

общественно-политический



научно-популярный журнал

РОССИЙСКИЙ КОСМОС

№ 3
2007

ДОЛЕТИТ ЛИ «ДЕДАЛ»
ДО ТАУ КИТА?

ВИДЫ НА ЛУНУ

**ДОРОГАЯ, Я ПОДАРИЮ ТЕБЕ
ВСЕЛЕННУЮ...**

Если бы астрономы-профессионалы постоянно и осязательно представляли себе чудовищную величину космических расстояний и интервалов времени эволюции небесных светил, вряд ли они могли успешно ^ развить науку, которой посвятили свою жизнь.

(Иосиф Шкловский)

Долетит ли «Дедал» до Тау Кита?

И сегодня мало кто сомневается в возможности достижения человеком любой планеты в Солнечной системе — требуются только время и деньги. Было бы логично экстраполировать имеющиеся возможности на следующий этап — межзвездные перелеты (МП). Однако природа создала между Солнечной системой и другими звездными системами, возможно, непреодолимую преграду — барьер пустого пространства.

Фантастическая литература в свое время уже почти убедила нас в том, что в более или менее отдаленном будущем человек будет летать между звездами, как мы сейчас летаем между городами. В качестве метода передвижения фантасты в большинстве случаев используют «тирьямпампацию» (термин ввели А. и Б. Стругацкие) — физические процессы, основанные на неизвестных сегодня свойствах пространства-времени.

Пионеры и основоположники теоретической космонавтики, такие как К. Э. Циолковский, А. Штернфельд, Г. Ноордунг, рассматривая пути развития космонавтики, затрагивали вопрос межзвездных перелетов и единогласно сходились на том, что они возможны, даже неизбежны... но для их практической реализации потребуется использование «внутриатомных сил».

Сегодня о «внутриатомных силах» известно много более, чем в начале прошлого века, но оптимизма это не прибавило. В частности, по оценке К. П. Феоктистова, галактический фотонный корабль должен быть тяжелее Луны и иметь мощность порядка миллионов солнечных. «Из сегодняшних представлений о мире

складывается впечатление: нельзя решить проблему транспортировки материальных тел на галактические расстояния со скоростями, близкими к скорости света. Похоже, бессмысленно ломиться через пространство и время с помощью механической конструкции», — пишет космонавт-исследователь. К схожим выводам пришли в свое время главный конструктор В. П. Мишин и ряд других специалистов.

Тем не менее вопрос о возможности межпланетного перелета остается открытым. Его нельзя однозначно решить отрицательно, а вот поло-

экстраполяцию. Это связано с тем, что в случае введения несуществующих технологий обсуждение должно быть сконцентрировано на вопросе их реализуемости. И в-третьих, при общей постановке вопроса мы должны рассматривать пилотируемые полеты — ведь вопрос стоит о пределах возможностей. Роботы — «Пионеры», «Вояджеры», «Новые Горизонты» уже летят к звездам и конечно долетят, рано или поздно.

Суммируя, мы можем сформулировать проблему МП следующим образом: «Как можно осуществить пилотируемый полет к одной из бли-

Как можно осуществить пилотируемый полет к одной из ближайших звезд, не выходя за рамки физических законов, существующих либо предвиденных технологий?

жительное решение, если оно есть, найти можно. Для этого необходимо показать реальные в сегодняшнем представлении пути создания техники для осуществления этой сложнейшей задачи, то есть решить не философскую, не физическую, а инженерную задачу.

При таком подходе, во-первых, придется отказаться от рассуждений о любых видах «тирьямпампаций». Они могут быть, а могут и не быть. В любом случае — это дело физиков, и если они добьются успеха — случится фундаментальный переворот в науке вообще. А до инженеров очередь дойдет только после его осмысления. Во-вторых, для целей межзвездных перелетов следует рассматривать только существующие технологии и их обоснованную

