

[Get a PDF](#)

Краткий путеводитель по внеземному парашютному спорту

Евгений Бобух, Андрей Маренич

Вместо предисловия

Шутят, что в знаменитом многотомнике Ландау и Лифшица нет ни одной строчки, написанной Ландау, и ни одной формулы, придуманной Лифшицем. Здесь применён тот же приём. В тексте отражён опыт нескольких сотен парашютных прыжков от Андрея, выступившего консультантом по практическим вопросам. А вот теория, расчёты, моделирующие кода, девять лет занятий физикой, плюс один собственный прыжок, для красоты -- от меня :)

Да, сегодня внеземной парашютизм -- чистая теория, если не мечта. Чем же он может быть интересен? В первую очередь -- другой динамикой. Иная планета -- это иная среда, со своим воздухом, силой тяжести, толщиной атмосферы. Это другие скорости, времена, высоты и масштабы. Плюс свет, ветер, облака, грунт, температура. Вообще всё. И мне захотелось понять, во что может превратиться привычный земной парашютизм в подобных условиях. Я этим вопросом позанимался -- и записал ответы.

Земля

[В начало](#)

Хотите или нет, а начинать надо с парашютного спорта на нашей планете. Чтобы было с чем сравнивать. Но так, словно это планета новая и почти незнакомая. Если же кому всё же будет скучно -- переходите сразу к [следующей главе](#).

Есть тысячи способов выпрыгнуть из чего-нибудь летающего и проделать что-нибудь интересное в воздухе. Почти каждый прыжок чем-то да уникален. Чтобы не потонуть в многообразии земного парашютизма, мы сфокусируемся лишь на одной, наиболее типовой, его схеме. Перенос её на другие планеты уже оказывается достаточно интересен.

Итак, в типичном прыжке земной парашютист вываливается из самолётика на высоте в 4000 метров (13,500 ft) с двумя парашютами за спиной: основным и запасным. Дальнейшее его движение состоит из пяти этапов.

1. Свободное падение с ускорением длительностью 2-8 секунд, в зависимости от комплекции спортсмена и ряда прочих параметров. Именно в это время человека охватывает ощущение невесомости. В чистом виде её можно вкушать, лишь прыгая с воздушного шара, в самолётном же исполнении она сильно смазана и укорочена подхватывающим прямо с выхода потоком воздуха.

Секунд через десять быстро нарастающая сила сопротивления воздуха уравнивает вес тела и наступает второй этап.

2. Равномерное падение с постоянной скоростью в 40-70 м/с (90-160 mph) в зависимости от высоты, положения и массы тела. Именно его (физически некорректно) именуют свободным падением (free fall). Длится оно 30-70 секунд и у новичков проходит в позе "на пузе", ощущаясь как лежание на упругом воздушном потоке. Продвинутые же спортсмены демонстрируют в это время чудеса акробатики от составления формаций в групповых полётах до катания на доске и даже в [открытом кабриолете](#).



Момент раскрытия парашюта, вид с земли



Затяжной прыжок и раскрытие парашюта, вид с земли

3. Выброс и раскрытие парашюта. За этим процессом стоит богатая инженерия, из которой здесь нам важно усвоить лишь одно: что теоретически, под напором набегающего воздуха, парашют может полностью распахнуться за какие-то 0.1 - 0.2 секунды. После чего здоровенный купол, надувшись на огромной скорости, начнёт бешено тормозить с перегрузками в десятки **g**, грозящими инвалидностью человеку и разрывом самому парашюту. Чтобы этого избежать, современные парашюты раскрываются постепенно, в несколько этапов, растягивая процесс на 2-5 секунд.

Обычно купол выбрасывают на высоте в 1000-1500 метров (3500-5000 ft). В особых ситуациях приемлема меньшая высота -- до 250 примерно метров (800

ft), что ещё оставляет запас времени на посадочный манёвр и устранение нештатов типа перехлёста запасного парашюта. По этой причине автомат его раскрытия обычно выставляется на 200-300 метров (700-900 ft).

Абсолютный физически допустимый минимум высоты раскрытия парашюта -- 50-60 метров (170-200 ft). Выбросив купол столь низко, Вы вряд ли успеете сгруппироваться, не говоря уже о выборе приличного места для посадки, так что приземление реально может закончиться сломанными ногами или на дереве. Но погасить вертикальную скорость парашют всё-таки успеет, и шансы уйти домой самостоятельно будут приличными. А вот ниже -- уже вряд ли.



4. Чётвёртый этап -- парашютирование, то есть снижение под раскрытым куполом. Занимает от полутора до пяти минут.

Опять же для простоты всё разнообразие парашютов мы (почти насильственно) сведём здесь к двум основным типам.

Первый -- круглые "десантные" парашюты ("дубы"). Управляются слабо и более жёстки при посадке, но просты, надёжны и устойчивы в полёте.

Второй -- планирующие, обычно прямоугольной или эллипсоидальной формы. Часто двуслойные, в полёте они надуваются потоком воздуха и превращаются в довольно упругое, хорошо управляемое крыло (т.н. параfoil) с приличной подъёмной силой, на котором можно выполнять сложные манёвры и пролетать по несколько километров.

Круглый десантный парашют (т.н. "дуб")

Планирующий парашют

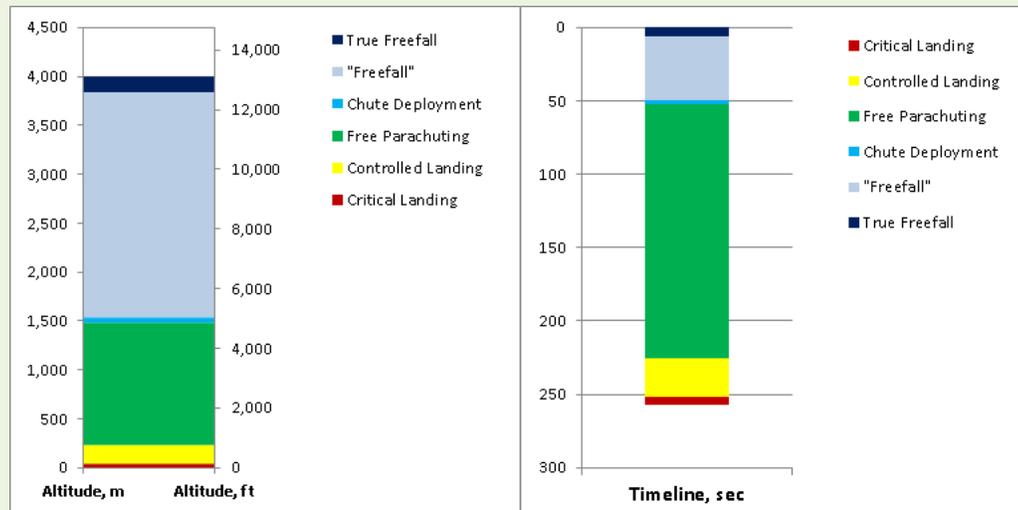
Обычно площадь парашюта составляет 9-17 м² (100-190 sq ft) и подбирается по весу человека так, чтобы снижение

шло в темпе 6-8 м/с (13-18 mph). Существуют спортивные парашюты, они меньше. Серийные по 6-8 м² (67-89 sq ft), а абсолютный рекорд, с которым кому-либо пока удавалось успешно приземлиться -- это 3.44 м² (37 sq ft). Вдумайтесь: эта штука едва ли больше хорошей простыни!

На высоте в 150-200 метров (500-700 ft), то есть секунд за 20 до приземления, начинается посадочный манёвр. Для парашютистов в группе это довольно сложная эволюция, имеющая целью не зацепить друг друга в воздухе и сесть всем примерно в одном месте. При снижении в одиночку манёвр упрощается, сводясь к трём пунктам. Во-первых, присмотреть ровную площадку. Во-вторых, выйти к ней по возможности против ветра. В-третьих, перед самым касанием сыграть парашютом так, чтобы погасить вертикальную компоненту скорости и мягко коснуться земли.

5. Собственно соприкосновение с землёй и остановка. Нередко включает пробежку в несколько метров, либо пружинистый отскок с "завалом" на землю.

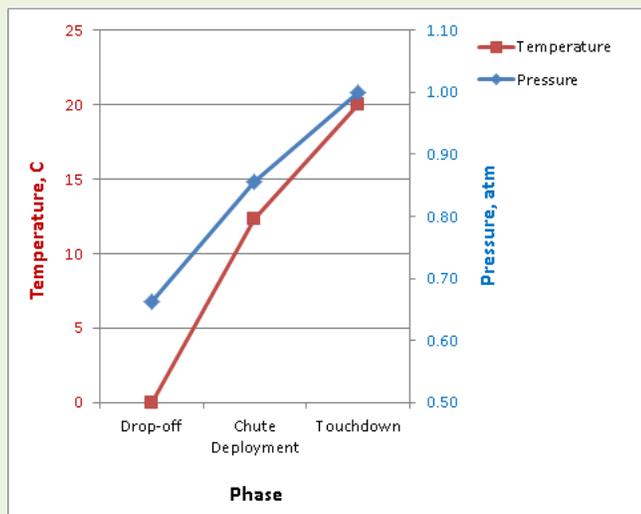
Поскольку лучше один раз увидеть, чем дважды прочесть и пять раз услышать, введём в обращение диаграммы для суммирования схем прыжков:



На левой сверху вниз расчерчены фазы прыжка по высоте. Тёмно-синий -- падение с ускорением, потом серо-голубой -- равномерное "свободное" (затяжное) падение. Тоненькая голубая полоска -- раскрытие парашюта. Зелёная зона -- свободное парашютирование. Жёлтая -- высота, где, по-хорошему, пора озаботиться посадочным манёвром. Красная зона отмечает высоты, ниже которых парашют раскрыться и затормозить уже физически не успевает.

На правой картинке то же самое, но не в метрах, а в секундах с начала прыжка.

