марсу за один месяц, то для него американские физики рекомендуют другую технологию – ядерной деление, катализируемое антипротонами. Тогда на весь полет требуется 140 нанограмм антипротонов, не считая радиоактивного топлива.

## 2. О роли исследования позитронных и позитрониевых состояний в материи

В силу вышеизложенного исследования позитронной аннигиляции в материи (позитроники, являющейся составной частью проблемы антивещества), включающей в свой состав позитронные процессы, позитронные (позитрониевые) состояния и собственно процесс аннигиляции [12,13], представляет собой фундаментальную и практически важную проблему. Позитронные и позитрониевые состояния в основных четырех состояниях материи (газах, жидкостях, твердых телах и плазме) можно условно классифицировать следующим образом: 1) свободные позитроны и атомы позитрония ( $Ps$ ) в различных интервалах энергий от термализованных до ультрарелятивистских; 2) соединения (комплексы) Уилера состава  $e^+e_2^-$ ,  $e^-e_2^+$ ; 3) молекулы позитрония  $(Ps)_2$ , т. е.  $e_2^-e_2^+$ , и еще более сложные полиэлектронные системы, включающие в свой состав позитроны; 4) связанные состояния позитронов и  $Ps$  на многоэлектронных атомах и ионах (в первую очередь на отрицательных ионах); 5) квазипозитронные и квазипозитрониевые состояния в различных конденсированных средах; 6) позитрон ( $Ps$ )-экситонная плазма, например, в полупроводниках при температуре жидкого гелия и ниже; 7) связанные позитронные и  $Ps$  состояния на точечных и протяженных дефектах (свободных объемах) в кристаллических и аморфных твердых телах и полимерах; 8) связанные позитронные и  $Ps$  состояния на поверхности различных веществ. Конечно, наряду с выше перечисленными могут быть и другие типы состояний.

Исследование свойств таких состояний имеет важное значение в современной науке и технике. Поэтому в последние годы наблюдается интенсивное развитие позитроники различных веществ и их состояний. Интерес к изучению позитроники не случаен. Он связан, с одной стороны, с фундаментальными проблемами физики: рождением и эволюцией вселенной и/или вселенных, позитронной астрофизикой, взаимодействием вещества и антивещества, с изучением новых модификаций комплексов Уилера в веществе. С другой стороны, – с поиском новых уникальных методов исследования электронной структуры и некоторых физико-химических характеристик вещества (в том числе и твердых тел) в дополнение к уже существующим методам (оптическим, электрическим, магнитным и др.), а также возможностей построения приборов и устройств, работающих на основе эффектов взаимодействия излучения с веществом. Особую роль представляют исследования в области космической позитроники (позитронной астрофизики) [14,15].

Применение метода позитронной аннигиляции для изучения электронной и дефектной структуры металлов, сплавов, полупроводников, ионных кристаллов, полимеров и других веществ стало возможным благодаря теоретическим и экспериментальным исследованиям процесса аннигиляции в этих материалах [22-38], позволившим выяснить природу позитронных состояний и их последующего аннигиляционного распада. Действительно, с помощью теоретического анализа позитронных процессов и состояний в этих веществах была установлена связь между основными характеристиками аннигиляционных спектров (форма и ширина кривых УРАФ, временные спектры аннигиляции и относительная скорость счета совпадений  $3\gamma$ -квантов) и константами скоростей образования и распада этих состояний, что дало возможность получить полезную информацию об исследуемых образцах (монокристаллические и поликристаллические образцы).

Как было установлено, наиболее важными вопросами, которые решаются и могут быть решены с помощью метода аннигиляции позитронов, представляющего собой метод неразрушающего контроля, являются: определение концентрации электронов в металлах и сплавах; исследование анизотропии электронной плотности в монокристаллах металлов, полупроводников и ионных кристаллов для различных кристаллографических ориентаций; определение зарядовых состояний атомов в полупроводниковых соединениях и ионных кристаллах; изучение полуметаллов и фазовых переходов металл – полупроводник; определение подвижности позитронов в полупроводниках; изучение природы и плотности дислокаций в полупроводниках; исследование аморфных полупроводников и стекол, а также ионных систем с развитой поверхностью; выявление радиационных и других дефектов в полупроводниках и ионных кристаллах; исследование полупроводников и ионных кристаллов, облученных светом, рентгеновскими лучами, заряженными частицами и нейтронами; анализ состояния поверхности и приповерхностных слоев металлов, сплавов, полупроводников и ионных кристаллов. Особый интерес представляют возможности применений различных позитронных методик для исследований размеров и концентраций нанообъектов в технически важных материалах и наноматериалах [31-39].