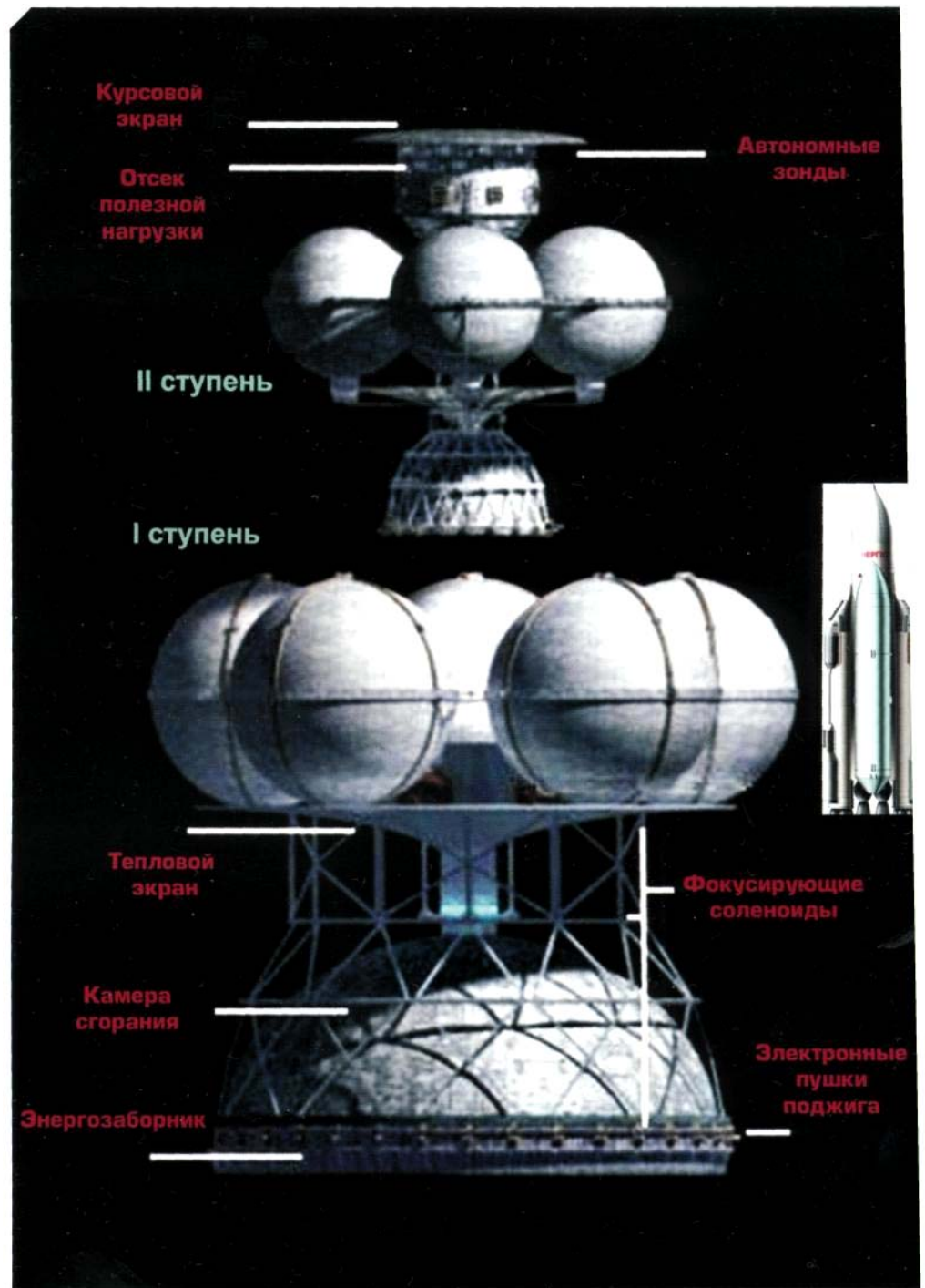
жайших звезд, не выходя за рамки физических законов, существующих либо предвиденных технологий?»

Первым значительным шагом на пути к ответу на этот вопрос стал проект «Дедал» («Daedalus»). Третьека назад, 10 января 1973 года Британским Межпланетным Обществом (British Interplanetary Society) было принято решение об исследованиях возможности межзвездных полетов. Была поставлена задача спроектировать космический аппарат, способный в достаточно короткие сроки достичь одной из ближайших звезд, провести научные исследования и передать на Землю полученную информацию. Результатом пятилетнего исследования стал эскизный проект зонда и его двигательной установки.

Разумеется, основой любого космического проекта является двигатель. Для проекта «Дедал» был выбран импульсный термоядерный ракетный двигатель (ИТЯРД). В основе работы ИТЯРД лежит концепция инерциального термоядерного синтеза (ИТС). В рамках этой концепции для достижения термоядерной реакции небольшое количество (0,001-1 грамм) твердого термоядерного топлива (так называемая «мишень») облучается высокоэнергичными (больше 1 МДж в импульсе) лазерными либо электронными (ионными) лучами. Под действием облучения мишень нагревается и сжимается до уровня, когда условия в ее центре достигают критерия Лоусона — начала самоподдерживающейся термоядерной реакции.

