

## Sunrise Soar II

*Автор - Дэвид Гонзалес II (David Gonzales II)*

*Руководитель и продюсер проекта Sunrise Soar II*

Группа Sunrise Soar II: Дэвид Гонзалес II (David Gonzales II), Омар Мирза (Omar Mirza), Даниель Ропер (Daniel Roper), Кевин Шмахтербергер (Kevin Schmachtenberger), Майк Дип (Mike Deep)

Дата запуска: 7 августа 2010 г.

Время запуска: 6:05, центральное поясное время

Место запуска: Сан-Маркос (Техас, США)



Поставленные задачи:

- Получение фотографий и видео высокого разрешения с изображением рассвета, наблюдаемого с границы космоса.
- Проверка системы слежения с резервированием, обеспечивающей нахождение капсулы.

Перевод выполнен центром специализированных переводов «МАРИС»  
[www.marisspb.ru](http://www.marisspb.ru) e-mail: [office@marisspb.ru](mailto:office@marisspb.ru)

 **Марис**  
Ваш надежный переводчик

- Первое летное испытание капсулы PURSUIT, предназначенной для полетов на границу космоса.

## Введение

7 августа 2010 года, перед рассветом группа собралась, чтобы в рамках проекта Sunrise Soar II осуществить запуск капсулы под названием PURSUIT к границе космоса. Для этих целей был использован высотный аэростат. Камера поднялась на высоту около 80000 футов и пролетела около 30 миль: от Сан-Маркоса до Спринг-Бранч (Техас, США). По нашим сведениям во время этого полета были получены изображения восхода солнца, имеющие самое большое разрешение среди всех фотографий, когда-либо сделанных на границе космоса при помощи высотных аэростатов. Ниже кратко описано, как все это было сделано.

## Камера PURSUIT для полетов к границе космоса

Наш проект начался с создания новой камеры для полетов к границе космоса, которую мы назвали PURSUIT. Наиболее важный вопрос любого такого полета - успешные поиски приземлившейся капсулы. Даже если сам полет пройдет идеально, но оборудование не удастся найти, получить какие-либо сведения будет невозможно. Этот момент мы хорошо изучили на собственном опыте: капсула, SOARER, которую мы запустили месяцем раньше, пропала где-то в техасских холмах в районе площадью около квадратной мили. Во время спуска эта камера передавала телеметрические данные, но на высоте 3700 футов вышла за пределы зоны покрытия. *Обновлено: Позже она была найдена землевладельцем и возвращена нам через полтора месяца после запуска.* На камере PURSUIT мы установили 2 независимых системы слежения и ретрансляции данных, что должно было обеспечить необходимую надежность для успешной передачи и получения информации.

В качестве первого устройства слежения был выбран сотовый телефон Motorola i290. Установленная на него программа под названием Instamapper позволила использовать его как для слежения, так и для ретрансляции данных. Эта программа была настроена на передачу данных о широте, долготе, курсе, высоте и скорости движения капсулы через каждые 5 секунд полета. Для этого устройство использовало сотовую сеть IDEN, поддерживаемую операторами Sprint и Boost Mobile. При отсутствии покрытия программа сохраняла данные и передавала их позже, после возобновления связи. Для этого временного хранилища был выделен максимально доступный объем памяти. Кроме того, при помощи скрытых меню телефон был настроен таким образом, что программа слежения автоматически запускалась в фоновом режиме, сразу после включения питания. Это должно было упростить ее запуск во время предпусковой лихорадки. При помощи тех же скрытых меню программа была объявлена "постоянно работающим приложением", что исключало ее непреднамеренное выключение или перебой в работе. Полученные данные слежения можно было в реальном времени наблюдать на сайте Instamapper. Кроме того, они сразу же отображались на графике в Google Maps.