Поскольку мы собираемся говорить о других планетах, где условия могут сильно отличаться от земных, то нам пригодится ещё один график. На нём показаны температура воздуха и его давление в трёх ключевых точках: на выходе из самолёта, при раскрытии парашюта, и при посадке:



На Земле, как видно, условия вполне комфортабельны: давление при выходе 2/3 атмосферы, температура -- ноль Цельсия, и для защиты от окружающей среды не нужно никакого специального оборудования. Но это не всегда так. В (довольно редких) прыжках с подъёмом выше 5 километров (16,400 ft) человеку уже требуется кислородная маска, а выше примерно 12-14 километров (46,000 ft) -- скафандр.

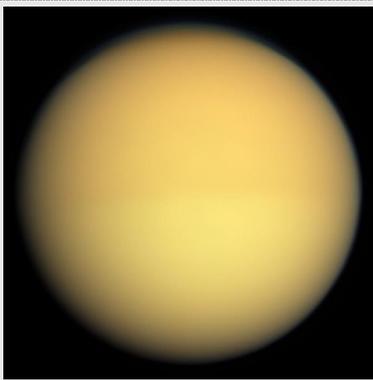
Наконец, отметим, что прыжок вовсе не обязан содержать элемент свободного падения. Так, у новичков парашют иногда раскрывают принудительно (т.н. "static line") почти сразу после выхода на высоте в 1000-1200 метров (3000-4000 ft).

На этом закругляемся про Землю и переходим к другим планетам.

Титан

[В начало](#)

Из всех планет Солнечной Системы Титан -- самая дружелюбная для внеземного парашютизма. Тамшний воздух впятеро плотнее земного, его давление в полтора раза выше нашего, а сила тяжести всемерно меньше. В таких условиях в свободном падении человек без всякого парашюта развивает скорость лишь в какой-то десяток метров в секунду (~20-25 mph). Для мягкого приземления достаточно, буквально, хорошего зонтика. Или пары тапиков, зажатых в руках вместо крыльев. Парашют там **почти** не нужен. Его задача -- замедлить падение на какую-то треть для комфортной



Титан, спутник Сатурна. С геофизической точки зрения -- полноценная планета с историей, тектоникой, морями и "значною атмосферю".

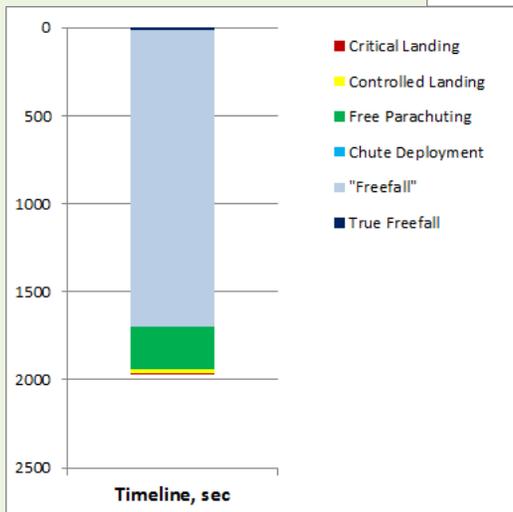
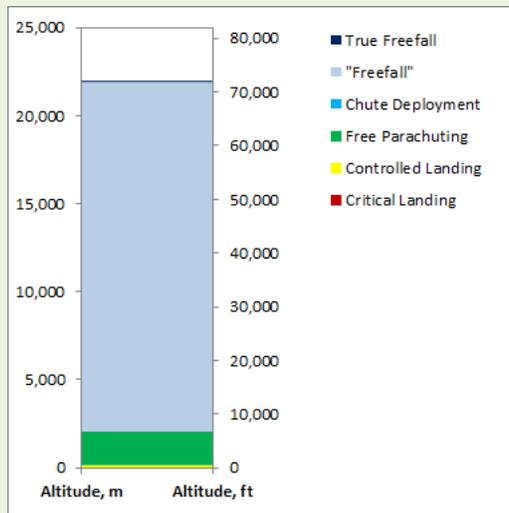
посадки, размером он может быть с XXL-футболку, а распаковать его можно чуть ли не в паре метров над землёй. С торможением вполне может справиться и wingsuite, при умении приземлиться на ноги, а не мордой о почву :)

Итак, близкое к земному давление позволяет обходиться кислородной маской без скафандра, а малая сила тяжести Титана прощает довольно большие ошибки. Это было про хорошее. Теперь про особенности.

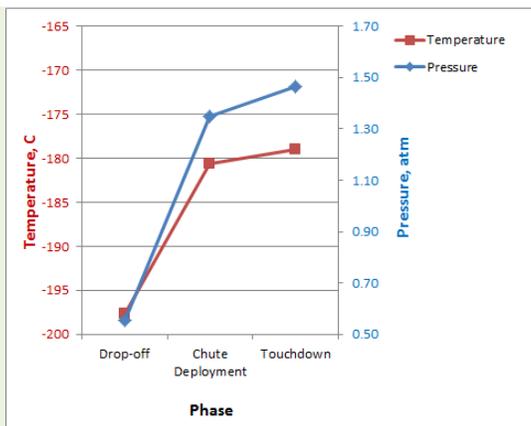
Самая серьёзная из них -- температура. У поверхности Титана царит мороз в -180 градусов Цельсия (-292 F). А взобравшись повыше, можно попасть и в минус двести (-330 F). На таком холоде сжижается кислород, человек даже в толстенной шубе проживает не больше нескольких минут, а обморожение можно заработать за считанные секунды. Поэтому в скайдайверском оборудовании для Титана есть кое-что поважнее парашюта и запаски. Это электроподогрев костюма. Дублированный. С отдельной третьей запасной системой для подогрева кислородных баллонов. Чтобы воздух из них всё-таки дышался и был тёплым, а не булькал бесполезной голубоватой жидкостью.

Во-вторых, у Титана "мягкая" атмосфера. Её плотность очень медленно падает с высотой: вдвое на каждые 14 километров, против 5 земных. Атмосфера Титана гораздо "толще" земной. Поэтому прыгать там можно и даже нужно с высоты в 20-25 километров (66,000 -- 82,000 ft), где давление составляет половину нашей атмосферы. И падение получается долгим: 25-30 минут.

Диаграммы высот и времён для типичного прыжка на Титане заполнены, как видим, преимущественно "свободным" падением:



А вот так выглядят давление и температура:



На что похож прыжок в ощущениях?

Вы вываливаетесь из самолёта на высоте в 22 километра. На Вас костюм наподобие водолазного с мощным электроподогревом и тёплой кислородной маской, закрывающей всё лицо. Терминальная скорость в 15 м/с (33 mph) выбирается за 20 секунд, после чего Вы долго-долго падаете без парашюта. Почти двадцать километров, а по времени -- добрых 28-30 минут. Из-за кислородных баллонов, возможно, более устойчивой окажется поза на спине. Поток воздуха сквозь костюм почти не чувствуется, что затрудняет ловлю ветра. Все повороты и манёвры отрабатываются в несколько раз медленнее земных -- ведь воздух в свободном падении создаёт лишь 1/7 того напора, что на Земле.

Теоретически купол можно распахнуть, конечно, и на 20 километрах, но что Вы потом будете делать, вися под ним до земли, считай, час? Вокруг смертельный мороз, а батарейки не вечны. Имеет смысл поспешить. Поэтому скайдайвинг на Титане на 80-90% состоит из свободного падения. И то, что можно навыворот за эти полчаса по сравнению с жалкой земной минутой наверняка когда-нибудь и кем-нибудь будет выделено в отдельную книгу. Здесь же мы дадим лишь несколько идей навскидку.

Можно выпрыгнуть толпой из самолёта с кучей деталей, собрать из них в воздухе электромобиль или даже маленький самолётик, загрузиться в него, завести, поблукать, полетать, и опять разобрав всё на запчасти и раскидав по рюкзакам, приземлиться, не оставляя следов.



Летающий фонарик

Можно выйти с большими мотками канатов и стопкой трапеций и устроить из них связки длиной и высотой во многие километры. Натянуть сетки, батуды. С полноценным цирком и воздушной акробатикой такого уровня, что на Земле никому и не снились. С пролётами через кольца, стоянием на канатах, маневрированием на качелях и т.д.

Развивая идею цирка, можно поразвесить в воздухе воздушных шаров и даже настоящих отелей со спальными местами, казино и блэкджеком, и порхать от одного к другому на вингсьюте или с парой электрических пропеллеров для набора высоты. Не исключено, что способ передвижения Карлсона может оказаться на Титане весьма практичным :))

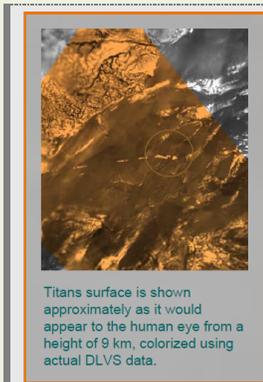
Ещё народ, случается, скучает. По слухам, один известный спортсмен, завалившись на спину (благо, баллоны перевешивают), заснул в воздухе. Улетев на десяток километров, он был жёстко разбужен запасным парашютом и сильно перепугал персонал не ожидавшей его метеорологической базы. Хотя вообще повезло, конечно. Могло и не. Ибо если человек теряется и его не успевают вовремя подобрать, то находят потом лишь промёрзшую мраморную статую.

Разумеется, любителям вингсьютов Титан -- просто рай. Там можно не только садиться в костюме, но планировать часами, ловя восходящие потоки воздуха. Весьма предсказуемые, ибо погода на Титане меняется очень неторопливо. И если какой-то поток возник, то его стабильно можно "объезжать" часами, если не сутками. Можно устраивать полёты на дальность, на время. Главным ограничителем в них, конечно, будет вес электробатарей и носимого с собой кислорода.