Наряду с выше перечисленными, возможны, конечно, и другие применения метода аннигиляции. Например, изучение структуры и природы реликтовых дефектов веществ различных геологических эпох развития Земли и возможно других планет. Очень важным является метод позитронной эмиссионной томографии.

Особое значение имеют исследование процессов взаимодействия вещества и антивещества (атом-антиатом, молекула-антимолекула и т. д.), имеющих важное значение с астрофизической точки зрения и синтеза антиатомов на современных ускорителях элементарных частиц, также для создания двигателей и источников энергии, основанных на аннигиляции вещества и антивещества.

### **3. Возможные проекты космических двигателей**

По данным Интернета с помощью антиматерии можно доставить обитаемый корабль к Марсу за полтора месяца. Утверждается, что космические двигатели на антивеществе куда ближе, чем принято думать. Они могут быть сравнительно недорогими и безопасными. Главной идеей компании Positronics Research [8] считается, что топливом для кораблей будущего должны стать позитроны, а не антипротоны или ядра антигелия, как предлагалось

ранее. Выбор этот обоснован таким образом. При реакции аннигиляции материи и антиматерии рождаются гамма-лучи высокой энергии, что в случае пилотируемого аппарата влечет за собой включение в конструкцию тяжелейшей защиты. От таких лучей не только сложно защищаться, их и использовать для привода корабля затруднительно, т.е. значительная часть энергии будет улетать прочь. Аннигиляция позитронов рождает гамма-излучение с энергией примерно в 400 раз меньшей, что хорошо с самых разных точек зрения. Первый вариант своего двигателя авторы фирмы Positronics Research назвали «Позитронный реактор» (Positron reactor) (рис. 2).

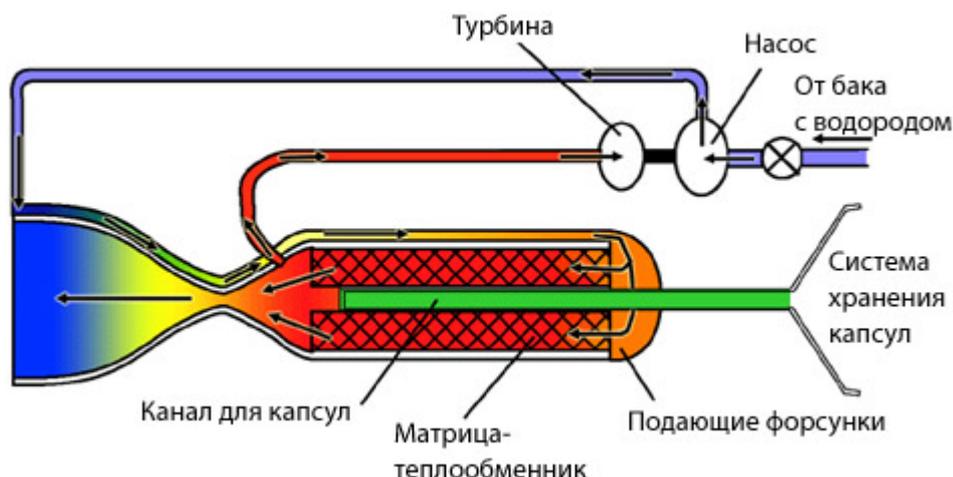


Рис. 2. Схема ракетного двигателя типа «Позитронный реактор»

Предполагается, что определенное количество позитронов (сотые доли грамма) было бы наработано на земных установках и помещено в большое число миниатюрных магнитных капсул-ловушек. Капсулы эти по очереди, но с большой частотой направляют в центр реактора, наполненного специальным теплообменником – матрицей. В центре реактора (рис. 2) ловушку выключают, позитроны взаимодействуют с ее веществом и дают вспышку излучения, нагревающего матрицу. Через матрицу пропускают водород, который разогревается и с большой скоростью истекает из сопла двигателя. Часть горячего водорода отводится для привода насоса, а холодный водород из бака, прежде чем попасть в реактор, проходит через двойные стенки сопла – для его охлаждения. Позитронный реактор мог бы дать удельный импульс в 900 секунд, сообщают исследователи, т.е. на каждый грамм израсходованного за секунду рабочего тела (водорода) он дал бы 900 граммов тяги. Это примерно в два-три раза выше, чем у химических двигателей, что означает аналогичное уменьшение необходимого для полёта, например, к Марсу топлива, снижение общего веса корабля, а значит – снижение необходимой для его разгона силы тяги. Заметим, ионные двигатели дают намного больший удельный импульс, но требуют мощного источника электрической энергии извне или от чудовищно-гигантских солнечных панелей, или энергии от небольшой атомной электростанции на борту. Позитронный же реактор энергетически вполне самодостаточен и технически сравнительно прост. И в этом его колоссальное преимущество перед ионными двигателями. К тому же на данном принципе ничто не мешает создать мощный позитронный привод, способный вывести корабль на околоземную орбиту. А ионные двигатели на это неспособны, они хороши лишь для межпланетных перелетов. Что до гипотетических маленьких капсул с ловушками для позитронов – такими устройствами как раз и занимается сейчас компания Positronics Research [8] из города Санта-Фе в штате Нью-Мексико.

