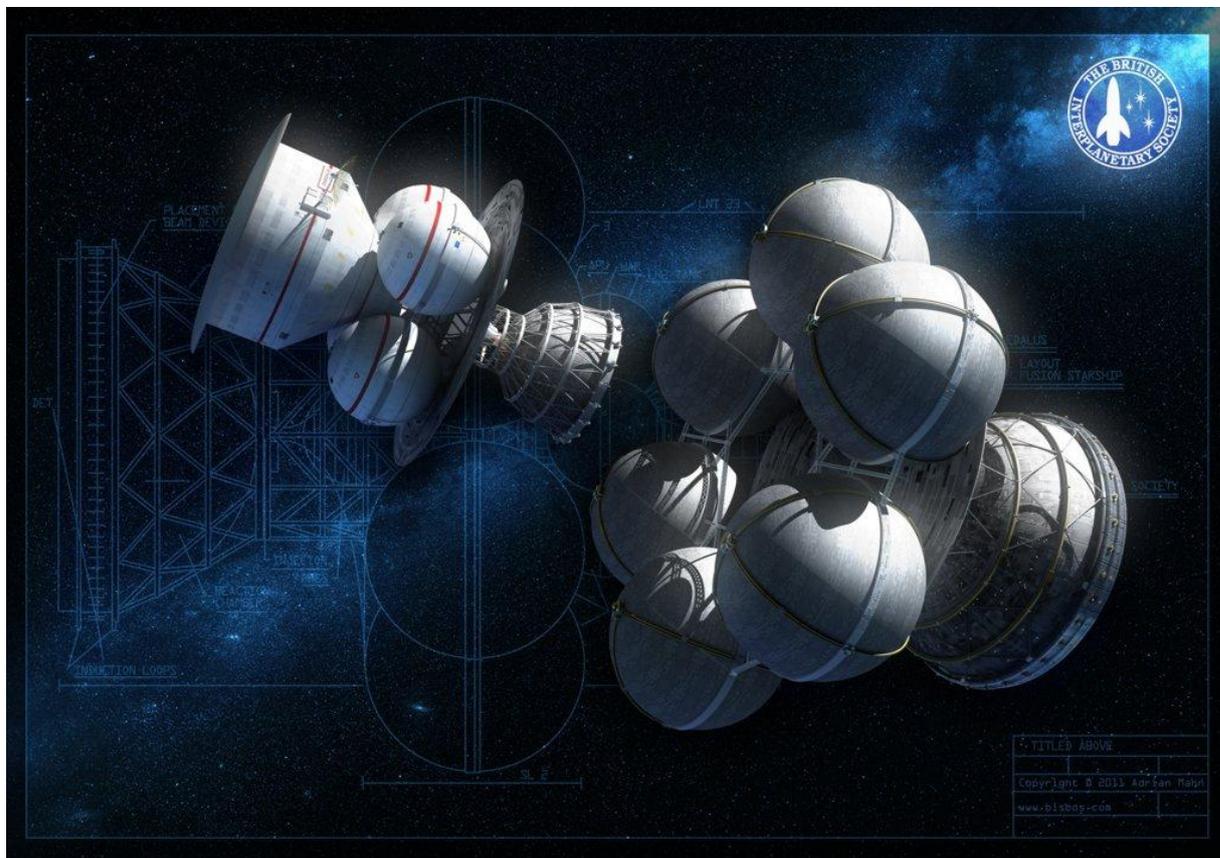


Проект «Дедал»: автоматический звездолет родом из 70-х годов прошлого века

Научно-популярное*, Космонавтика*

Источник: <https://geektimes.ru/post/280126/>



Пока что о полете к звездам человеку можно только мечтать. Долететь к любой из соседних звезд на звездолете за сколько-нибудь вменяемое время (скажем, продолжительность жизни человека) — трудноосуществимая задача. Отправлять звездолеты с большим количеством колонистов в расчете на то, что до цели долетит пятое или десятое поколение тоже пока нецелесообразно. В конце концов, неизвестно, что будет ждать колонистов у чужой звезды. Может, там будут только газовые гиганты или планеты, непригодные для заселения.