Возможно, энергию батарей, уходящую на обогрев, удастся использовать дополнительно. Человек ведь горячее окружающей среды Титана градусов на 200. Как ни теплоизолируйся, сильный отток тепла при таком температурном перепаде неизбежен. А следовательно, вокруг человека возникнет восходящий конвективный поток. Как от пламени свечи. Или горячего утюга. Подвесив над собой небольшой аэростат, можно наполнить его этим горячим газом и попытаться взлететь, совсем как "летающие фонарики" на Земле.

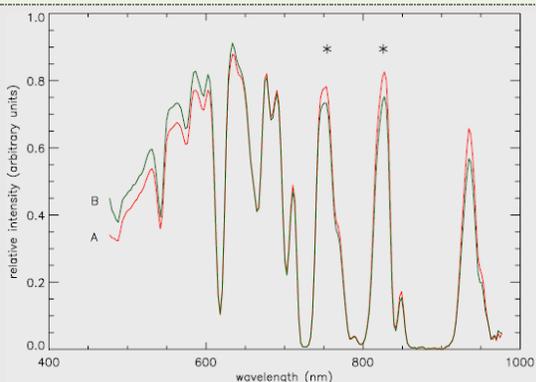
Наконец, на Титане есть моря и озёра! И пусть наполнены они не водой, а жидкой этаново-метановой смесью, наверняка это не мешает устраивать на них посадки и заходы со скольжением, подобно тому, как это делается на Земле (<http://www.youtube.com/watch?v=mfn4R1B7Ws>).

Об эстетике. Что можно увидеть, прыгая с парашютом на Титане?



Titans surface is shown approximately as it would appear to the human eye from a height of 9 km, colorized using actual DLVS data.

Цвет поверхности Титана.
Credit: S.E. Schröder H.U. Keller M.G. Tomasko B. Grieger M. Küppers J.R. Kramm and the DISR team



Разница (совершенно ничтожная) в спектральных коэффициентах отражения разных точек в месте посадки зонда "Гюйгенс".
Credit: S.E. Schröder H.U. Keller M.G. Tomasko B. Grieger M. Küppers J.R. Kramm and the DISR team

В первую очередь -- много-много оранжевого. Почти всё на этой планете окрашено в оранжевые тона едва отличающихся оттенков, и наше цветное зрение, для которого Титан оказывается фактически чёрно-белым миром, там малоприменимо. Ориентацию на местности это сильно затрудняет. Ведь на Земле вода -- синяя, деревья -- зелёные, асфальт -- серый, почва -- жёлтая или коричневая. При взгляде сверху мгновенно увязываются хотя бы крупные куски местности просто по цвету. На Титане подобная роскошь недоступна, и требуется хорошая, тщательная работа с картой, чтобы не улететь за 10 километров от посадочной зоны и не замёрзнуть там нафиг. Ориентироваться приходится по маловнятным полосочкам и разводам местности. Для облегчения задачи очень рекомендуется пользоваться электронными приборами, регистрирующими малозаметные нашему глазу вариации цвета и подкрашивающими картинку в шлеме. Или радиокompасом для наводки на площадку. Кстати, своего магнитного поля на Титане практически нет, так что на компас земной рассчитывать не стоит :)

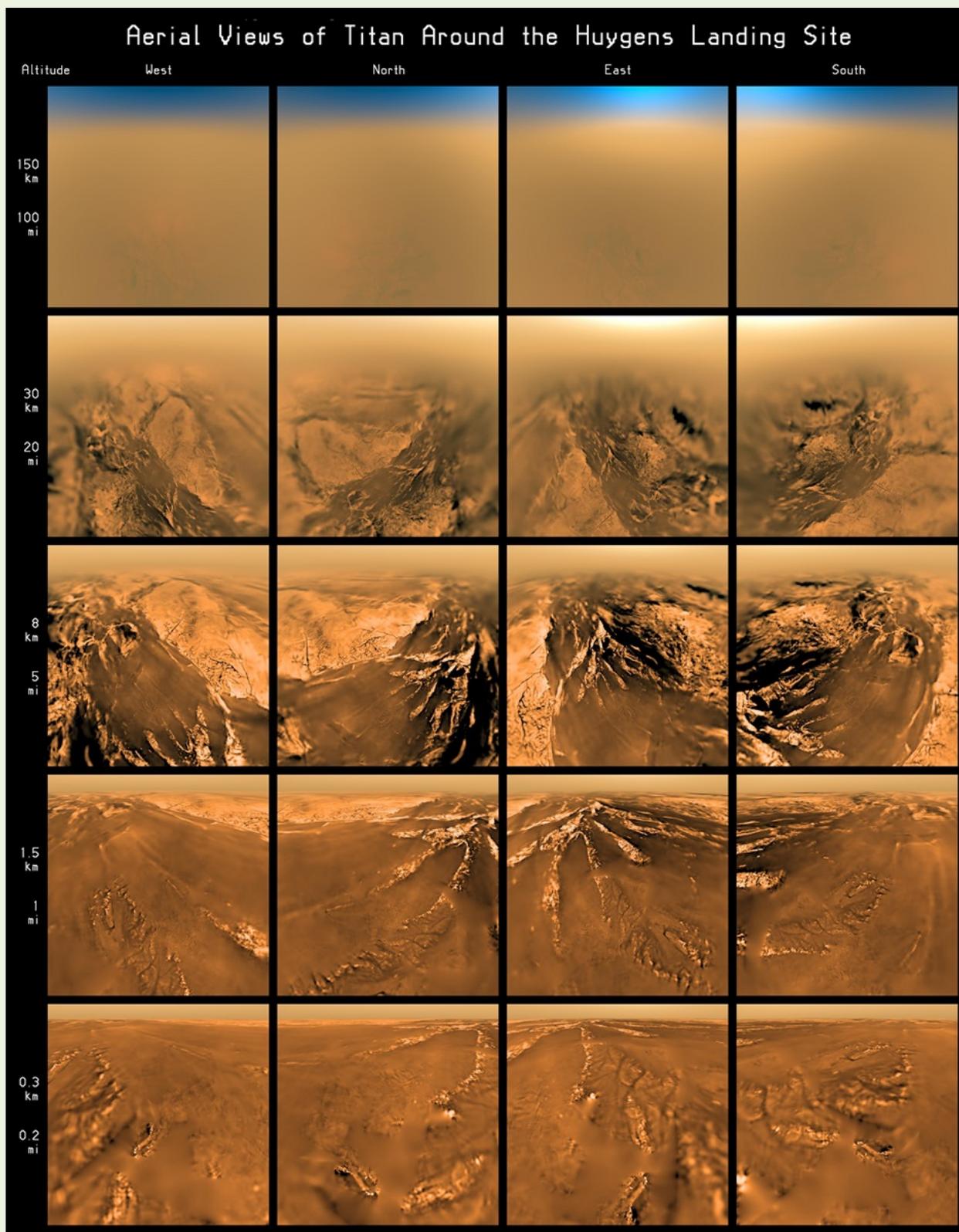
Полагаться на Солнце для определения сторон света тоже толком нельзя. Высоты в 40-120 километров на Титане перекрыты сплошной дымкой облаков, и Солнце сквозь них едва неразличимо. Эдакое пятно на полнеба. Примерно как в умеренно пасмурный

Титане перекрыты сплошной дымкой облаков, и Солнце сквозь них едва неразличимо. Эдакое пятно на полнеба. Примерно как в умеренно пасмурный

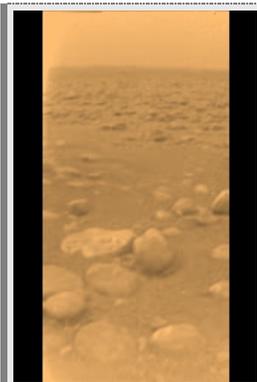
день на Земле, когда светится весь небосвод, затянутый слоистыми облаками. Тени почти исчезают, ещё более скрадывая рельеф и так не слишком-то контрастной местности. Можно, наверное, ещё как-то отличить север от юга, но вряд ли более того.

Ниже 30-ти километров дымка слабеет, атмосфера проясняется, и на многие километры вокруг распахиваются занимательные виды. На Титане есть горы, пустыни, дюны, русла метановых рек и даже метановые озёра. Горизонт, впрочем, остаётся мутным до высоты в 2-5 километров. Освещение под облаками приглушенное, на уровне 0.1-0.3% земного, чего вполне достаточно для фотографии и даже чтения.

Для общего представления приведём кадры, полученные посадочным зондом "Гюйгенс" в 2005-м году на разных высотах во время снижения (Credit: ESA/NASA/JPL/University of Arizona, приводится по <http://sci.esa.int/cassini-huygens/46260-huygens-legacy-conference-13-15-january-2010/>; видео: <http://www.youtube.com/watch?v=PrnuGAQroXQ>). Первый ряд снимков сделан на высоте 150 километров, второй -- на тридцати и так далее. Изображения существенно искажены, т.к. камера широкоугольная, а контраст искусственно увеличен (по данным самого "Гюйгенса", типичный разброс яркостей местности в точке его посадки составлял лишь около 10%)



Изредка на Титане можно встретить и кучевые облака, обитающие на 15-40 километрах. Они образованы капельками метана и этана. В целом же погода Титана отличается величавой неторопливостью, и вероятность попасть в грозу или ураган там, где их сутки (земные) назад не было, довольно мала.



Поверхность Титана. Она загадочна. ESA/NASA/JPL/University of Arizona.



Поверхность ног. Они красивые.