Второй вариант привода назван «Абляционный позитронный двигатель» (Ablative positron engine). Капсулы с магнитными ловушками, в которых хранятся позитроны, здесь стенки еще покрыты слоем свинца. Аннигилируют капсулы в широком сопле двигателя. Свинец же поглощает мощную гамма-радиацию от аннигиляции и переизлучает этот поток энергии в виде рентгеновских лучей. Рентгеновские же лучи, в отличие от гамма-радиации,

очень хорошо поглощаются тончайшим слоем специального покрытия сопла. Эти слои в двигателе постепенно испаряются и дают тягу. Расчетный удельный импульс абляционного позитронного привода составляет пять тысяч секунд. В случае несчастья на старте (если по какой-то немыслимой причине отключатся все капсулы-ловушки) такой корабль не выбросит в атмосферу радиоактивные вещества. Будет лишь короткая гамма-вспышка и взрыв, вполне сравнимый по силе со взрывом обычной химической ракеты. Так что зона безопасности вокруг старта может составлять всего километр. «По грубой оценке, чтобы произвести 10 миллиграммов позитронов, необходимых для пилотируемой марсианской миссии, нужно приблизительно 250 млн дол., с использованием технологии, которая в настоящее время развивается. Другие расчеты, сделанные учеными NASA, работающими в Glenn Research Center в Кливленде, показали, что для получения одного миллиграмма антиматерии сейчас потребовалось бы около ста миллиардов долларов – слишком дорого, чтобы этот проект был интересен с коммерческой точки зрения. Имеется указание, что на современном уровне требуется около 10 трил дол. за 1 г аннигиляционного топлива. Однако, например, по расчетам Nbar Technologies, 17 граммов антиматерии достаточно, чтобы непилотируемый космический аппарат за 40 лет долетел до звезды Альфа Центавра, т. е. преодолел расстояние в 4,3 световых года или  $4,068 \times 10^{13}$  км. Для сравнения можно вспомнить, что расстояние от Земли до Солнца составляет  $1,496 \times 10^8$  км, что в 272 000 раз меньше» [6, 7, 16]. Это очень заманчиво, но такого рода путешествия очень дороги. Основываясь на опыте ядерной технологии, кажется разумным ожидать, что стоимость производства позитронов со временем снизится благодаря интенсивным исследованиям в области технологии антивещества, и исходя из сравнительной простоты позитронного привода эти цифры означают, что полеты на антиматерии куда ближе к реальности, чем можно предположить.

#### Примечания:

1. Прокопьев Е.П. О возможности аннигиляционных источников энергии // Оборонный комплекс научно-техническому прогрессу России. 2003. № 2. С. 10–14, 17-19.
2. Власов Н.А. Антивещество. М.: Атомиздат. 1968.
3. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М.: Изд-во МГУ, 1988.
4. Прокопьев Е.П. О проблеме использования антиводорода в космической технике будущего // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2003. № 2. С. 15-16.
5. Прокопьев Е.П. Возможность получения энергии и антивещества при низких энергиях: вероятный физический механизм самоорганизации при ядерном синтезе, трансформации элементов и синтезе антивещества // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2003. № 3. С. 39, 40.
6. Прокопьев Е.П. Возможность получения антивещества в космическом пространстве с использованием энергии Солнца // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2006. № 2. С. 63-65.
7. Колинз Г. Получение холодного антиводорода // В мире науки. 2005. № 9. С. 52–59.
8. Данные Интернет: см., например, Positronics Research LLC, Vip.lenta.ru.
9. Светлов-Прокопьев Е.П. Проблема физики и химии антивещества и возможности его синтеза // Матер. VIII Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 80-летию со дня рождения генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева (11 – 12 нояб. 2004, г. Красноярск). Красноярск: СибГАУ, 2004. С. 302.
10. Светлов-Прокопьев Е.П. Проблема физики и химии антивещества и возможности его синтеза // Тез. докл. 54 Междунар. совещ. по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (ЯДРО – 2004) (22 – 26 июня 2004, Россия, Белгород):Изд-во БелгорГУ, 2004. С. 264-265.
11. Прокопьев Е.П. О взаимодействии вещества и антивещества. Системы  $\bar{p}$ -H, p- $\bar{H}$  и H- $\bar{H}$ . Приложения в электронике // Микроэлектроника, 1992. Вып. 4, сер. 3. С. 65–68.