Проекты межзвездных кораблей пока что выглядят слишком сложными для реализации в наше время. Даже относительно простой проект [Breakthrough Starshot](#) (простой по сравнению с другими проектами межзвездных аппаратов) можно будет реализовать только при условии совершенствования современных технологий. С другой стороны, межзвездные полеты уже не кажутся чем-то невероятным. Во многом мы обязаны этом техническому проекту автоматического звездолета «Дедал». Его авторы вместо придумывания концепций полетов на гипердвигателе решили подойти к делу максимально практично, взяв за основу существующие технологии или технологии ближайшего будущего. Разрабатывался

проект в 70-х годах прошлого века.

Работали над проектированием «Дедала» специалисты Британского межпланетного общества. Они изначально отбросили идею создания пилотируемого звездолета, решив создать автоматический зонд. Изначально аппарат задумывался как научный беспилотник, который должен был достичь [звезды Барнарда](#) за 50 лет. Корабль разрабатывался таким образом, чтобы его можно было отправить не только к звезде Барнарда, но и к любой другой звезде в обозримой Вселенной.

По мнению ученых, конструировать «Дедал» нужно на орбите Земли. Планируемая масса корабля — 54000 тонны, включая 50000 тонн топлива и 500 тонн полезной нагрузки (в основном, это научные инструменты). По замыслу разработчиков, «Дедал» должен состоять из двух ступеней. Первая ступень предназначена исключительно для разгона звездолета до 7,1% скорости света.

Как только корабль достигает такой скорости, первая ступень отстыковывается, после чего включается двигатель второй ступени увеличивая скорость корабля до 12% световой. Как считали проектировщики, до заданной скорости корабль должен был бы разгоняться около 4 лет. Из-за экстремальных условий работы ряд элементов двигателя планировалось сделать из сплава молибдена с титаном, углеродом и цирконием. Такой сплав сохраняет свои свойства даже при сверхнизких температурах.

При проектировании звездолета ученые рассмотрели несколько вариантов двигателей. Среди прочих вариантов рассматривался электроракетный двигатель с ядерным реактором и двигатель на управляемом термоядерном синтезе. Они были исключены из-за предположительно малой тяги и большого веса. Для достижения нужной скорости в 7,1% с такими двигателями «Дедалу» пришлось бы потратить сотни лет.