На касании помним, что здесь Вам не тут Земля. Масса тела та же, а вес -- и, следовательно, сила трения/сцепления с грунтом -- всемо меньше. Ощущения будут похожими на те, что испытываешь, оказавшись по плечи в увлекающем от берега прибое. Ногами скребёшь-перебираешь, и дно под ними вроде бы есть, а сцепления чуть, и толку чуть, всё равно несёт куда хочет. Из-за этого земная остановочная пробежка в 2-3 метра на Титане легко обращается в двадцатиметровый забег, полный прыжков и спотыканий на тамошних кочках. Красивые девушки, пожалуйста, берегите длинные ноги! Я к земным парашютистам тоже обращаюсь :)

В заключение ещё один важный момент. После посадки не стоит садиться или ложиться на поверхность. Ведь её "песок" и "камни" -- это в основном наша вода, а её "грязь" и "ручейки" -- это жидкие углеводороды, преимущественно метан. Всё это от соприкосновения с "раскалённым", по меркам Титана, человеком с готовностью вскипит и поплывётся, обдав потоками холодного пара и запачкав костюм смесью сложных азотоорганических соединений, ответственных за оранжевый окрас Титана. Эти же соединения (т.н. "толины") присутствуют и в воздухе и наверняка не все безобидны, так что после прыжков костюмы в любом случае надо отмывать тщательно и со старанием.

Ещё одну интересную вещь подсказал Sergey Chmelev уже после публикации. Метановая влажность на Титане может достигать 100% на высотах ниже 20 километров [см., напр.]. Соответственно, при быстром спуске в областях аэродинамического разрежения возможна конденсация метана. А так как до его точки замерзания в тамошних условиях -- всего

ничего, то и обледенение! Вряд ли это затронет обогреваемого парашютиста или сам парашют, обдуваемый "хвостом" тёплого воздуха. А вот всяческие торчащие в стороны антенны, канаты и т.п. запросто могут и обрасти льдом. Теоретически такую возможность стоит учитывать.

Марс

[В начало](#)

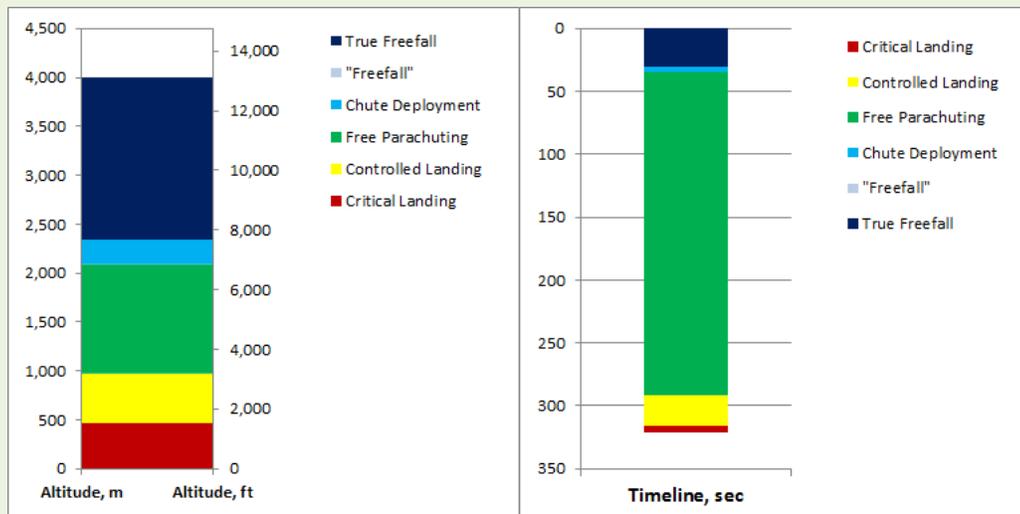
Марс -- это серьёзный и суровый [бейсджампинг](#) гигантского масштаба.

Плотность марсианского воздуха в 84 раза меньше земной. И хотя сила тяжести там лишь 38% от нашей, это не спасает: парашют, гарантирующий целостность костей при посадке, должен быть площадью в добрых 1800 м² (почти 20,000 sq. ft.) То есть эдаким полотнищем диаметром в 48 метров и собственным весом килограмм под 180. Да, именно "диаметром". Потому как весьма сомнительно сделать хорошо управляемым планирующий купол такого размаха. Марсианский парашютизм наверняка должен исполняться на колоссальных круглых "дубах".

Терминальная скорость парашютиста в скафандре легко достигает 500 метров в секунду (1130 mph), что вдвое выше марсианской скорости звука. Но трудность даже не в ударных волнах. Чтобы набрать 3/4 этой скорости, требуется пропадать (теоретически) 36 километров! А после раскрытия парашюта нужно пролететь ещё 3-4 километра в режиме торможения. Проблема? 36+4 = 40. А на высоте сорока километров марсианская атмосфера, и так весьма условная, вовсе сходит на нет.

Решение? Раскрывать парашют задолго **до** набора терминальной скорости. В точности как в base jumping-e.

Условия полёта на Марсе схожи с земными на высоте километров в 30. Земные самолёты рекорда ради на подобные высоты с большого разбегу иногда "запрыгивают", но устойчиво там не летают. А вот аэростаты поднимаются, и даже с людьми на борту. Поэтому единственным средством подъёма парашютиста оказывается аэростат, а единственной действующей схемой спуска -- раскрытие до полного разгона:



Сценарий вырисовывается следующий. Огромных размеров воздушный шар отрывается от земли и уносит в рыжеватое марсианское небо парашютиста. В герметичном скафандре, со всем оборудованием его масса составляет 290 килограмм, что на Марсе весит как земные 110. На высоте в 4000 м (13,100 ft) парашютист распахивает дверцу gondoly и шагает наружу.

Его встречают щекочущая невесомость и каменная поверхность далеко под ногами, которая тут же сдвигается навстречу, всё быстрее и быстрее. Нет шума ветра. Нет ни малейшего его давления. Это длится пять секунд, десять, двадцать. К тридцати потеряно полтора километра высоты, набрано 110 м/с (247 mph) скорости, а торможения всё ещё нет, совсем. Невесомость! Напор разреженного воздуха составляет едва ли 5% веса парашютиста и не позволяет ни "скользить", ни контролировать положение тела, опираясь на поток. Невозможно остановить кувыркание от толчка при прыжке. Невозможно стабилизироваться. С этой проблемой сталкивались и земные парашютисты, поднимавшиеся выше 20 километров. Их нередко опасно вращало, но у них всё же была внизу "подушка" плотного воздуха, в которой можно стабилизироваться и замедлиться, прежде чем раскрывать парашют. На Марсе её нет. До грунта 16 секунд, парашют нужен вот здесь и сейчас, а Вы, представьте себе, летите на боку с уклоном на голову и никакие пассы руками не помогают.

Какие возможны действия?

Ну, во-первых, раскрываться сразу по выходу. Пока ещё падаешь правильным концом вперёд. Как делают земные прыгуны с мостов и зданий. Вполне рабочий вариант. Но закрывающий часть специфики именно марсианской, ведь хочется как-то использовать уникальный столб почти вакуума высотой в 4 километра.

Во-вторых, стабилизирующий парашют. Который на Марсе нужен размером с полноценный земной. Кстати, парашютная система там вообще по-хорошему должна быть "трёхступенчатой". "Медуза" (по крупнее земной) тянет вытяжной парашют, который, раскрывшись, вытаскивает уже парашют основной. Многие марсианские станции примерно так и садятся.

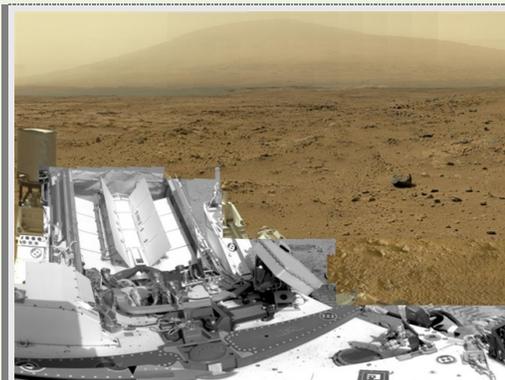
В-третьих, как мне подсказали, можно выкидывать вытяжной парашют, даже находясь вниз головой. Рукой, с силой, в правильную сторону, чтобы надул потоком, но не замотался вокруг тела. Я слышал, на Земле этот приём практикуется людьми с большими стальными, э-ээ, нервами, необходимым противовесом в марсианском парашютизме :)

Ну и самое интересное: гиросtabilизированный скафандр. Несколько гироскопчиков, раскрученных перед прыжком и не позволяющих владельцу вращаться и переворачиваться в свободном падении.

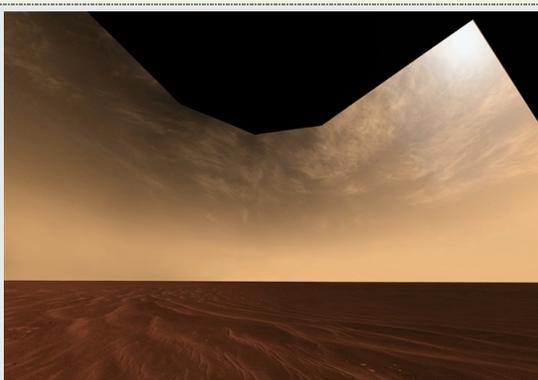
Какое решение оптимально, пока неясно. Но ясно одно: построением формаций в свободном падении на Марсе заниматься не судьба. Слишком оно быстро и малоуправляемо.

Купол выходит на высоте в 2350 метров (7700 ft). Распахивание полотнища и торможение занимают порядка 5 секунд и съедают 250 метров (800 ft) пути. А минимальная высота, с которой это ещё хоть как-то можно успеть сделать -- 465 метров (1525 ft).

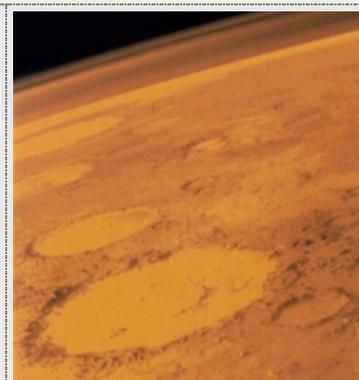
Висим. Снижаемся, осматриваемся. Что вокруг?