В качестве второго устройства слежения был выбран спутниковый трекер SPOT второго поколения. Это устройство представляет собой персональный радиомаяк с возможностью передачи GPS-данных, которая осуществляется круглосуточно с интервалом 15 минут. Обмен

информацией осуществляется через группировку спутников Globalstar, что означает, что зона покрытия устройства охватывает практически весь земной шар. Эта возможность особенно важна при приземлении в районах, где отсутствует покрытие сетью IDEN, необходимое для работы i290. Данные слежения, которые поступают от устройства SPOT в реальном времени, отображаются на сайте SPOT и в Google Maps. При этом можно легко переключаться с одного спутника на другой, просматривать карто- и топографическую информацию для планирования маршрута к месту приземления.

Наземные испытания систем слежения были очень важным этапом, который позволил убедиться в том, что все работает правильно. Сначала системы проверялись независимо друг от друга. Для этого использовались отдельные автомобили, которые двигались по заведомо известным маршрутам. В обоих случаях устройства продемонстрировали очень высокую точностью позиционирования. Кроме того, испытания подтвердили, что оба устройства могут работать на расстоянии шести дюймов друг от друга, не оказывая взаимных помех. Телефон i290 работал до тех пор, пока обеспечивалось покрытие сетью сотовой связи. Устройство SPOT достаточно надежно принимало сигнал GPS, однако в нескольких местах не всегда выходило на связь из-за блокировки крышей автомобиля, зданиями или деревьями. Спутники Globalstar, двигаясь по своим орбитам, все время изменяют свое положение в небе. Поэтому когда устройство SPOT оставалось на одном месте, через некоторое время спутник занимал более выгодное положение, и связь возобновлялась.

Были назначены дополнительные испытания устройств слежения, целью которых было установить, влияет ли их ориентация в пространстве на возможность передавать важные для обнаружения камеры сведения. Антенны спутниковой связи являются высоконаправленными, а встроенная в SPOT антенна неподвижно закреплена внутри его корпуса. Было установлено, что устройство надежно работает в 4 из 6 возможных положений, которые оно может занимать при приземлении. В связи с этим возникла проблема: если капсула приземлится в одном из таких положений, устройство не сможет передать в эфир ее координаты.

Для того чтобы решить эту проблему, я решил использовать специальную подвесную систему, которая будет удерживать SPOT внутри камеры. Главный строп системы проходит через центр капсулы и удерживает второй строп, закрепленный на устройстве. Стопор из липкой ленты удерживает второй строп и препятствует его совмещению с первым. Благодаря такой подвесной системе, независимо от того, как будет ориентирована капсула при приземлении, SPOT будет располагаться в наиболее предпочтительном положении, то есть верхней стороной к небу. Во время наземных испытаний, в ходе которых капсула поворачивалась в самые разные положения, не было потеряно ни одной единицы информации.

В качестве корпуса для капсулы PURSUIT использовалась большая холодильная камера из полистирола. Она была прочной, но легкой и достаточно большой для размещения подвески для SPOT. Камера обладала достаточно большим соотношением площади поверхности к весу (низкий баллистический коэффициент), что позволило бы замедлить ее скорость во время снижения в случае непредвиденных проблем с парашютом. Большие размеры камеры могли оказать дополнительную помощь во время поиска капсулы, упростив ее обнаружение.

Температура на границе космоса может достигать  $-60^{\circ}\text{F}$ . Такой мороз может привести к выходу из строя батареек и электронных устройств внутри капсулы. Однако полистирол послужит хорошей термоизоляцией для электроники. Кроме того, при приземлении он будет выполнять роль подушки: поглотит остатки энергии и защитит аппаратуру от удара.