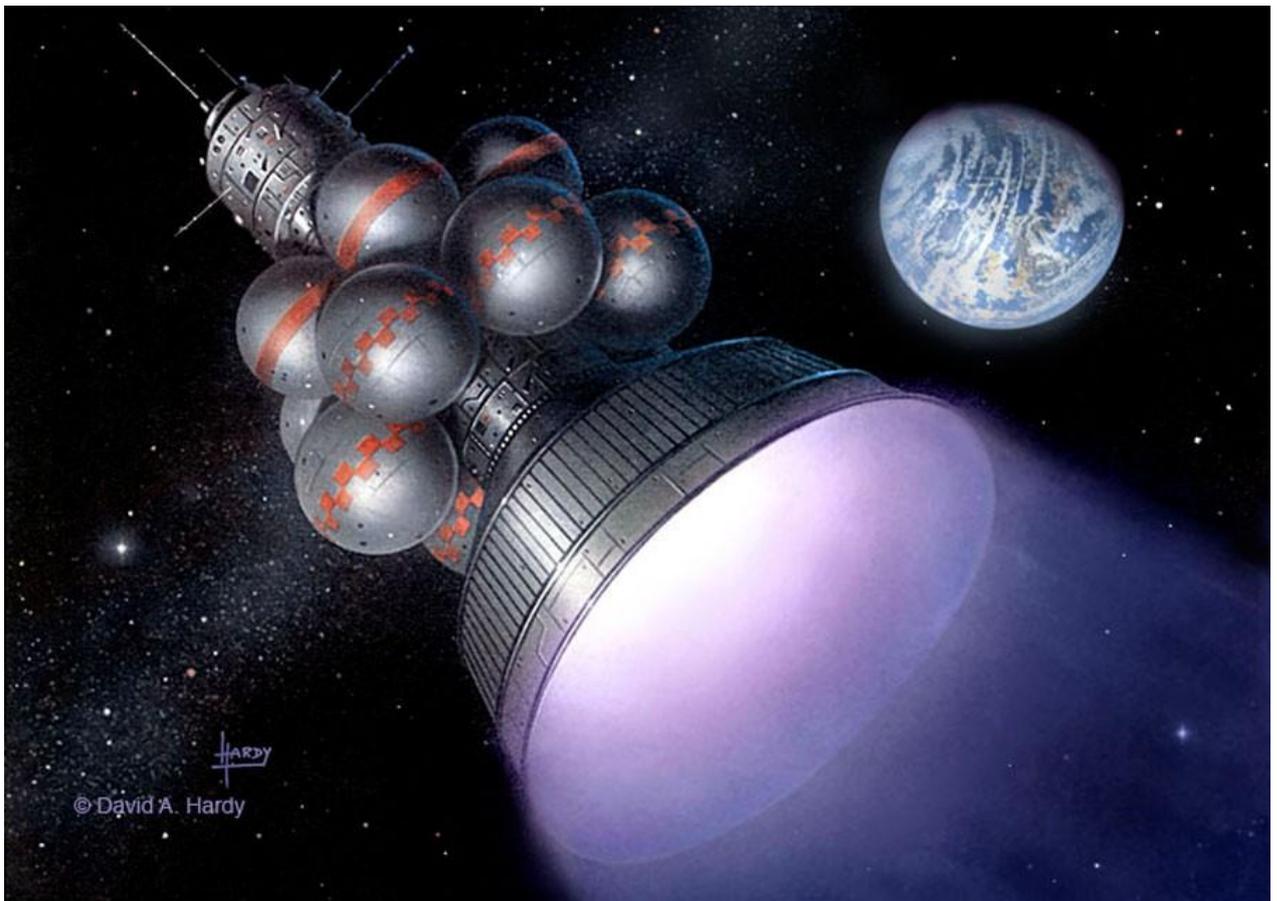
Термическая ядерная ракета тоже рассматривалась в качестве одного из вариантов, но в этом случае пришлось бы потратить огромное количество топлива. Уже тогда ученые изучали и возможность использования фотонного двигателя с тягой 3×10^9 Ватт на 1кг массы звездолета. Здесь пришлось бы создавать огромное зеркало с идеальной зеркальной поверхностью. В 70-х годах прошлого века это было невозможно (да и сейчас вряд ли осуществимо практически), поэтому от этого варианта тоже отказались.

Прямоточный двигатель Бассарда тоже не подошел, поскольку для его работы нужна относительно высокая плотность вещества в космосе, а в межзвездном пространстве плотность недостаточна (1 атом/см³). Недостатками двигателя

Бассарда являются также большой диаметр воронки и большая мощность электрического поля для обеспечения нормального функционирования двигателя. В итоге специалисты выбрали импульсный термоядерный ракетный двигатель. В таком двигателе используются пеллеты со смесью дейтерия и гелия-3.

В сферическую камеру реактора подаётся топливная таблетка с термоядерным топливом — сложная конструкция из смеси замороженных топливных компонентов в оболочке диаметром несколько миллиметров. На внешней части камеры находятся мощные — порядка сотен тераватт — лазеры, наносекундный импульс излучения которых через оптически прозрачные окна в стенах камеры попадает на топливную таблетку. При этом на поверхности топливной таблетки создается зона с температурой более 100 млн. градусов при давлении в миллионы атмосфер — условия, достаточные для начала термоядерной реакции. Происходит термоядерный микровзрыв мощностью в несколько сотен килограммов в тротиловом эквиваленте.