12. Прокопьев Е.П. О роли исследования позитронных и позитрониевых состояний в науке и технике // В кн.: «Симпозиум по взаимодействию атомных частиц с поверхностью твердого тела, посвященного памяти академика АН УзССР У.А. Арифова». (Ташкент, 16 – 18 октября 1979 года). Ташкент: ФАН, 1979. С. 113.
13. Прокопьев Е.П., Тимошенко С.П., Графутин В.И. и др. Позитроника ионных кристаллов, полупроводников и металлов. М.: Ред.-изд. отдел МИЭТ (ТУ), 1999. 176 с.
14. Чуразов Е.М., Сюняев Р.А., Сазонов С.Ю. и др. Аннигиляционное излучение центральной зоны Галактики: результаты обсерватории ИНТЕГРАЛ // УФН, 2006. Т. 176. С. 334.
15. Grafutin V., Svetlov-Prokop'ev E. Research of positron state in space plasma // In. book: Abstracts of the 6<sup>th</sup> INTEGRAL Workshop «The Obscured Universe». 2 – 8 July 2006. M.: Space Research Institute Russian Academy of Sciences. P. 28.
16. Данные Интернет: Антиматерия домчит обитаемый корабль к Марсу за полтора месяца, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/3999.html>, <http://www.scorcher.ru/art/theory/anty/anty.htm>
17. Суворов А.Л., Светлов-Прокопьев Е.П., Разинкова Т.Л. Получение антивещества для использования в современной науке, технике и микроэлектронике // Петербургский журнал электроники. 2007. № 2. С. 4-16.
18. Светлов-Прокопьев Е.П. Общие принципы взаимодействия вещества и антивещества. Нерелятивистская теория // Вестник КазНУ, серия физическая. 2007. № 1(23). С. 169-177.
19. Светлов-Прокопьев Е.П., Разинкова Т.Л. О проблеме физики, химии и технологии антивещества: возможности исследования свойств, поиска во вселенной, синтеза и применений // 5 Международная конференции "Ядерная и радиационная физика". 26–29 сентября 2005: ICNP'05. Т. 1. Ядерная физика. Алматы: Изд-во ИЯФ НЯЦ РК. 2006. С. 334-346.
20. Суворов А.Л., Светлов-Прокопьев Е.П., Разинкова Т.Л., Графутин В.И., Тимошенко С.П. Получение антивещества в космическом пространстве для использования энергии солнца // Петербургский журнал электроники. 2005. № 4. С. 59-61
21. Светлов-Прокопьев Е.П. О проблеме физики и химии антивещества: возможности исследования свойств, поиска во вселенной, синтеза и применений. В кн.: «Актуальные проблемы современной физики». Материалы Всероссийской дистанционной научно-практической конференции с международным участием. Россия, г. Краснодар, 5 июня 2008 года. Краснодар: Федеральное агентство по образованию Российской Федерации. Кубанский государственный университет. Физико-технический факультет. Кафедра оптоэлектроники, 2008. С.15-30.
22. Арифов П.У., Арутюнов Н.Ю., Прокопьев Е.П. и др. Квантовые свойства атомов и ионов и позитронная диагностика. Ташкент: ФАН, 1975. 242 с.
23. Арефьев К.П., Арифов П.У., Прокопьев Е.П. и др. Позитронсодержащие системы и позитронная диагностика. Ташкент: ФАН, 1978. 192 с.
24. Prokop'ev E.P. Positron annihilation and positron states in galactic medium with low density // Abstracts of 10<sup>th</sup> International Conference on positron annihilation. Beijing, China, May 23-29, 1994. С.24-27.
25. Светлов-Прокопьев Е.П. Физика, химия и технология антивещества: возможности исследования свойств, синтеза, применений, хранения и поиска во Вселенной // Петербургский журнал электроники. 2009. № 2. С. 41-46.
26. Прокопьев Е.П. О физике, химии и технологии антивещества: возможности исследования свойств, поиска в природе, синтеза и применений. // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2008. №1. С.49-54.
27. Suvorov A.L., Prokopiev E.P., Grafutin V.I., Zakharov A.F., Razinkova T.L., Timoshenkov S.P., Funtikov Yu.V. Positron States in Dusty Space Plasma *Ukr. J. Phys.* 2007, Vol. 52, N 9, p.842-847.
28. Прокопьев Е.П. Возможные космические технологии будущего и проблемы технического прогресса. Материалы Третьего Белорусского космического конгресса. 23-25 октября 2007, г. Минск, Беларусь. Минск: Изд-во Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, 2007. С.383-389.