Камера сгорания (КС) ИТЯРД представляет собой соосные соленоиды, создающие полуэллиптическое магнитное поле. В центр этого поля с большой частотой вбрасываются мишени, которые поджигаются лучами лазера либо пучками заряженных частиц. Продукт термоядерного горения — высокоионизированная плазма движется по силовым линиям магнитного поля и выбрасывается из КС в одном направлении, создавая ракетную тягу. Скорость истечения продуктов горения может достигать десятков тысяч километров в секунду.

Авторы проекта выбрали для поджига пучки релятивистских электронов, а в качестве термоядерного топлива — смесь дейтерия и гелия-3 ($D + He3$). Термоядерные мишени хранятся при температуре 3°К и представляют собой полые сферы из дейтерия, заполненные гелием-3. При взрыве мишень сгорает не полностью — ее большая часть сублимируется под действием излучения. По расчетам разработчиков выгорание мишени должно составить 10-15%. Для получения расчетной тяги необходимо взрывать мишени с достаточно большой частотой — в проекте принята частота 250 Гц. Это определяет большую скорость подачи мишеней в КС — 13750 м/с. Такая скорость обеспечивается линейными магнитными ускорителями. Фокусировка продуктов реакции осуществляется соосными сверхпроводящими соленоидами, сила тока в которых составляет 10000000 А.



Работы по практической реализации ИТС уже несколько десятилетий ведутся в США, России, Европе. Построены экспериментальные установки, по масштабу близкие к небольшим заводам. В настоящее время состояние работ близко к реализации так называемого «критического эксперимента» — эксперимента, когда энергия термоядерного горения сравнивается с энергией поджига. Аналогичная установка, построенная в космосе будет много проще («бесплатный» вакуум) и легче (невесомость), чем в земных условиях.

Исследования Британского Межпланетного Общества стали основой многочисленных публикаций по разным аспектам Проблемы МП. Многие статьи продемонстрировали новые подходы в областях научного знания, так или иначе перекликающихся с темами исследования — от вопросов ядерной физики до медико-биологических и социальных проблем. (Кстати, именно тогда и появилась идея добычи He3 на Луне, столь активно обсуждаемая сегодня в России.)



Рис 2. NIF — National Ignition Facility (США).
Схема главного цеха экспериментальной
установки для исследований ИТС.

Проект «Дедал» достаточно убедительно показал возможность полета автоматических исследовательских зондов к ближайшим звездам. Однако в рамках поставленной проблемы необходимо обосновать возможность пилотируемых полетов на межзвездные расстояния. А переход от полета зонда к межзвездным пилотируемым перелетам значительно сложнее, чем был в свое время переход от спутника к полету Гагарина. Это связано с тем, что помимо разгона до децисветовых скоростей, корабль придется тормозить практически до нулевой скорости. Несмотря на то, что целью проекта был автоматический зонд, в проекте «Дедал» рассматривались и многие аспекты пилотируемых межзвездных кораблей (МК), вплоть до социального устройства жизни экипажа. Г. Матлофф предложил объединить технологии проекта «Дедал» с технологиями космических колоний О'Нейла. Колонии О'Нейла — нашумевший, широко обсуждавшийся, но, к сожалению, подзабытый проект создания искусственных поселений в точках Лагранжа. Согласно Г. Матлоффу, МК со стартовым весом 650 тысяч тонн с экипажем в 2000 человек способен достичь звезд Альфа Центавра и Тау Кита за 400 и 1100 лет соответственно.