Частота таких взрывов в камере в проекте «Дедал» — порядка 250 в секунду, что требовало подачи топливных мишеней со скоростью более 10 км/с при помощи электромагнитной пушки. Реакция в этом случае следующая: $2\text{H} + 3\text{He} = 4\text{He} + \text{p}$. при энергетическом выходе 18,3 МэВ. Преимуществами такой реакции является то, что в форме нейтронов выделяется около 5% мощности (а в случае смеси дейтерий + тритий в форме нейтронов выделяется вплоть до 80% мощности), еще 20% выделяется в виде рентгеновского излучения. Вся остальная энергия может использоваться для создания реактивной тяги.



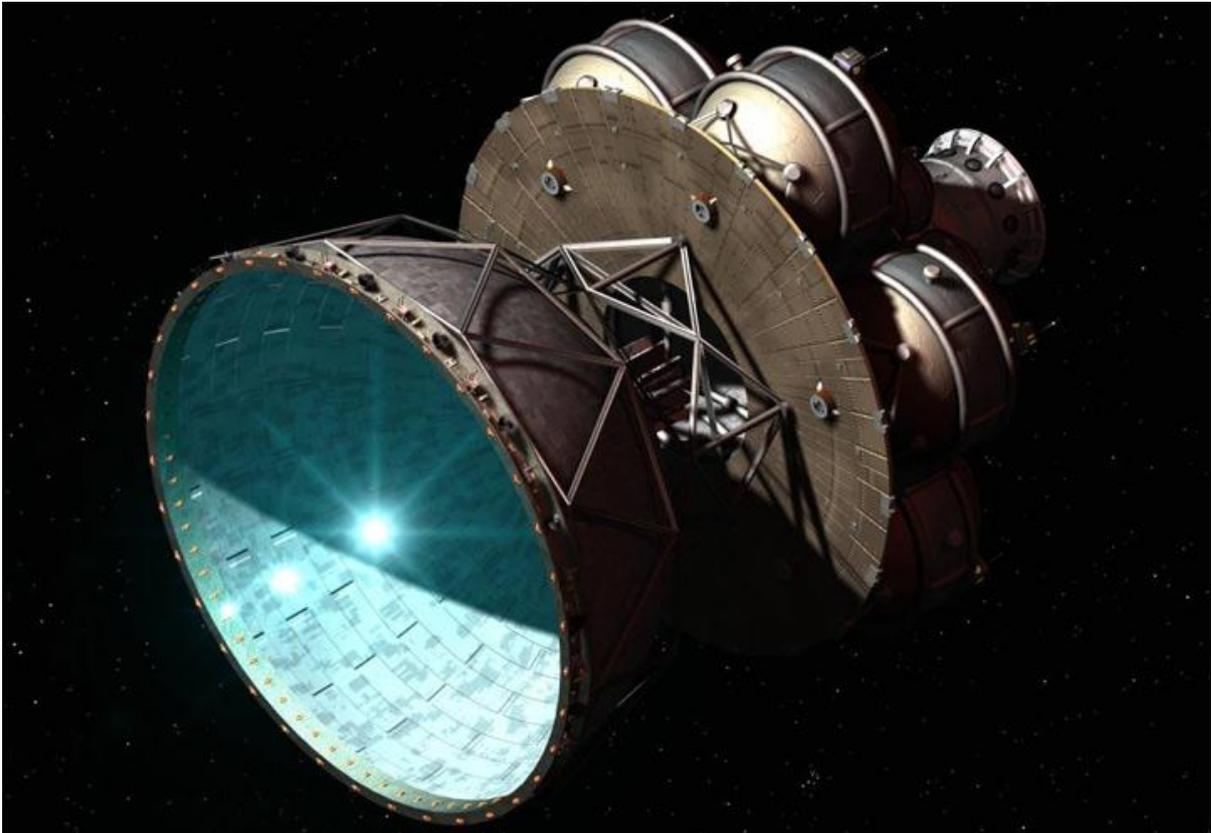
Гелий-3 невозможно добывать в нужных количествах на Земле, здесь он практически не встречается. Поэтому ученые решили добывать его либо в атмосфере Юпитера (что не очень реалистично во сколь-нибудь обозримом будущем) или же на Луне, что реальнее.