29. Прокопьев Е.П., Графутин В.И., Захаров А.Ф., Разинкова Т.Л., Тимошенко С.П. Позитронные состояния в пылевой космической плазме / Материалы Третьего Белорусского космического конгресса, 23-25 октября 2007, г. Минск, Беларусь. Минск: Изд-во Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, 2007. С. 43-45.

30. Прокопьев Е.П. Проблема получения и применения антиматерии. Космическая плазма галактического центра. Тезисы докладов XXXVII Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу. г. Звенигород Московской обл. 8–12 февраля 2010 года. Статья на лазерном диске. Сайт: <http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XXXVII/Lt/ru/IM-Prokopiev.doc>.

31. Тимошенко С.П., Чаплыгин Ю.А., Графутин В.И., Прокопьев Е.П., Фунтиков Ю.В. Позитроника и нанотехнологии: определение радиусов нанообъектов пустоты в пористом кремнии и кремнии, облученном протонами. Нанотехника. 2008. №3(15). С. 82-84. <http://www.nanotech.ru/journal/>, <http://www.nanotech.ru/journal/word/cont08-3.pdf>

32. Grafutin V. I., Zaluzhnyi A. G., Kalugin V. V., Ilyukhina O. V., Myasishcheva G. G., Prokop'ev E. P., Timoshenkov S. P., Funtikov Yu. V., Khmelevskii N. O. On the Feasibility of Investigation of Some Defect and Porous Systems by Means of Positron Annihilation Spectroscopy. High Energy Chemistry 2008. Vol. 42. № 6. P. 478–484.

33. Графутин В.И., Мамедов Т.Н., Мешков И.Н., Павлов В.Н., Прокопьев Е.П., Тимошенко С.П., Фунтиков Ю.В., Хмелевский Н.О., Чаплыгин Ю.А., Яковенко С.Л. Возможности изучения пористых систем и наноматериалов методом позитронной аннигиляционной спектроскопии. В кн.: Ядерная физика и нанотехнологии. Ядерно-физические аспекты формирования, изучения и применения наноструктур. Под общей редакцией А.Н.Сисакяна. Дубна: ОИЯИ, 2008. С. 223-241.

34. Чаплыгин Ю.А., Тимошенко С.П., Графутин В.И., Калугин В.В., Прокопьев Е.П., Фунтиков Ю.В. Определение радиусов нанообъектов пустоты в пористых системах и кремнии, облученном протонами. Rusnanotech-08. Международный форум по нанотехнологиям. 3-5.12. Сборник тезисов докладов научно-технологических секций. Том 2. М.: Роснано, 2008. С. 65, 66.

35. Тимошенко С.П., Прокопьев Е.П., Калугин В.В., Графутин В.И., Бритков О.М., Евстафьев С.С. Позитроника и нанотехнологии: Определение радиусов нанообъектов в пористых системах и некоторых дефектных материалах методом ПАС. Часть I. Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2008. №4. С. 28-36.

36. Тимошенко С.П., Прокопьев Е.П., Графутин В.И., Бритков И.М.; Фунтиков Ю.В. Позитроника и нанотехнологии: Определение радиусов нанообъектов в пористых системах и некоторых дефектных материалах методом ПАС. Часть 2. Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2008. №4. С. 36-43.

37. Prokop'ev E.P., Grafutin V.I., Timoshenkov S.P., Funtikov Yu.V.. Opportunities of research of porous systems and nanomaterials by a method of positron annihilation spectroscopy. Russian Journal of Nondestructive Testing, 2008, Vol. 44, No. 10, pp. 700–711.

38. Графутин В.И., Прокопьев Е.П., Тимошенко С.П., Фунтиков Ю.В. Позитроника и нанотехнологии : размеры нанообъектов в пористых системах и облученном протонами кремнии по данным метода ПАС /Сборник материалов четвертого международного научного семинара "Современные методы анализа дифракционных данных (топография, дифрактометрия, электронная микроскопия)", Великий Новгород, 6-11 сентября 2008 г. ВНГУ: В. Новгород, 2008. С. 91-94.

39. Chaplygin Yu.A., Grafutin V.I., Svetlov-Prokopiev E.P., Timoshenkov S.P. Positronics and Nanotechnologies: Possibilities of Studying Nano-objects in Technically Important Materials and Nanomaterials. (Moscow State Institute of electronic Technology (MIET), Moscow, Russia, and others). Advances in Nanotechnology. Vol. 2009. Nova Science Publishers. Copyright 2004-2009.