Запылённый марсианский горизонт.
в месте нахождения марсохода.
Curiosity. Image credit: NASA



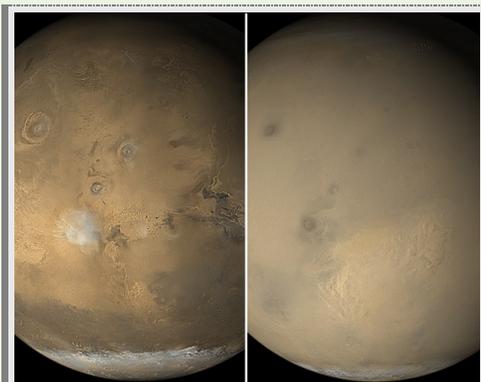
<http://apod.nasa.gov/apod/ap061017.html>
"Clouds and Sand on the Horizon of Mars"



Марс с о
Снято станцией Viki
Видна атмосфера М

Картина внизу, скорее всего, будет подобна наблюдавшейся при посадке марсохода Curiosity: <http://www.youtube.com/watch?v=gZX5GRPnd4U>. По сторонам -- марсианский горизонт, который ближе земного. А атмосфера хоть и прозрачна, но сильно запылена. Особенно у горизонта, где дымка. Зенит, наоборот, тёмный. В целом всё в рыжих тонах. Перспектива "на глазок" воспринимается плохо, совсем не как на Земле. Далёкая гора может показаться близкой, близкий кратер -- далёким. Учитывая, что на Марсе нет привычных нам предметов со знакомыми размерами (зданий, деревьев, дорог), это резко затрудняет оценку расстояний и ориентацию на местности. На это жаловались ещё американцы на Луне. Там вообще нет атмосферы, а из ориентиров - сплошные круглые кратеры, по виду все одинаковые. Так до смешного доходило, люди в десятках метров от нужной им точки топтались и не могли её найти, с картой и с подсказками ЦУПа. Так что на Марсе по-хорошему лучше пользоваться дальномером. Лазерным или радаром.

Облака на Марсе встречаются трёх видов: полезные, вредные, и нейтральные.



Марс во время пылевой бури (справа) и до неё (слева)

Пылевые полезны. Ветер перегоняет пыль на тысячи километров и поднимает её в воздух на десятки. Особенно во время пылевых бурь, тогда она замыливает половину Марса однородным одеялом. Скорость ветра при этом не столь уж и велика (15-30 м/с, 35-70 mph), просто пыль там особо мелкая и летучая. Нормальные люди в такую погоду на парашютах не летают. Но! Пыль могут поднимать и в хорошую погоду обычные порывы ветра. По которым их можно засечь с воздуха и избежать, в чём и состоит польза.

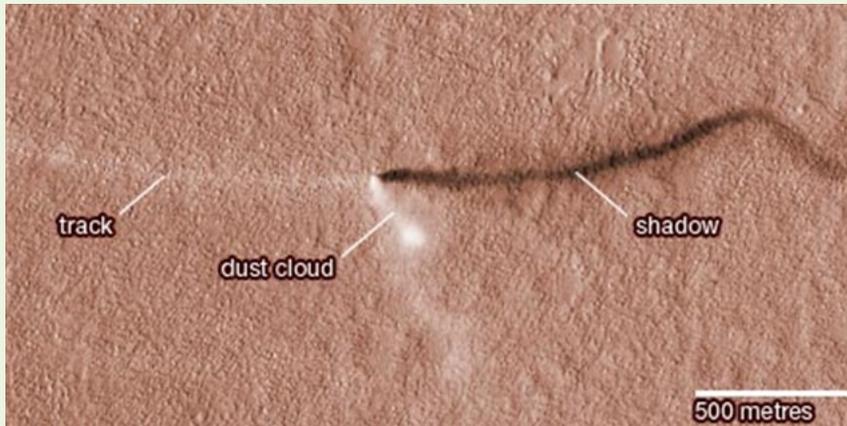
Первейший враг парашютиста на Марсе -- песчаные смерчи (кадр реальный, оттуда):



Возникая внезапно и как бы совершенно ниоткуда, они запросто способны скомкать развесистый "лопух" парашюта в лепёшку у самой земли. А это -- неминуемое падение на острые камни, смертельно опасное. И на Земле, стукнувшись "на заходе", можно крепко пострадать, но это всё же не столь фатально, как повреждённый скафандр на Марсе. Разбитый шлем, разодранное о камни колено -- и воздух начинает стремительно утекать. Сквозь

дырку размером с клавиатурный Enter весь воздух из скафандра высвистывает за несколько секунд, и даже если подкачивать утечку из баллонов, запаса хватит от силы на пару минут. После чего давление в скафандре снизится до давления окружающей среды, то есть 0.6% атмосферы, несовместимого с жизнью.

К счастью, смерчи можно разглядеть с воздуха, а разглядев, попытаться увернуться маневрированием. Пыль, друг наш, выдаёт смерчи с головой:



Нейтральные облака -- это тонкие перистые "хвосты" замёрзшего углекислого газа. Высоко, не допрыгнуть. Можно красиво пофотографировать, лучше после приземления.

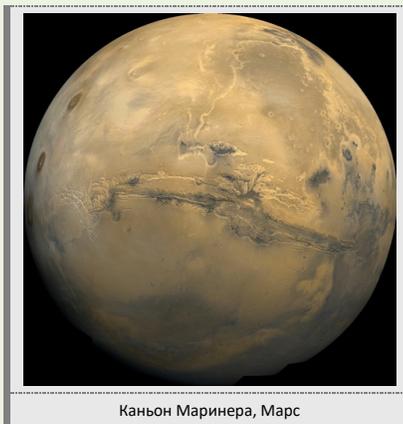


Марианские перистые облака

Закат на Марсе. Ничего особо не иллюстрирует, просто красиво.

И, наконец, изредка, в низинах, в удачную погоду скапливается водяной туман. Который, вообще-то, редок и наблюдать его почётно, да только приземляться в него вслепую -- себе дороже, а потому для парашютиста эти облака однозначно вредные. Тем более, что круглый и громадный марсианский парашют обладает слабой манёвренностью. По этой причине для прыжков лучше выбирать песчаные пустыни. Они ровнее. И мягче. И внимательно читать прогноз погоды перед прыжком. Которая на Марсе, кстати, довольно предсказуема. Есть суточный период, есть годовой, они с хорошей точностью повторяются. И если сегодня в 5 вечера марсианского времени был ветер 5 м/с северный, то ровно таким же с высокой вероятностью он будет через год на том же месте в тот же час.

В целом Марс -- планета для парашютизма рискованная и не особо продуктивная. Затяжного падения нет, формации и манёвры ограничены, ибо всё очень быстро и в вакууме, а "дуб" -- он и в Африке на Марсе "дуб" с присущими ему ограничениями управляемости. Из специфических развлечений -- можно ставить рекорды скорости свободного падения. Или прыгать в марсианский каньон Маринера, его глубина достигает 7 километров, а пейзажи по сторонам там, вероятно, весьма впечатляющи.



Каньон Маринера, Марс

На чём закроем про Марс и перейдем к следующей степени безумства.

Тритон

[В начало](#)

Крайне дорогая и чрезвычайно сложная в исполнении форма самоубийства. Это я про парашютный спорт на Тритоне. Тем не менее, теоретически он возможен. Если, конечно, допустить, что мы вообще когда-нибудь доберёмся до столь удалённого небесного тела ради парашютизма.



Тритон, ледяной спутник Нептуна.
Image credit: Voyager\NASA.

Сила тяжести на Тритоне в 12 с копейками ниже нашей, но это помогает мало, потому что тамошний "воздух" в 10 тысяч разреженнее земного. Невозможно сделать парашют для таких условий, обеспечивающий безопасную скорость приземления. Ну то есть чисто **теоретически вектрановое** изделие диаметром метров за 200 эту задачу как бы решает. Но на практике я просто не могу принять это. Во-первых, устойчивость и управляемость. Характерный период колебаний этого монстра на ветру -- многие секунды. А в-главных, ну не верю я в субмикронные плёнки. Работал я как-то с майларом толщиной в микрон. Эта воздушная материя рвётся от неосторожного чиха уже на сантиметровых масштабах. Даже если расчёты и показывают, что полукилометровое одеяло обладает десятикратным запасом прочности для посадки, всё равно не верю. Порвут его сто раз если не при упаковке, так при выбросе.

Более реалистичный вариант, от которого физическая интуиция не бросается окарачь, получается, если пойти на компромисс. Увеличив скорость снижения до ~35 м/с (70-80 mph) и гася её на посадке небольшим реактивным двигателем, получаем какое-то подобие рабочего парашюта с такими параметрами: диаметр 44 метра, толщина 12 микрон (как тонкий полиэтиленовый пакет), вес ~45 килограмм, выполнен из тефлона. Конечно же, дуб. Управляемость ни разу не фонтан, но где-то как-то возможна.

Далее, никакой аэростат или самолёт не могут подняться в такой атмосфере. Поэтому варианты платформы для прыжка все довольно экзотические.

Во-первых, вышка. Не меньше пары километров высотой. Ибо 35 м/с на Тритоне выбираются с 800 метров, и всё, что не **существенно** выше -- спорт не парашютный, а ракетный :))

Затем -- ракета. Весьма практическое решение. С твердотопливным движком кило на сто вполне возможен подъём километров на 10-15, краткий вис, и обратная посадка. При условии, что мы сумеем стабилизировать такое устройство, добиться его надёжной работы, и прыгнуть за те 3-6 минут, на которые оно может реально зависнуть.