Кроме того, внутрь капсулы было решено положить химические нагревательные пакеты. Они должны были помочь в борьбе с холодом, сохранить работоспособность оборудования во время полета. Пакеты были закреплены в непосредственном контакте с камерами и в нескольких дюймах от устройств слежения. Поскольку в состав нагревательных пакетов входят металлы, было нежелательно размещать их слишком близко от этих устройств, чтобы предотвратить ослабления сигналов GPS или радиопередачи. Пакеты активируются сразу после извлечения из герметичных мешков. В их состав входит железо, которое вступает в реакцию с атмосферным кислородом в присутствии катализатора. Каждый пакет обеспечивает нагрев в течение 8 часов. На большой высоте внутри капсулы имеет место интересное явление: низкая концентрация кислорода приводит к тому, что пакеты выделяют очень мало тепла. Может показаться, что это проблема. Однако недостаток воздуха приводит также и к снижению теплопроводности. Поэтому внутри капсулы возникает эффект термоса, и потери тепла снижаются до минимума. Тепла, которое накапливается пакетами во время подъема и передается электрооборудованию за счет излучения, хватает на время, которое капсула проводит на границе космоса. Наиболее всего пакеты оказываются полезными на средних высотах, во время подъема и спуска, когда плотность холодного воздуха еще достаточно велика для быстрого остывания ненагреваемой аппаратуры.

На внешние углы капсулы была наклеена металлическая лента, используемая для герметизации воздуховодов. Она должна была выполнять функции отражателя, чтобы сделать капсулу видимой для радаров пролетающих мимо самолетов. Кроме того, она отражает солнечный свет и блестит, если смотреть на нее под разными углами. Благодаря этому капсулу будет легче найти на земле после полета. Однако использование ленты требовало определенной осторожности: в больших количествах она могла блокировать сигналы GPS и телеметрические сигналы устройств слежения. Кроме того, для того чтобы сделать капсулу еще более заметной, на ее внешнюю поверхность была наклеена ярко-оранжевая лента. Лента, использовавшаяся для уплотнения капсулы перед полетом, также была ярко-оранжевого цвета.

На нижней части капсулы был закреплен красный проблесковый маячок. Благодаря ему капсула стала более заметной во время предрассветного взлета, а также после посадки, во время поисков. Для крепления маячка использовался основной строп подвеса, на котором было подвешено устройство SPOT. Строп удерживает SPOT внутри капсулы и проходит через отверстия, проколотые в стенках камеры, наружу. Затем он проходит через отверстия в корпусе проблескового маячка и удерживает его на месте. Концы стропа связаны друг с другом на боковой поверхности капсулы. Для того чтобы предотвратить истирание о строп полистиролового корпуса капсулы, ее поверхность рядом с отверстиями, а также на углах была усилена металлической лентой.

На внешней поверхности капсулы, в верхней ее части, был, кроме того, размещен небольшой звуковой маяк производства компании Radio Shack. Этот прибор является источником

звуковых сигналов громкостью 100 дБ, что облегчило бы поиски капсулы в высокой траве или растительности.

Для безопасного спуска капсулы PURSUIT на землю после полета к границе космоса на сайте Rocketchutes.com был приобретен парашют. Такие парашюты обычно используются для спуска с высоты больших любительских ракет. Для того чтобы сделать капсулу еще более заметной, был выбран парашют ярко алого цвета. В течение всего полета парашют находится в развернутом состоянии. Его верхний центр привязан к стропу аэростата, а капсула закреплена на стропах парашюта. При спуске парашют раскрывается и достигает 4 футов в диаметре.

Выбор камеры для фотографирования и съемки видео высоком разрешении был одной из наиболее важных проблем, которые было нужно решить в ходе подготовки к полету. Сначала был выбрано устройство для записи цифрового видео высокого разрешения. Мы хотели найти камеру, которая сохраняла бы видео на полупроводниковом носителе, например - флэш-памяти. Выбранная камера должна была быть как можно легче. После небольшого исследования мы решили отправить в полет камеру Creative Vado HD. Она была небольшой, легкой и отлично работала при низкой освещенности. Запуск планировался на предрассветные часы, и мы хотели заснять с высоты городские огни. Особенностью камеры Vado, по сравнению с другими моделями аналогичных размеров и веса, является более широкий угол обзора. Камера обеспечивает съемку видео в формате 720p. Прогрессивный формат записи являлся дополнительным преимуществом, поскольку мы планировали использовать отдельные кадры отснятого в полете видео. Камера Vado поставляется в силиконовом чехле, который мог обеспечить дополнительную защиту и изоляцию от экстремальных температур вблизи космического пространства.