### References:

1. Prokop'ev E.P. O vozmozhnosti anigilyatsionnykh istochnikov energii // Oboronnyi kompleks nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2003. № 2. S. 10–14, 17-19.
2. Vlasov N.A. Antiveshchestvo. M.: Atomizdat. 1968.
3. Dolgov A.D., Zel'dovich Ya.B., Sazhin M.V. Kosmologiya rannei Vselennoi. M.: Izd-vo MGU, 1988.

4. Prokop'ev E.P. O probleme ispol'zovaniya antivodoroda v kosmicheskoi tekhnike budushchego // Oboronnyi kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2003. № 2. S. 15-16.
5. Prokop'ev E.P. Vozmozhnost' polucheniya energii i antiveshchestva pri nizkikh energiyakh: veroyatnyi fizicheskii mekhanizm samoorganizatsii pri yadernom sinteze, transformatsii elementov i sinteze antiveshchestva // Oboronnyi kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2003. № 3. S. 39,40.
6. Prokop'ev E.P. Vozmozhnost' polucheniya antiveshchestva v kosmicheskom prostranstve s ispol'zovaniem energii Solntsa // Oboronnyi kompleks - nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2006. № 2. S. 63-65.
7. Kolinz G. Poluchenie kholodnogo antivodoroda // V mire nauki. 2005. № 9. S. 52–59.
8. Dannye Internet: sm., naprimer, Positronics Research LLC, Vip.lenta.ru.
9. Svetlov-Prokop'ev E.P. Problema fiziki i khimii antiveshchestva i vozmozhnosti ego sinteza // Mater. VIII Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhdeniya general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M.F. Reshetneva (11 – 12 noyab. 2004, g. Krasnoyarsk). Krasnoyarsk: SibGAU, 2004. S. 302
10. Svetlov-Prokop'ev E.P. Problema fiziki i khimii antiveshchestva i vozmozhnosti ego sinteza // Tez. dokl. 54 Mezhdunar. soveshch. po yadernoi spektroskopii i strukture atomnogo yadra (YaDRO – 2004) (22 – 26 iyunya 2004, Rossiya, Belgorod):Izd-vo BelgorGU, 2004. C. 264-265.
11. Prokop'ev E.P. O vzaimodeistvii veshchestva i antiveshchestva. Sistemy -N, r- i N- . Prilozheniya v elektronike // Mikroelektronika, 1992. Vyp. 4, ser. 3. S. 65–68.
12. Prokop'ev E.P. O roli issledovaniya pozitronnykh i pozitronievnykh sostoyanii v nauke i tekhnike // V kn.: «Cimpozium po vzaimodeistviyu atomnykh chastits s poverkhnost'yu tverdogo tela, posvyashchennogo pamyati akademika AN UzSSR U.A. Arifova». (Tashkent, 16 - 18 oktyabrya 1979 goda). Tashkent: FAN, 1979. S. 113.
13. Prokop'ev E.P., Timoshenkov S.P., Grafutin V.I. i dr. Pozitronika ionnykh kristallov, poluprovodnikov i metallov. M.: Red.-izd. otdel MIET (TU), 1999. 176 s.
14. Churazov E.M., Syunyaev R.A., Sazonov S.Yu. i dr. Annigilyatsionnoe izluchenie tsentral'noi zony Galaktiki: rezul'taty observatorii INTEGRAL // UFN, 2006. T. 176. S. 334.
15. Grafutin V., Svetlov-Prokop'ev E. Research of positron state in spase plasma // In. book: Abstracts of the 6th INTEGRAL Workshop «The Obscured Universe». 2 – 8 July 2006. M.: Space Research Institute Russian Academy of Sciences. P. 28.
16. Dannye Internet: Antimateriya domchit obitaemyi korabl' k Marsu za poltora mesyatsa, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/3999.html>, <http://www.scorcher.ru/art/theory/anty/anty.htm>
17. Suvorov A.L., Svetlov-Prokop'ev E.P., Razinkova T.L. Poluchenie antiveshchestva dlya ispol'zovaniya v sovremennoi nauke, tekhnike i mikroelektronike // Peterburgskii zhurnal elektroniki. 2007. № 2. S. 4-16.
18. Svetlov-Prokop'ev E.P. Obshchie printsipy vzaimodeistviya veshchestva i antiveshchestva. Nerelyativistskaya teoriya // Vestnik KazNU, seriya fizicheskaya. 2007. № 1(23). S. 169-177.
19. Svetlov-Prokop'ev E.P., Razinkova T.L. O probleme fiziki, khimii i tekhnologii antiveshchestva: vozmozhnosti issledovaniya svoistv, poiska vo vselennoi, sinteza i primenenii // 5 Mezhdunarodnaya konferentsii "Yadernaya i radiatsionnaya fizika". 26–29 sentyabrya 2005: ICNP'05. T. 1. Yadernaya fizika. Almaty: Izd-vo IYaF NYaTs RK. 2006. S. 334-346.
20. Suvorov A.L., Svetlov-Prokop'ev E.P., Razinkova T.L., Grafutin V.I., Timoshenkov S.P. Poluchenie antiveshchestva v kosmicheskom prostranstve dlya ispol'zovaniya energii solntsa // Peterburgskii zhurnal elektroniki. 2005. № 4. S. 59-61
21. Svetlov-Prokop'ev E.P. O probleme fiziki i khimii antiveshchestva: vozmozhnosti issledovaniya svoistv, poiska vo vselennoi, sinteza i primenenii. V kn.: «Aktual'nye problemy sovremennoi fiziki». Materialy Vserossiiskoi distantsionnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Rossiya, g. Krasnodar, 5 iyunya 2008 goda. Krasnodar: Federal'noe agenstvo po obrazovaniyu Rossiiskoi Federatsii. Kubanskii gosudarstvennyi universitet. Fiziko-tekhnicheskii fakul'tet. Kafedra optoelektroniki, 2008. S.15-30.