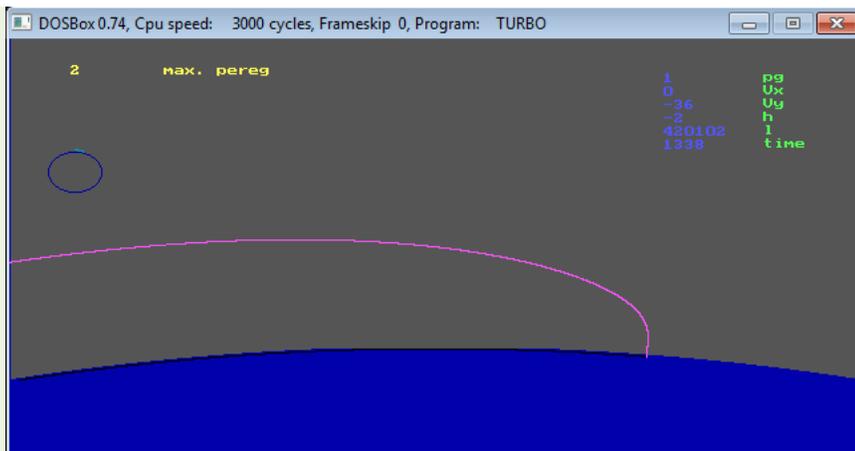
Но только на Тритоне возможен ещё один, самый интересный, опасный, и действительно нетривиальный вариант. Это принудительное раскрытие (static line)... со спутника! Почему "только"? Потому что на других планетах либо первая космическая скорость столь высока, что в ходе описанного трюка наверняка сгорить в атмосфере, либо атмосфера так слаба, что невозможно воспользоваться парашютом. Update: хотя вот по свежим данным от New Horizons, плутоновская атмосфера оказалась почти на порядок плотнее земных оценок. Так что, допускаю, там тоже нечто подобное возможно.

"Прыжок" начинается на низкой орбите высотой в 95 километров (311,000 ft) с круговой скоростью в 970 м/с (2200 mph). Отдалившись от спутника-платформы, парашютист стабилизируется в невесомости над бесшумно и быстро проплывающим внизу странным ландшафтом.



С помощью крошечных реактивных двигателей он выбрасывает и поэтапно разворачивает парашют площадью 1300-1400 квадратных метров (145-160 тысяч квадратных футов). Круглый, конечно. Всё это на скорости в восемь местных скоростей звука, с сопутствующим контринтуитивным течением гиперзвукового газа и с неизбежными ударными волнами. Если раскрытие хоть в чём-то идёт не по плану -- немедленно бросаем купол и возвращаемся на спутник.

Если купол наполнен, стабилен и управляем, то можно продолжать. Наполненный парашют создаёт лёгкое торможение, в пределах 0.5 - 2 м/с² по траектории. За счёт этого торможения происходит постепенный сход с орбиты и плавное переключение в снижение с конечной вертикальной скоростью в 36 м/с (80 mph) и нулевой горизонтальной. Весь процесс занимает 1338 секунд и покрывает по горизонтали расстояние в 420 километров. Тепловая нагрузка при спуске, начинаясь от ~150 Вт/м², достигает в пике примерно ~400 Вт/м², что разогревает парашют где-то до 320 °К (45 °С).



Кстати, нового кода для этих расчётов я не писал. Вместо этого сдул пыль с созданной ещё в школьные годы на Турбо Паскале программки, моделирующей вход аппаратов в атмосферы планет. Так вот, друзья, виртуализация -- великое дело! На сервере -- Nurer-V, в нём -- Винда-7, в ней -- DOSBox, в нём -- Turbo Pascal 7, а внутри него -- мой код, давно уже мне самому недоступный к пониманию, **но работающий!**

Я, конечно, не стану утверждать, что эти цифры инженерно точны. Гиперзвуковая динамика нетривиальна, температурный режим я оценивал вообще отдельно за сложностью задачи. Но принципиальную возможность схода с орбиты на Тритоне в такой конфигурации это всё-таки демонстрирует, что нам и требовалось показать.

Со спортивной точки зрения самая засада здесь в маневрировании. Чуть подтягивая стропы парашюта так, чтобы он не схлопнулся и не вывернулся, надо прицелиться и попасть по возможности точно в заданный район приземления. На последнем этапе не угодив в россыпь ледяных обломков или даже гейзер. Роль воды в котором выполняет, по тамошним климатическим условиям... жидкий азот! К счастью, гейзеры различимы издали (<http://www.youtube.com/watch?v=pKn7TuNa9Dc>).

Виды, в целом, ожидаются экзотические и обалденные. Ледяные озёра, "дынная" местность, следы гейзеров, всё это в высочайшей чёткости, ибо атмосфера слаба и прозрачна. Не последнюю роль играет и Нептун. Если правильно выбрать сторону и время, он предстанет восьмиградусным синим кругляком в небе, раз в 16 побольше видимого нам диска Луны. А вот солнечное освещение там держится на уровне всего лишь в 0.1% земного. Для человеческого зрения, впрочем, этого вполне достаточно.



Плутон и его атмосфера.
Image credit: NASA & New Horizons team.

Подобным спортом, вероятно, можно ещё заниматься на Плутоне, тоже обладающем атмосферой. Которая, как выяснилось по свежим данным от New Horizons, почти не уступает по плотности атмосфере Тритона.

Планеты без твёрдой поверхности

[В начало](#)



Венера.
Image credit: NASA.

К ним относятся Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, и, с практической для нас стороны, Венера.

Их объединяет то, что твёрдой поверхности там либо нет совсем, либо она находится на огромной глубине, где температура достигает сотен и тысяч градусов. "Приземляться" в такие условия Вы не хотите. Поэтому желающим опробовать прыжки на "бездонной" планете необходимо, вдобавок к парашютной системе, ранец с надувным аэростатом. Фазы прыжка, в общем случае, таковы:

1. Выход, истинно свободное падение.
2. Затяжное падение в воздухе.
3. Раскрытие парашюта, замедление, стабилизация.
4. Наполнение аэростата.
5. Сброс парашюта и всплытие наверх, где вас подбирает спасательная команда.

Аэростат едва ли не важнее парашюта. Ведь даже на Земле, даже при отказе двух парашютов остаётся минимальный шанс уцелеть при ударе. А если он не выпадет, то всё закончится быстро. На Венере парашютист с отказавшим аэростатом будет проваливаться вглубь атмосферы ещё много-много минут -- и с каждой минутой газ вокруг будет становиться всё гуще и жарче. Очень экзотический способ медленно поджариться. Посему прыжки на таких планетах требуют крепких нервов, надёжного дублированного аэростата и, пожалуй, капсулы с цианистым калием в воротничке шлема...

Из планет без поверхности Венера -- наиболее подходящий "полигон" для начинающих. Это наша ближайшая соседка по Солнечной Системе ("дешёвые билеты!"), её атмосфера состоит из плотного углекислого газа и потому позволяет обходиться довольно скромным аэростатом для возвращения. Там нормальная сила тяжести. Скорости и динамика движения схожи с земными. Наконец, там светло, ибо Венера расположена к Солнцу даже ближе, чем мы.

На поверхность планеты воздух давит с силой в 95 атмосфер, а градусник там показывает 470 Цельсия. Поэтому для прыжков пригодны лишь слои атмосферы выше отметки в 50 километров. Так, на 55-ти давление составляет 0.53 атмосферы, а температура -- вполне комфортные 27 градусов тепла. Скафандр наподобие гидрокостюма или военного балахона ОЗК, однако, всё же необходим. Потому как именно эти высоты "населены"



Российский общевойсковой защитный костюм (ОЗК)

венерианскими облаками, и состоят они из недружелюбной серной кислоты, от которой лучше защищаться. По этой же причине не всякий пластик подходит в качестве материала для парашюта.

Красивых видов на Венере ожидать не стоит. Весь прыжковый диапазон заполняет дымка с видимостью в пару километров. Сквозь неё ничего не различимо ни снизу, ни сверху, ни по сторонам. Ветра, дующие со скоростью до 100 метров в секунду (225 mph), тоже остаются совершенно незамеченными -- ведь Вы летите вместе с ними, внутри них.

В целом, Венера -- скучноватый мир для парашютизма. Прыжок для коллекции или подготовки к более сложным планетам. Из специфических местных видов спорта, делающих этот мир в некоторой степени всё же привлекательным, можно придумать такие:

* Совместное ориентирование по радио или GPS-у в тумане во время прыжка. Атракцион "найдем друг друга в облаках".

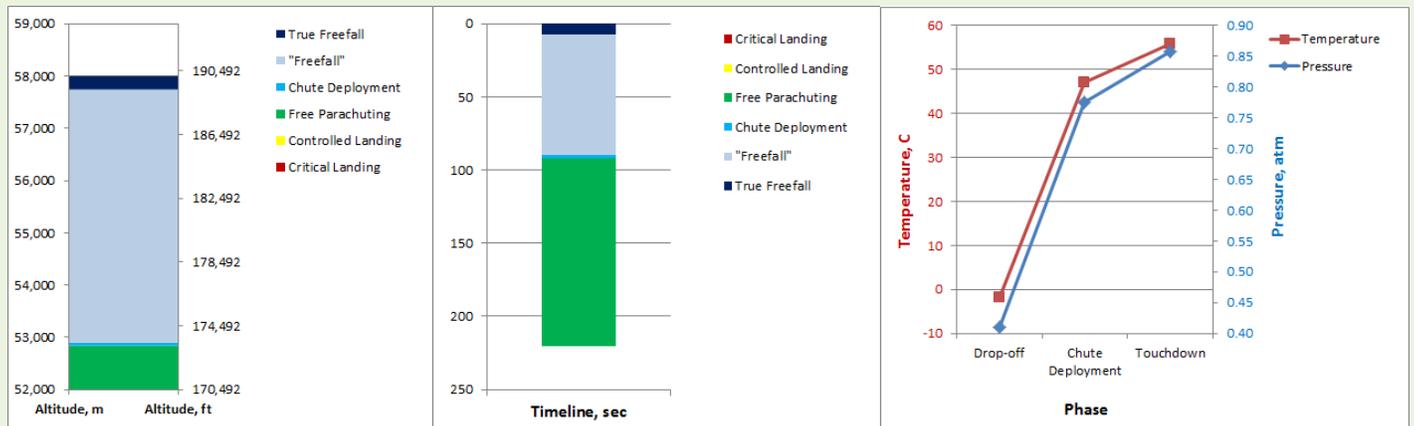
* Там выше плотность воздуха, поэтому спортивные парашюты могут быть меньше земных аналогов ещё в полтора раза при сохранении той же скорости снижения.