Получив камеру, мы приступили к ее испытаниям. Встроенное программное обеспечение для просмотра и редактирования видео было перенесено из внутренней памяти камеры на жесткий диск компьютера. Это позволило высвободить для съемок максимальный объем памяти (8 ГБ). После того как в корпусе капсулы было просверлено отверстие для крепления камеры (для работы использовался инструмент компании Dremel), PURSUIT была установлена на высоком холме. Там мы убедились в том, что уклона, который имели стенки холодильной камеры, достаточно, чтобы в поле зрения камеры попадала, главным образом, земля, а также небольшой кусок неба, достаточный, чтобы показать, как атмосфера переходит в космос.

Затем мы приступили к выбору камеры для фотографической съемки. Эта камера также должна была быть небольшой, легкой и иметь широкий угол обзора, достаточный, чтобы показать кривизну земли. Кроме того, обязательным условием была возможность запрограммировать камеру: съемка должна была осуществляться в течение всего полета. Было решено, что лучшим способом выполнения этой задачи будет использование программных средств, так как они не увеличивают массу капсулы и не требуют применения дополнительных механизмов, что усложнило бы конструкцию последней. Некоторые камеры Canon могут работать под управлением доступного для адаптации микропрограммного обеспечения с открытым кодом, известного как Canon Hack Development Kit (CHDK). Такие камеры можно запрограммировать для автоматической съемки. Мы стали просматривать

список камер, поддерживающих CHDK, и сравнивать их технические характеристики, уделяя особое внимание максимальному углу обзора. Тщательно взвесив все доступные варианты, мы остановились на камере Canon SD800 IS с эквивалентным фокусным расстоянием для "полного кадра", равным 28 мм (то есть для достижения такого же угла обзора, как у 35-миллиметровых кинокамер, используется линза на 28 мм).

Получив камеры, мы приобрели карту SDHC емкостью 8 ГБ - достаточной для хранения изображений максимального разрешения. В состав карты SDHC входят полупроводниковые модули флэш-памяти, которые могут работать в близких к вакууму условиях границы космоса. Выбрав надлежащую версию CHDK и микропрограммного обеспечения, мы загрузили необходимые файлы на карту SDHC. Следующей задачей было запрограммировать камеру так, чтобы она делала снимки, пока для этого будет достаточно заряда батарей. Мы настроили скрипт, выполняющий функции реле времени, для автоматического выполнения съемки с интервалом в 10 секунд.

Следующим важным этапом работы, который позволил нам убедиться в возможности получения хороших результатов, были наземные испытания этой камеры. Фотографирование земли с границы космоса до, во время и после восхода солнца - чрезвычайно трудная задача. Во время полета постоянно меняются условия освещенности: ночь, рассвет, дневной свет. И все эти изменения происходят на протяжении нескольких минут. Дополнительную трудность привносит постоянное вращение и раскачивание камеры во время полета. В результате этого солнце то попадает в кадр, то полностью выходит из него, что существенно усложняет выбор времени экспозиции в зависимости от направления камеры. Поэтому полеты на большую высоту часто выполняют, когда солнце находится в зените. Действительно, когда солнце находится сверху, экспозиция, необходимая для съемки земной поверхности, практически постоянна, что позволяет избежать всех этих трудностей.

Если съемка осуществляется при низкой освещенности, программное обеспечение камеры стремится компенсировать недостаток света путем увеличения экспозиции. В результате этого датчик камеры более длительное время подвергается облучению. Проблема этого подхода заключается в том, из-за вращения и раскачивания камеры изображение расплывается, что резко снижает качество фотографий.