Такие корабли часто называются кораблями поколений либо межзвездными ковчегами. Для них характерно то, что цели полета достигают только потомки стартовавшего поколения. Отметим, что одно из сообщений о недавнем исследовании NASA на эту тему было озаглавлено «NASAoТпра-

КСТАТИ

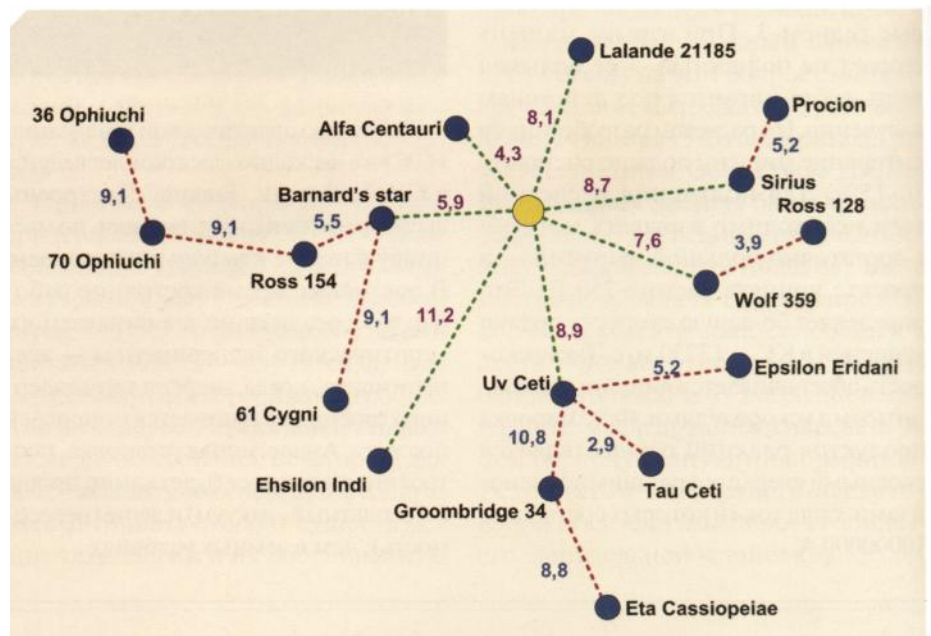
Дедал — в греческой мифологии афинский строитель, скульптор и художник. Обучил своему ремеслу племянника Пердикса, который искусством превзошел учителя. Дедал убил его из зависти и, спасаясь бегством, нашел приют на Крите у царя Миноса, которому соорудил дворец-лабиринт для чудовища Минотавра. Дедал помог дочери царя Ариадне освободить из лабиринта ее возлюбленного Тесея. Минос, узнав о пособничестве Тесею, заключил Дедала вместе с сыном Икаром в лабиринт. Дедал придумал хитрый план спасения: сделал из воска и перьев крылья и улетел с сыном с Крита. Пролетая над морем, Икар поднялся слишком высоко, солнце растопило его восковые крылья, и он, упав, утонул. Дедал же благополучно долетел до Сицилии и там провел остаток жизни у царя Кокала.

вит в космос на верную смерть пару сотен человек». Однако, поняв идею кораблей поколений, легко перейти к решению, диктуемому техническими и прагматическими соображениями — концепции полетов МК без возвращения.

Действительно, зачем потомкам возвращаться на планету, с которой стартовали их предки? Гораздо быстрее, проще и интереснее заняться колонизацией планетной системы достигнутой звезды. Можно представить, что после достижения цели экипаж МК разделится на две группы «по интересам». Одна группа займется заселением и обживанием новой планетной системы, а другая, отремонтировав, усовершенствовав и дозаправив межзвездную эскадру, двинется дальше в поисках лучших мест. В рамках такого сценария время освоения Галактики составит порядка 10 миллионов лет — время, сопоставимое со временем существования человечества и существенно меньшее времени геологических эпох.

Наши сегодняшние знания не дают однозначного ответа о возможности межпланетного перелета. Понятно, однако, что если это и возможно — то не сегодня. И даже не в этом столетии. Пока дело дойдет до первых практических шагов, очень многое изменится, и работу все равно придется начинать с нуля. Так зачем же этим заниматься?

Во-первых, понимание ситуации с осуществимостью подобного перелета изменит наше мировоззрение, сделает его более определенным и



адекватным, что само по себе полезно. Одно дело — знать, что мы заперты в Солнечной системе, другое — понимать, что есть возможность вырваться за барьер пространства. Это, в частности, определяет и вопрос о сроках существования вида homo sapiens.

Во-вторых, как это ни покажется странным, возможность его осуществления окажет воздействие на текущее планирование космических программ. Если к другой звезде можно послать хотя бы зонд — значит, он будет послан, значит, решения по целям исследований и направления космических полетов должны учитывать эту перспективу. Например, сегодня идет дискуссия о будущих пилотируемых полетах: надо ли сосредоточиться на Луне, либо следует рывком махнуть к Марсу. С точки зрения реализации перелета прямая дорога пролегает через Луну — базу космического строительства, затем астероиды — источники материальных ресурсов и системы больших планет — строительные площадки МК.