22. Arifov P.U., Arutyunov N.Yu., Prokop'ev E.P. i dr. Kvantovye svoistva atomov i ionov i pozitronnaya diagnostika. Tashkent: FAN, 1975. 242 s.
23. Aref'ev K.P., Arifov P.U., Prokop'ev E.P. i dr. Pozitronsoderzhashchie sistemy i pozitronnaya diagnostika. Tashkent: FAN, 1978. 192 s.
24. Prokop'ev E.P. Positron annihilation and positron states in galactic medium with low density // Abstracts of 10 th International Conference on positron annihilation. Beijing, China, May 23-29, 1994. C.24-27.
25. Svetlov-Prokop'ev E.P. Fizika, khimiya i tekhnologiya antiveshchestva: vozmozhnosti issledovaniya svoistv, sinteza, primenenii, khraneniya i poiska vo Vselennoi // Peterburgskii zhurnal elektroniki. 2009. № 2. S. 41-46.
26. Prokop'ev E.P. O fizike, khimii i tekhnologii antiveshchestva: vozmozhnosti issledovaniya svoistv, poiska v prirode, sinteza i primenenii. // Oboronnyi kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2008. №1. S.49-54.
27. Suvorov A.L., Prokopiev E.P., Grafutin V.I., Zakharov A.F., Razinkova T.L., Timoshenkov S.P., Funtikov Yu.V. Positron States in Dusty Space Plasma Ukr. J. Phys. 2007, Vol. 52, N 9, p.842-847.
28. Prokop'ev E.P. Vozmozhnye kosmicheskie tekhnologii budushchego i problemy tekhnicheskogo progressa. Materialy Tret'ego Belorusskogo kosmicheskogo kongressa. 23-25 oktyabrya 2007, g. Minsk, Belarus'. Minsk: Izd-vo Ob"edinennogo instituta problem informatiki NAN Belarusi, 2007. S.383-389. (In rus.)
29. Prokop'ev E.P., Grafutin V.I., Zakharov A.F., Razinkova T.L., Timoshenkov S.P. Pozitronnye sostoyaniya v pyl'evoi kosmicheskoi plazme / Materialy Tret'ego Belorusskogo kosmicheskogo kongressa, 23-25 oktyabrya 2007, g. Minsk, Belarus'. Minsk: Izd-vo Ob"edinennogo instituta problem informatiki NAN Belarusi, 2007. S.43-45.
30. Prokop'ev E.P. Problema polucheniya i primeneniya antimaterii. Kosmicheskaya plazma galakticheskogo tsentra. Tezisy dokladov XXXVII Mezhdunarodnoi (Zvenigorodskoi) konferentsii po fizike plazmy i upravlyаемому termoyadernomu sintezu. g. Zvenigorod Moskovskoi obl. 8–12 fevralya 2010 goda. Stat'ya na lazernom diske. Sait: <http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XXXVII/Lt/ru/IM-Prokopiev.doc>.
31. Timoshenkov S.P., Chaplygin Yu.A., Grafutin V.I., Prokop'ev E.P., Funtikov Yu.V. Pozitronika i nanotekhnologii: opredelenie radiusov nanoob"ektov pustoty v poristom kremnii i kremnii, obluchennom protonami. Nanotekhnika. 2008. №3(15). C. 82-84. <http://www.nanotech.ru/journal/>, <http://www.nanotech.ru/journal/word/cont08-3.pdf>
32. Grafutin V. I., Zaluzhnyi A. G., Kalugin V. V., Ilyukhina O. V., Myasishcheva G. G., Prokop'ev E. P., Timoshenkov S. P., Funtikov Yu. V., Khmelevskii N. O. On the Feasibility of Investigation of Some Defect and Porous Systems by Means of Positron Annihilation Spectroscopy. High Energy Chemistry 2008. Vol. 42. № 6. P. 478–484.
33. Grafutin V.I., Mamedov T.N., Meshkov I.N., Pavlov V.N., Prokop'ev E.P., Timoshenkov S.P., Funtikov Yu.V., Khmelevskii N.O., Chaplygin Yu.A., Yakovenko S.L. Vozmozhnosti izucheniya poristyykh sistem i nanomaterialov metodom pozitronnoi annigilyatsionnoi spektroskopii. V kn.: Yadernaya fizika i nanotekhnologii. Yaderno-fizicheskie aspekty formirovaniya, izucheniya i primeneniya nanostruktur. Pod obshechei redaktsiei A.N.Sisaklyana. Dubna: OIYaI, 2008. S.223-241. (In rus.)
34. Chaplygin Yu.A., Timoshenkov S.P., Grafutin V.I., Kalugin V.V., Prokop'ev E.P., Funtikov Yu.V. Opredelenie radiusov nanoob"ektov pustoty v poristyykh sistemakh i kremnii, obluchennom protonami. Rusnanotech-08. Mezhdunarodnyi forum po nanotekhnologiyam. 3-5.12. Sbornik tezisev dokladov nauchno-tekhnologicheskikh seksii. Tom 2. M.: Rosnano, 2008. S. 65, 66. (In rus.)
35. Timoshenkov S.P., Prokop'ev E.P., Kalugin V.V., Grafutin V.I., Britkov O.M., Evstaf'ev S.S. Pozitronika i nanotekhnologii: Opredelenie radiusov nanoob"ektov v poristyykh sistemakh i nekotorykh defektnyykh materialakh metodom PAS. Chast' I. Oboronnyi kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2008. №4. S.28-36. (In rus.)
36. Timoshenkov S.P., Prokop'ev E.P., Grafutin V.I., Britkov I.M.; Funtikov Yu.V. Pozitronika i nanotekhnologii: Opredelenie radiusov nanoob"ektov v poristyykh sistemakh i nekotorykh defektnyykh materialakh metodom PAS. Chast' 2. Oboronnyi kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2008. №4. S.36-43. (In rus.)