Для того чтобы решить эту проблему, мы настроили CHDK на постоянную экспозицию, равную 1/800 секунды. Опыты показали, что даже при быстром вращении капсулы этого времени хватает, чтобы получить достаточно неподвижное изображение. Для того чтобы адаптировать камеру к съемке при переменной освещенности, была использована возможность автоматической регулировки чувствительности ISO в пределах от 80 до 800 с шагом  $4 \frac{1}{3}$  в зависимости от показаний датчиков камеры. Указанный диапазон значений ISO обеспечивает достаточную гибкость для компенсации изменений в освещенности и позволяет получать снимки без чрезмерной зашумленности, которая имеет место при ISO более 800.

Поскольку система автоматической фокусировки при недостаточной освещенности работает очень плохо, фокусное расстояние было вручную установлено равным бесконечности. В качестве дополнительной меры для компенсации вращения капсулы мы хотели воспользоваться преимуществами встроенной в камеру системы оптической стабилизации



изображения (IS). Настройка параметров CHDK позволяет выбрать один из трех вариантов: включена постоянно, включена только на время съемки, отключена. Проведя несколько опытов, было решено использовать эту систему только во время съемки. Это позволяет уменьшить помехи от вращения камеры, но избежать излишнего расхода энергии, который имеет место при постоянной работе системы.

Для того чтобы сэкономить энергию во время полета, я обрезал штекер 3.5 мм от старых наушников и вставил его в выходной порт AV камеры. В результате этого жидкокристаллический дисплей камеры отключился, что позволило продлить время работы камеры во время полета.

Для выбора окончательных значений параметров съемки и скрипта, отвечающего за таймер, потребовались продолжительные наземные испытания. Все было достигнуто путем экспериментов. Для того чтобы убедиться в том, что все работает, мы разместили камеру на высоте и выполнили съемки перед, во время и после заката. При этом камера достаточно быстро вращалась, чтобы имитировать условия, которые будут иметь место в полете. Во время нескольких опытов камера была установлена на вращающейся платформе, что позволило убедиться в том, что фотографии получаются без размытия.

Для большинства людей, которые увидят капсулу PURSUIT на земле после приземления, она покажется странным и потенциально опасным предметом. Действительно, это большой загадочный ящик с проблесковым маячком и красным парашютом, оклеенный металлической и оранжевой лентой, издающий неприятные громкие звуки, который, к тому же, только что упал с неба. Если он приземлится у кого-нибудь во дворе, его могут принять за бомбу или другое опасное устройство. Поэтому было важно успокоить нашедших капсулу раньше, чем прибудет поисковая группа. Поэтому на боковых поверхностях камеры мы разместили плакаты со следующим сообщением:

*Данная капсула является частью экспериментального проекта по запуску высотного аэростата. Она НЕ содержит опасных материалов. Если вы нашли камеру, незамедлительно позвоните по телефону 210-xxx-xxxx. Для того чтобы отключить звуковой маяк, подайте стержень внутрь источника звука. Спасибо!*

Кроме того, на плакатах было указано название проекта, название и описание капсулы, флаг США и логотип группы любителей запуска высотных аэростатов. На случай, если капсула не сможет передать информацию о своем местонахождении, на плакатах был указан номер телефона, а нашедшему предлагалось позвонить нам и сообщить о находке. Наиболее важные части текста, включая номер телефона, были заклеены прозрачной лентой для защиты от воздействия погодных условий. Кроме того, мы поместили уменьшенную копию плаката, упакованную в пластиковый пакет с надписью "ПРОЧТИ МЕНЯ" внутрь капсулы. Мы надеялись, что это поможет нашедшему камеру связаться с нами, даже если она будет обнаружена спустя длительное время после приземления.