В-третьих, рассмотрение различных аспектов данной проблемы может быть весьма полезно для студентов — будущих инженеров. Вопросы проектирования межзвездных аппаратов, хотя и гипотетических, захватывают широкую область знаний, требуют практического и комплексного применения общенаучных дисциплин, в первую очередь физики и математики. Изучение этой возможности позволит студенту лучше увидеть, как в проекте пересекаются и взаимодействуют теоретические знания, понять методики проведения и оформления научных работ. Сегодня темы курсовых и дипломных работ приближены к реальности, строятся на уже существующих конструкциях. Наверное, следовало бы дать студентам возможность пофантазировать. На заводе либо в КБ их быстро вернут к реалиям, но опыт широкого комплексного подхода к техническим задачам всегда пригодится.

И наконец — изучение Проблемы Межзвездных Перелетов просто интересно.



Иван Моисеев,
научный руководитель
Московского космического клуба
<http://path-2.interstellar-flight.ru>

Whether will reach "Dedalus" to Tau Cetus?

Very few people doubt today in opportunity of reaching any planet in Solar system by the person. It requires only time and money. However the nature has created between Solar system and other star systems a barrier of empty space. It is quite possible that this barrier is insuperable. The fantastic literature in due time already has almost convinced us that in more or less the long-term future the person will fly between stars as we now fly between cities. As a method of movement visionaries in most cases use "tiryampampampaciya" (A. and B. Strugatski have entered this term). This word means the physical processes based on today unknown for persons properties of space and time. How it is possible to carry out manned flight to one of the nearest stars, not being beyond the physical laws existing or foresee technologies?

Researches of the British interplanetary society became the basis of numerous publications on different aspects of a problem of interplanetary flights. Many articles have shown new approaches in the field of scientific knowledge, witch have something in common with themes of research: from questions of nuclear physics up to medical and biologic and social problems (By the way, the idea of extraction He3 on the Moon so actively discussed today in Russia has also appeared at that time.). One of them is project "Dedalus" which has convincingly enough shown an opportunity of flight of automatic research sondes to the nearest stars. Certainly, a basis of any space project is the engine. For project "Dedalus" the pulse thermonuclear rocket engine has been chosen. In a basis of his work is the concept of inertial thermonuclear synthesis (ITS). With the framework of this concept for achievement of thermonuclear reaction the small amount (0,001 — 1 gramme) of solid thermonuclear fuel (so-called "target") is irradiated with high-energy (more than 1 MJ in a pulse) laser or electronic (ionic) beams. Under the action of an irradiation the target is heated up and compressed up to a level when

beginning of self-sustaining thermonuclear reaction.

With the framework of the problem it is necessary to prove an opportunity manned flights on interstellar distances. And transition from flight of a sonde to interstellar manned flights is much more difficult, than transition from the satellite to flight of Gagarin was in due time. It is connected by that besides dispersal up to decilight speeds, the spaceship will be necessary brake practically till zero speed. In spite of the fact that the purpose of the project was the automatic sonde, in project "Dedalus" were also considered many aspects of manned interstellar spaceships (IS), down to the social device of a life of crew. G.Matloff has suggested to unit technologies of project "Dedalus" with technologies of space colonies O'Neel. Colonies O'Neel is sensational, widely discussed, but unfortunately partially forgotten project of creation of artificial settlements in points of Lagrange. According to G.Matloff, IS with starting weight of 650 thousand tons with crew in 2000 person is capable to reach stars the Alpha of Centaur and Tau of the Whale for 400 and 1100 years accordingly. Consideration of various aspects of the given problem can be rather useful for students — the future engineers. Although questions of designing of interstellar devices are hypothetical, they grasp a wide field of knowledge and demand practical and complex application of general scientific disciplines, first of all physics and mathematics. Studying of this opportunity will allow the student to see better how theoretical knowledge in the project are crossed and cooperate, to understand techniques of carrying out and registration of scientific works. Today themes of course and degree works are approached to a reality, are under construction on already existing designs. Probably, it was necessary to enable to students to dream up. At a factory or in KB of them will quickly return to realities, but experience of the wide complex approach to technical

conditions in the center of the target achieve Lawson's criterion — the

problems{tasks} always is useful.

Ivan Moiseyev,
the scientific adviser of the Moscow space club