37. Prokop'ev E.P., Grafutin V.I., Timoshenkov S.P., Funtikov Yu.V. Opportunities of research of porous systems and nanomaterials by a method of positron annihilation spectroscopy. Russian Journal of Nondestructive Testing, 2008, Vol. 44, No. 10, pp. 700–711.

38. Grafutin V.I., Prokop'ev E.P., Timoshenkov S.P., Funtikov Yu.V. Pozitronika i nanotekhnologii : razmery nanoob"ektov v poristyx sistemakh i obluchennom protonami kremnii po dannym metoda PAS /Sbornik materialov chetvertogo mezhdunarodnogo nauchnogo seminar "Sovremennye metody analiza difraktsionnykh dannykh (topografiya, difraktometriya, elektronnaya mikroskopiya)", Velikii Novgorod, 6-11 sekntyabrya 2008 g. VNGU: V. Novgorod, 2008. S.91-94.

39. Chaplygin Yu.A., Grafutin V.I., Svetlov-Prokopiev E.P., Timoshenkov S.P. Positronics and Nanotechnologies: Possibilities of Studying Nano-objects in Technically Important Materials and Nanomaterials. (Moscow State Institute of electronic Technology (MIET), Moscow, Russia, and others). Advances in Nanotecnology. Vol. 2009. Nova Science Publishers. Copyrigt 2004-2009.

УДК 539.124.6

### **Экология и космос – магистральные направления развития человеческой цивилизации**

Евгений Петрович Прокопьев

НИЦ Курчатовский институт, ФГБУ «ГНЦ РФ ИТЭФ», Россия  
E-mail: eprokopiev@mail.ru

**Аннотация.** В краткой форме обсуждаются особенности и некоторые возможные пути развития высоких космических технологий будущего (особое внимание уделено проблеме физики, химии и технологии антивещества); проблеме позитронной аннигиляции в материи (позитронике), включающей в свой состав позитронные процессы, позитронные состояния и собственно процесс аннигиляции, которая является составной частью фундаментальной и практически важной проблемы антивещества. на основе данных интернет рассмотрены наиболее важные применения антивещества – космические технологии будущего.

**Ключевые слова:** антивещество; позитрон; позитроника; космические технологии; космос; вселенная; космические двигатели; межзвездные перелеты.