Запуск

После того как камера PURSUIT была собрана и почти готова к полету, наступило время для следующего этапа подготовки к запуску. За несколько дней до запуска мы направились к компании-поставщику промышленных газов и приобрели баллон водорода объемом 200 куб. футов. Договор с этой компанией мы заключили заранее и получали информацию о стоимости водорода и аренды баллона. Из соображений безопасности мы закрепили баллон в кузове открытого грузовика при помощи нескольких амортизирующих тросов и ящиков. Последние использовались в качестве механических фиксаторов. Мы стремились исключить любую возможность падения баллона на землю.

Компания Air Liquide, занимающаяся поставками газа, предоставила нам регулятор для подачи газов высокой степени чистоты. Благодаря любезности этой компании, нам не пришлось тратить значительные средства на приобретение этого устройства. Для того чтобы свести вероятность пожара к минимуму, было необходимо использовать регулятор надлежащего типа. В частности, для работы с водородом используется фитинг CGA-350. Для работы с гелием требуется фитинг CGA-580.

Мы решили использовать водород, а не гелий по нескольким причинам. Прежде всего, водород является наименее плотным газом, что позволяет поднять аэростат на большую высоту, чем при использовании гелия. Кроме того, гелий считается стратегическим невозполнимым ресурсом. Запасы гелия на земле конечны, поскольку он образуется только в результате бета-распада радиоактивных веществ под землей. Обычно гелий получают как побочный продукт при сверлении скважин для добычи природного газа. После того как эти запасы гелия иссякнут, этот газ практически не будет образовываться. В отличие от гелия водород - одно из наиболее распространенных веществ во вселенной, которое можно получать химическими методами из различных распространенных на земле материалов. Кроме того, следует упомянуть о том, что кубический фут водорода почти в четыре раза дешевле кубического фута гелия. В терминах расхода газа это означает, что на деньги, потраченные на запуск капсулы с использованием гелия, можно запустить 4 капсулы с использованием водорода. Все эти факторы стали причиной того, что для запуска аэростата был выбран гелий.

Поскольку водород очень легко воспламеняется, мы приняли различные меры предосторожности, чтобы обеспечить безопасность во время наполнения аэростата. Мы приобрели соответствующие листы безопасности материала (MSDS) и тщательно ознакомились с ними. Кроме того, мы изучили другие документы по безопасному проведению работ с применением водорода. Утром перед полетом я провел инструктаж для участников запуска, сообщив им об опасностях, связанных с водородом. Я также предупредил их о том, что при обнаружении источников опасности на любом этапе работ необходимо незамедлительно сообщать об этом. Заполнение аэростата газом осуществлялось медленно, чтобы исключить риск воспламенения из-за быстрой подачи больших объемов водорода. Все клапаны на регуляторе открывались и закрывались очень медленно, выходное давление поддерживалось на низком уровне. Во время заполнения аэростата были учтены и некоторые другие факторы. Перед началом работ мы убедились в том, что аэростат пуст, то есть внутри него недостаточно кислорода для поддержания горения. Работы выполнялись на открытой площадке, поэтому выделявшийся в атмосферу



водород быстро относился в сторону и рассеивался. Большинство несчастных случаев, имевших место при работах с водородом, произошло из-за накопления газа внутри помещений, под потолком, где он затем воспламенялся от случайной искры (например, при включении или выключении освещения). Необходимо отметить, что климат в Южном Техасе очень влажный. Это помогло нам снизить опасность воспламенения водорода от разряда статического электричества. Все эти меры предосторожности и рассуждения помогли обеспечить безопасность во время наполнения аэростата, что имело первостепенное значение. Если вы собираетесь запустить аэростат самостоятельно, убедитесь в том, что соблюдаются все правила техники безопасности.