Вторая ступень «Дедала» — это сложный и совершенный космический корабль. Его конструкция включает 5-метровый оптический телескоп и два 20-метровых радиотелескопа. При помощи этих инструментов планировалось изучать окрестности звезды Барнарда. Полученные данные планировалось отправлять на Землю, используя 40-метровое сопло двигателя второй ступени в качестве антенны.

Поскольку торможение корабля не предусмотрено, для дополнительного изучения окрестностей звезды Барнарда специалисты предложили использовать автономные зонды меньшего размера. За несколько лет до прибытия к цели зонды должны были отстыковаться от «Дедала» и полететь к звезде Барнарда самостоятельно. Каждый зонд должен был быть оснащен камерами, спектрометрами и другим научным оборудованием. Скорость зондов — 12% световой. У каждого из них должен быть собственный ядерно-ионный двигатель.

Для защиты корабля и его элементов от столкновений с межзвездными частицами авторы проекта предлагали установить щит из бериллия. Толщина диска должна

составлять 7 мм, масса диска в этом случае будет достигать 50 тонн. При обнаружении более крупных объектов, с которыми щит бы не справился, корабль должен выбрасывать облака частиц, которые уходили бы на расстояние до 200 км от корабля. Для починки повреждений на борт «Дедала» предлагали загрузить команду механических ремонтников, которые решали бы самые сложные проблемы.



Спецификации

- Длина корабля: 190 метров
- Масса полезной нагрузки: 450 тонн
- Масса первой ступени без топлива: 1,690 тонн
- Масса второй ступени без топлива: 980 тонн
- Масса топлива первой ступени: 46000 тонн
- Масса топлива второй ступени: 4000 тонн
- Продолжительность работы двигателей первой ступени: 2,05 лет
- Продолжительность работы двигателей второй ступени: 1,76 года
- Тяга двигателей первой ступени: 7540000 ньютон
- Тяга двигателей второй ступени: 663000 ньютон

В целом, «Дедал» — первый проект звездолета, который был тщательно

проработан учеными. Здесь предусмотрены многие ситуации, которые могут возникнуть в ходе полета. Конечно, есть и проблемы. Основная — сложность реализации ряда технологий, которые предлагается использовать в конструкции корабля. Это и импульсный термоядерный ракетный двигатель, и щит из бериллия, и гелий-3. Такой корабль, к сожалению, пока невозможно построить даже в том случае, если за его реализацию возьмется все человечество. Достоинство проекта в том, что он показал потенциальную возможность полета к звездам, переводя межзвездные полеты из категории фантастики в категорию технологий не такого уж и отдаленного будущего.

У «Дедала» есть родственный проект, «Икар», о котором хотелось бы рассказать подробнее.

Проект «Икар»



Авторы «Икара» говорят, что «Дедал» вдохновил их на разработку собственного корабля. Работают над ним команды Британского межпланетного общества и [Icarus Interstellar](#). Проект «Икар» — это усовершенствованный и видоизмененный в соответствии с эволюцией технологий и наших знаний о Вселенной «Дедал». Участниками обеих команд являются ученые, инженеры и энтузиасты, которые надеются разработать реальный межзвездный корабль к 2100 году. Некоторые участники команды «Икара» ранее занимались разработкой «Дедала».

Такой звездолет, по плану, должен обладать возможностью достичь любой звезды, находящейся от Земли в радиусе 15-22 световых лет. На расстоянии в 15 световых лет от нас расположены 56 звезд. Самые подходящие для изучения это Эпсилон Эридана (находится на расстоянии 10,5 световых лет от Земли), Глизе 674 (14,8 световых года) и Проксима Центавра. Как выяснили астрономы, у звезды Барнарда нет планетной системы, поэтому туда лететь просто нет смысла. При этом космический корабль планируется отправить к той соседней звезде, где обнаружена потенциально обитаемая экзопланета (недавний пример — планета у Проксима Центавра).