* И, наконец, для совсем безбашенных экстремалов -- "пронирывание" облачного слоя. Он заканчивается на высоте в 45 плюс-минус пара километров (по погоде) [2]. Воздух на этом уровне прогревается до 100-120 градусов. Как в бане. Костюм, оборудованный простейшей системой охлаждения (хотя бы в виде ледяных медицинских пакетов) может справиться с таким нагревом несколько минут. Возникает соблазн: перевернувшись вниз головой, на полной скорости как можно быстрее пробить слой облаков, выскочить в

прозрачную атмосферу, затормозиться, сделать пару снимков местности, раскинувшейся под ногами -- и рвануть обратно. Рискованно? Ещё как. Но по сравнению с тем, [какие штуки](#) откалывают любители адреналина на Земле, это ещё вполне даже невинная забава, так что риск вряд ли кого-то остановит :))

[Мне тут читатели подсказали, что даже с высоты в 45 километров поверхность Венеры разглядеть невозможно. Из-за газовой дымки и нижних тонких слоёв облаков. Вопрос этот сложный. Потратив несколько часов на изучение источников, я установил, что нижняя облачность слишком редка, чтобы ухудшить видимость более чем на 10-50%. Однако даже без неё остаётся Рэлеевское рассеяние на газе атмосферы. Из-за которого наше небо -- голубое, а далёкие предметы видны неотчётливо даже в чистом воздухе. И есть мнение, что из-за этого рассеяния поверхность всё равно не будет видно. Всё потонет в голубоватой дымке. Грубые оценки показывают, что толщина слоя воздуха с этой высоты до поверхности соответствует земному слою (у поверхности) в 700 километров. На Земле Луну у горизонта можно увидеть с высоколетящего самолёта сквозь (эффективно) 400 км воздуха. Не слишком качественно, но вполне уверенно. Исходя из этого, я ожидаю, что поверхность Венеры хоть и плохо, но всё-таки будет различима сквозь 700 км. В крайнем случае картинку можно существенно улучшить, перейдя из видимого диапазона к красному или ближнему инфракрасу. Т.к. рэлеевское рассеяние ослабевает как λ^{-4} , это может подавить рассеяние в добрый десяток раз. Сравните, например, эти две картинки, снятые сквозь 110 км. воздуха: [видимая](#) и [ближний ИК.](#)]

На схемах прыжка, обратите внимание, "критической" посадки как таковой вообще нет. Потому что разбиваться там не обо что, а за время, в течение которого возникает реальная опасность поджариться, парашют или аэростат можно распахнуть джигункратно. Если они в порядке.

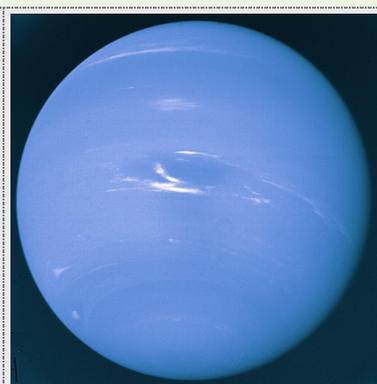


Уран и Нептун: акавашютизм

[В начало](#)



Уран. Image credit: Voyager/NASA



Нептун. Image credit: Voyager/NASA

Нептун -- очень красивая планета. Уран наоборот, внешне уныл и скучен. Однако между ними много общего, и рассмотреть их лучше совместно.

Оба -- гиганты вчетверо крупнее Земли, с толстой атмосферой в основном из водорода и гелия. Примесь метана, аммиака, воды -- 1-3% в зависимости от высоты. Сила тяжести близка к земной: 0.87g на экваторе Урана и 1.14g -- Нептуна.

Предыдущим абзацем более-менее исчерпывается наше достоверное и точное знание об этих планетах, по крайней мере в рамках данной статьи. Всё прочее в ней рекомендуется воспринимать с мысленными пометками навряд "скорее всего", "приблизительно" и "в ряде работ небезосновательно предполагается, что...". Уж больно далёкие это планеты, и уж больно редко туда добираются наши роботы. Собственно, за всю историю пока лишь однажды, и не факт, что это повторится раньше ~2030 года даже по оптимистичным прогнозам.

Итак, считается, что на Уране и на Нептуне есть как минимум три-четыре слоя облаков. Самый верхний -- из замёрзшего метана CH_4 , ниже -- облака сероводородные (H_2S), под ними -- из гидросульфида аммония (NH_4SH), а в глубине, на давлениях в десятки и сотни атмосфер, сидит тяжёлая и плотнейшая водяная облачность (H_2O). Повыше из кристалликов льда, пониже -- из капелек. Представляете разнообразие погоды? "Какой сегодня дождь?" -- "Метановый." -- "Наверняка очень холодно. А вчера какой был?" -- "Сероводородный." -- "Фу!!!"

Очень косвенный и очень ненадёжный анализ современных представлений (основанных преимущественно на моделировании Юпитера) намекает, что на глубинах километров в 300-400 от уровня в 1 атмосферу, договорно принимаемого за "поверхность", водяная облачность может заканчиваться, и что под нею тогда простирается ещё несколько сотен километров вполне прозрачной атмосферы, упирающейся основанием в совсем уже экзотическую облачность из веществ вида (Li, Na, K)VO₂ и силикатов. Но на парашюте туда не долететь. Уже у подошвы водяных облаков температура вырастает за 300 градусов Цельсия, а давление скалит за тысячу атмосфер. Крайне любопытно было бы туда заглянуть, но для этого нужен хорошо оборудованный батискаф, а это дело весьма отдалённого будущего.



"Перевернутые" вымеобразные облака на Земле.



Ещё такие же облака.
Image credit:
<http://www.srh.noaa.gov/jetstream/clouds/mam.htm>

На обеих планетах облачный слой визуально "перевернут". Это на Земле влажный воздух легче сухого и потому, при прочих равных условиях, натурально всплывает вверх, выстраивая облака в виде башен и гор с плоской подошвой. На Уране и Нептуне "влажный" воздух тяжелее. Он тонет. Поэтому не удивлюсь, если облака там окажутся с плоскими макушками и с длинными, уходящими вглубь таинственной атмосферы буграми и даже, "колоннами" влажного воздуха. На Земле так тоже случается, но очень редко.

Можно ли там что-то разглядеть глазами? Над облаками освещение на Уране в полдень составляет 2.5% нашего, а на Нептуне -- 1.1%. Под облаками -- раз в 10-1000 темнее. Для сравнения, чтобы читать газетный текст, необходима освещённость не ниже ~0.01% земной зенитной солнечной. В общем, не ночь, но густой, туманный, и, вероятно, красноватый полумрак.

Гораздо больше можно увидеть в инфракрасный бинокль. В зависимости от длины волны прозрачность атмосферы в этом диапазоне может достигать десятков километров.

Почти наверняка там бьют мощные молнии, в которые лучше не попадать.

Погружаясь, в какой-то момент можно ожидать появления тусклого багрового полусвета от раскалённого газа далеко внизу. Крайне трудно, однако, оценить, на какой глубине он станет заметен. Я не возьмусь.



Что-то похожее, вероятно, можно наблюдать на Нептуне ближе к началу прыжка, согласно художнику JustV23 на сайте DevianArt

Схемы прыжков похожи: выход на "высоте" в 15-25 километров (50-82 thousand feet) от "нулевого" уровня, над облаками, где светит точечное Солнце и царит синий свет; длительное снижение в свободном падении; раскрытие парашюта, торможение, включение аэростата и возвращение. Всё, разумеется в скафандре. И именно из-за последнего элемента парашютизм на Уране и Нептуне в некоторых аспектах оказывается схож с земным аквалангизмом!

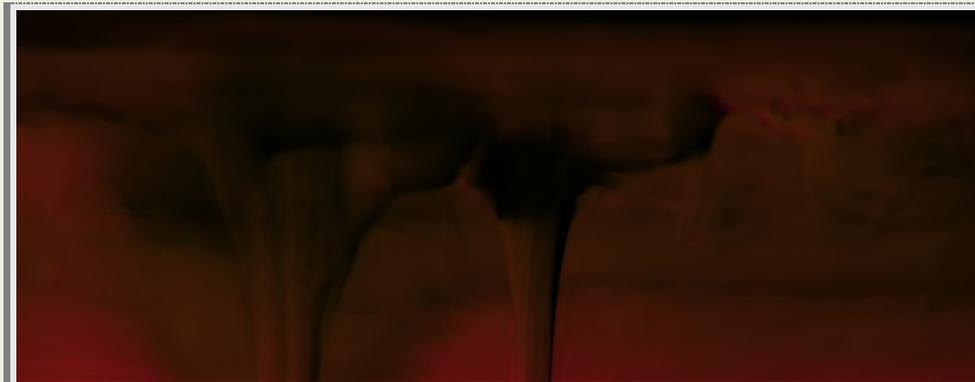


Жёсткий скафандр

Дело в том, что если одеться в жёсткий скафандр, выдерживающий давление в десятки атмосфер (подобные иногда применяются для подводных погружений и на нашей планете), то на Уране и Нептуне можно ставить рекорды прыжков... в глубину!