[Проксима Центавра b](#) (также известна как Проксима b) — экзопланета, вращающаяся вокруг красного карлика Проксима Центавра, ближайшей к Солнцу звезды. Расположена на расстоянии примерно 4,22 светового года (1,3 парсека, 40 трлн км) от Земли в созвездии Центавра. Является ближайшей известной экзопланетой и одновременно ближайшей экзопланетой, находящейся в зоне обитаемости. Обнаружили эту планету сотрудники Европейской южной обсерватории в начале августа этого года.

Обнаружение нескольких экзопланет в зоне обитаемости у ряда ближайших звезд — это важнейший элемент плана проекта «Икар». Ведь звездолет придется строить силами всего человечества. И если такой аппарат, прилетев к другой звезде, обнаружит там лишь пару газовых гигантов или вообще не найдет планет, то это можно будет считать если не провалом, то не слишком положительным результатом всей миссии. Изучение землеподобной планеты у другой звезды — это программа-максимум, которая удовлетворит всех участников проекта.

Отличием проекта «Икар» от «Дедала» является то, что по пути к цели корабль будет детально изучать космическое пространство. «Дедал» должен был пересечь исследуемую систему за два-три дня. «Икар» же, по плану, должен задержаться в конечном пункте для проведения более детального исследования. Каким образом будет организована задержка, пока неясно.

«Икар», как говорилось выше, довольно близок по возможностям и характеристикам к своему предшественнику, но у него есть ряд отличий. Основное — это отказ от «гелия-3» в качестве топлива. Вместо этого предлагается использовать чистый дейтерий. Да, при работе с ним много энергии будет уходить в качестве нейтронов, но зато дейтерий доступное для человека топливо. Доступное уже сейчас, а не через 100 лет. Ни полеты к Юпитеру, ни добыча «гелия-3» на Луне не потребуются. Правда, если будет найден способ получить достаточные для работы двигателя корабля количества этого элемента на Земле, то прежнюю схему «дейтерий — гелий-3» можно будет вернуть.

Открытым остается вопрос о проведении контролируемой термоядерной реакции. Сейчас ученые активно работают над созданием коммерчески выгодных термоядерных реакторов на Земле. Вполне возможно, при создании такой технологии и ее постепенной «доводки» разработка термоядерного реактора для космического корабля станет реальной задачей. Из-а того, что термоядерный реактор пока что нельзя значительно уменьшить, корабль придется делать большим. Изначально авторы «Икара» хотели снизить размер своего межзвездного корабля, но после проведения ряда расчетов оказалось, что это практически невозможно. Самый маленький звездолет с термоядерным двигателем будет весить десятки тысяч тонн.

Строиться «Икар» будет на орбите Земли. Для того, чтобы можно было построить такой большой корабль, требуется значительное количество транспортных кораблей меньшего размера. Они будут поставлять элементы конструкции корабля, людей, топливо.



Сейчас подходящих транспортников нет, но идеи по их созданию уже есть. Одна из идей продвигается группой инженеров под руководством Алана Бонда (это инженер, который работал и над проектом «Дедал»). Транспортный корабль, по замыслу, должен быть небольшого размера, экономным и быстрым. Кроме того, у него должна быть довольно высокая грузоподъемность. Ученые назвали такой транспортник «Циклопом».

Команда Icarus Interstellar занимается и разработкой технологий, которые в будущем позволят отправлять к звездам пилотируемые звездолеты. Все разработки по этому направлению ведутся в рамках [проекта «Персефона»](#). Основная задача — создание на корабле локальной экосистемы, способной поддерживать жизнь пилотов в течение всего времени полета. При этом такая экосистема должна изменяться в соответствии с меняющимися потребностями обитателей межзвездного пилотируемого корабля.

Для достижения поставленных авторами целей, как они сами считают, требуются объединенные усилия представителей бизнеса, чиновников, ученых и энтузиастов межзвездных полетов. Участники проекта «Икар» говорят, что сейчас уже

наступило время, когда человеку нужно выбираться за пределы Солнечной системы и лететь к звездам для их колонизации.