На Нептуне предельное погружение ограничивается ростом давления. Если принять, что скафандр выдерживает 50-55 атмосфер, то можно "нырнуть" вглубь на 220 **километров** (721,300 ft), при этом под конец вокруг окажется 15 градусов холода. На Уране же глубина ограничена ростом температуры: погрузившись на 310 километров (!) до отметки в +50 градусов Цельсия (124 F), мы встретим давление в 32 атмосферы и поставим абсолютный рекорд перепада высоты в парашютном прыжке для Солнечной Системы: 335 километров (208 miles, or 1.098 **million** ft!) При этом сам прыжок займёт по часам около 2200 секунд на Нептуне и порядка 4000 секунд на Уране. Почти всё это время уйдёт на снижение без парашюта. Большой частью вокруг будет сплошной туман меняющегося, в зависимости от глубины, состава, густоты и размера капелек. Этот туман опасен

обледенением, т.к. многие его компоненты находятся на грани замерзания. В разрывах и между слоями, думается, можно иногда видеть и сами облака -- причудливых форм, раскрасок и сочетаний. Неплохо взять с собой мощный фонарик для генерации гало и радуг.



Неустойчивость Рэля-Тэйлора универсальна. Может, как-то так выглядят облака в глубинах Урана и Нептуна?

Подобный прыжок предъявляет предельные требования как к парашютисту, так и к его оборудованию.

К человеку -- скорее психологические. Это миры не для клаустрофобов. Вообще, лучше летать туда с компанией. Помочь друг другу если что, и формациями в тумане позаниматься.

Подъём наверх -- первая серьёзная техническая трудность. Молекулярные массы атмосфер обеих планет невелики (около 2.6 против 29 земных). Даже у чистого водорода в таких условиях весьма слабая плавучесть, и нужно около 5000 кубометров его, чтобы вытащить человека в скафандре на "нулевой" уровень. А это 400 килограммов водорода! Как его с собой туда тащить, на горбу? Лучше уж действительно тогда погружаться сразу в батискафе. Решений мыслится несколько, все на грани фола. Во-первых, аэростат можно вести с собой рядом "на привязи" на отдельном тормозном парашюте. Крайне нездоровая связка по стабильности и опасности запутывания. Во-вторых, можно вообще отказаться от водорода и наполнять аэростат просто окружающим нагретым газом. Но на это надо, по грубым прикидкам... полтонны батареек, что как бы отбрасывает задачу к предыдущей, если только не воспользоваться батарейками атомными (хотя вот подсказали -- можно кислородом топить, кругом водород же!) Можно попробовать отделить водород от гелия на месте. Это было бы идеально. Вот только я в упор не представляю себе концепцию компактного устройства, способного решать такую задачу. Наконец, можно вовсе отказаться от аэростата и воспользоваться компактным вертолётком. По грубым прикидкам, килограмм в 50 запаса горючего для него уложиться можно. Одна беда: в отличие от аэростата, работающего пассивно, вертолёт -- это сложное устройство с кучей движущихся деталей. Малейший отказ или перебой с энергией -- и никакие силы больше не удержат Вас над бездной.

Далее, не будем забывать, что вокруг -- водород. Под высоким давлением. Который обладает замечательным свойством "пропитывать" многие металлы, убивая их механические свойства, и диффундировать сквозь многие вещества, в особенности, резину. Материалы для скафандра, изолирующих прокладок, вообще всего герметичного надо подбирать с учётом этого эффекта.

На Нептуне дуют ветра в 600 м/с (1,300 mph), что выше местной скорости звука. Однако эти скорости относятся к массам воздуха размером в сотни и тысячи километров, разделённым такими же дистанциями. Находясь в потоке, его движение заметить трудно. И вот последнее как раз опасно. Можно угодить в нисходящий поток, увлекающий в такие глубины, откуда нет возвращения.

Кстати, органическая химия глубин Урана и Нептуна изучена плохо. Не исключено, что там возникают довольно сложные соединения, от которых по возвращении стоит тщательно отмываться и как бы даже не сидеть в карантине.

Ещё есть соблазн: снабдить "аквалашютиста" скутером наподобие подводного и даже ластами, для подъёма и маневрирования в глубинах планетной атмосферы. Увы, эта затея не работает. Хотя давление на финише и превышает нормальное атмосферное в десятки раз, плотность воздуха оказывается выше земной лишь втрое (Уран) и впятеро (Нептун). Водород -- очень лёгкий газ. И "подводной" динамики, подобной земному плаванию, он на таких давлениях никак не обеспечивает.

В заключение хотелось бы порассуждать о том, как вообще могла бы выглядеть, функционировать и снабжаться обитаемая база на Нептуне (без сомнения, летающая), но это уже получается тема для отдельной диссертации, которую здесь, увы, придётся пропустить.

Юпитер и Сатурн

[В начало](#)

...представляют собой наименее удобные объекты для парашютного спорта в Солнечной Системе.

На Юпитере сила тяжести втрое выше земной, что требует медленного и "нежного" раскрытия парашюта, занимающего, по расчётам, путь в полтора километра. Кроме того, температура на Юпитере шустро растёт в глубину, что ставит крест на всяком "аквалашютизме".

На Сатурне практически невозможен возвратный аэростат. Молекулярная масса воздуха там -- лишь 2.07, и кубометр водорода на уровне одной атмосферы обеспечивает только несчастных 3 грамма тяги! Для возвращения из глубин Сатурна нужен реактивный двигатель или крылья. Что автоматически переводит всякие мыслимые развлечения этого плана за границы того, что ещё хоть как-то можно обозвать парашютизмом.

Заключение

[В начало](#)

Отдаю ли я себе отчёт в том, что всё здесь написанное имеет крайне слабое отношение к реальности? Вполне. Существа, способные летать на Плутон, как мы гоняем на соседний аэродром, наверняка будут радикально отличаться от нас не только технологически, но в первую очередь морально. Предсказать, заинтересует ли их вообще парашютизм, и какие инженерные решения они могут в нём применить, невозможно. Поэтому важно понимать, что данный текст, несмотря на обилие расчётов и цифр, не является не только инженерной работой, но даже фантастикой. Это мечта. Мечта в чистом виде, совершенно оторванная от реальности и так, как она описана -- невозможная. Это классический пример [теоремы недоступности](#).

Но есть что-то общее между генетическим алгоритмом и способом порождения идей в человеческом сознании. Я верю, что идеи мутируют и скрещиваются. Где-то на подсознательном уровне, где вместе с "идеями" в ту же игру играют и эмоции, и ассоциации, и даже самочувствие. Знание, что нужно сделать, нежизнеспособно, пока не скрестится с эмоцией, придающей ему бодрости, будь то радостный энтузиазм, кофеиновое возбуждение, или хоть нагоняй от начальства. Большинство изобретений, изменивших нашу жизнь, есть "потомки" странного смешения концепций, по отдельности банальных или даже неверных. Танковая гусеница ("колесо" + "гибкость"), финансы ("долговая расписка" + "всё можно передать другому"), динамит (взрывчатка + её стабилизатор), и даже открытие Колумба (ошибочное "за бугром Индия" + недетская упёртость).

Наш мир способен к самоусложнению. У посредственных родителей может быть ребёнок умнее их обоих. Поэтому и идеи пусть даже абсолютно неосуществимые в чём-то важны. Если их интересно **думать**, то рано или поздно кто-то подумает одновременно с ними их недостающий элемент, части сложатся, и в жизнь выйдет что-то совершенно новое. Не стоит бояться читать и писать про неосуществимое. Хотя и страшно.

Это раз. Два -- из-за "бита неосуществимости" этот текст оказался, пожалуй, одним из труднейших в моей жизни. Вообще-то пишется мне легко. И тему я знал хорошо, и представлял чётко, что хочу сказать. Поэтому для меня стали полной неожиданностью те сила и жёсткость, с которыми этот текст сопротивлялся своему рождению. Я словно прокладывал рельсы, буравя каждую шпалу настольным дыроколом, борясь с каждым предложением и чуть ли не словом. Такого я ещё не испытывал, и лишь под конец я всё-таки понял, что же мне мешало. Из упорства, из чувства собственного достоинства, из категорического нежелания отступить я закончил текст. На него ушло четыре месяца.

Поэтому, если он вам всё-таки понравился, не стесняйтесь. Делитесь ссылкой с теми, кому, на Ваш взгляд, он может быть интересен. Пусть у написанного появится шанс быть прочитанным.

Огромное спасибо за внимание.

Евгений.

04.12.2013

Вопросы? Комментарии? В ЖЖ: <http://eugenebo.livejournal.com/188652.html>

===

Text Author(s): Eugene Bobukh === Web is volatile. Files are permanent. **Get a copy:** [PDF] [Zipped HTML] === **Full list of texts:** <http://tung-sten.no-ip.com/Shelf/All.htm> === **All texts as a Zip archive:** <http://tung-sten.no-ip.com/Shelf/All.zip> [mirror: <https://1drv.ms/u/s!AhyC4Qz62r5BhO9Xopn1vxWMsxtaQQ?e=b1KSI1>] ===
 === **Contact the author:** h o t m a i l (switch name and domain) e u g e n e b o (dot) c o m === **Support the author:** 1. **PayPal** to the address above; 2. **BTC:** 1DAptzi8J5qCaM45DueYXmAuiyGPG3pLbT; 3. **ETH:** 0xbDf6F8969674D05cb46ec75397a4F3B8581d8491; 4. **LTC:** LKtdnrau7Eb8wbRErAsvJst6qGvTDPbHcN; 5. **XRP:** ranvPv13zqmUsQPgazwKkWCeAYecjYxN7z ===
 === **Visit other outlets:** Telegram channel <http://t.me/eugeneboList>, my site www.bobukh.com, Habr <https://habr.com/ru/users/eugenebo/posts/>, Medium <https://eugenebo.medium.com/>, Wordpress <http://eugenebo.wordpress.com/>, LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/eugenebo>, ЖЖ <https://eugenebo.livejournal.com>, Facebook <https://www.facebook.com/EugeneBo>, SteemIt <https://steemit.com/@eugenebo>, MSDN Blog https://docs.microsoft.com/en-us/archive/blogs/eugene_bobukh/ === **License:** Creative Commons BY-NC (no commercial use, retain this footer and attribute the author; otherwise, use as you want); ===
 === **RSA Public Key Token:** 33eda1770f509534. === **Contact info** relevant as of 7/15/2022.

===