Для запуска капсулы в рамках проекта Sunrise Soar II использовался ненужный метеорологический аэростат, который был изготовлен компанией Kaysam Industries в начале 1980-х годов для армии США. В состоянии поставки он был упакован в герметичный пластиковый мешок. За несколько дней до запуска мы вскрыли мешок, развернули и осмотрели аэростат, чтобы понять, как лучше заполнить его. Оказалось, что такие аэростаты заполняются через специальную горловину, которая расположена в его верхней части. В качестве пробки используется резиновый шарик на перевязи, который вставляется в горловину после заполнения аэростата. Аэростат разделен на 2 крупных части: основного отсека и обтекателя. Негерметичный обтекатель располагается в нижней части основного отсека. В нем имеется несколько крупных отверстий, которые позволяют выровнять давление внутри и снаружи аэростата во время подъема. Кроме того, обтекатель позволяет распределить вес груза по большей площади герметичного отсека аэростата. На нижней части обтекателя закреплен моток витого шнура, который может использоваться для крепления к аэростату груза (непосредственно перед запуском). Хорошо изучив конструкцию аэростата, мы тщательно упаковали его до предстоящего полета.

Примерно за день до полета мы начали последние приготовления электрооборудования. Все полетные батареи были помещены в зарядные устройства: к началу полета они должны быть полностью заряжены и готовы к работе. В устройство SPOT были установлены новые литиевые батарейки Energizer. Литиевые батарейки работают при экстремальных температурах и обеспечивают стабильное напряжение на протяжении всего времени работы. Внутренняя память камер, предназначенная для хранения изображений, была очищена от файлов, оставшихся после испытаний. В камеру SD800 была установлена карта SDHC. Кроме того, мы проверили все настройки устройств слежения и камер, которые можно было сделать заранее, и убедились в том, что они верны.

После этого мы приступили к поиску места для запуска и просмотру прогнозов, чтобы узнать, какая погода будет во время полета. Для запуска было важно найти открытую площадку без деревьев и других высоких объектов, за которые аэростат мог зацепиться при взлете. Не менее важно, чтобы ветер у поверхности земли был как можно тише. Заполненный аэростат имеет диаметр около 7 футов и очень малый вес, что делает его крайне чувствительным к воздействию ветра. Даже небольшой бриз может сдуть аэростат в сторону или ударить о землю. Мы решили, что максимальная скорость ветра, при которой будет осуществлен запуск, составляет 5 миль/ч.

Время запуска мы выбрали, исходя из времени восхода солнца в районе взлета. Было важно учесть, что на большой высоте восход наступает раньше, чем на земле, поскольку с капсулы открывается обзор дальше линии горизонта. Мы хотели осуществить запуск ночью, чтобы у капсулы было время подняться, прежде чем на границе космоса начнется рассвет.

После этого мы начали прогнозировать полет, используя в качестве исходных данных предоставленные Национальной метеорологической службой GFS-модели. Эти модели содержат сведения, необходимые для прогнозирования ветра, который будет иметь место на различных высотах во время подъема и спуска капсулы. Для составления прогнозов использовались независимые друг от друга программные системы, применяемые клубом Near Space Ventures и Кембриджским университетом. Обе системы показали хорошо согласующиеся между собой результаты. Согласно прогнозам, можно было ожидать, что полет Sunrise Soar II будет происходить в одном из 3 направлений, которые были нанесены программным обеспечением на карты и спутниковые снимки. Исходя из полученных сведений, было установлено, что при условии запуска из Сан-Маркоса капсула полетит в наиболее предпочтительном направлении и приземлится в сельскохозяйственном районе к северу от Сан-Антонио. Один из членов команды указал в качестве возможной стартовой площадки крышу многоэтажного гаража Техасского государственного университета. За несколько недель до этого мы уже использовали это здание для запуска Sunrise Soar I. Мы сделали несколько звонков в полицию кампуса и получили разрешение на запуск.

Определившись с местом запуска, мы произвели несколько дополнительных прогнозов, исходя из различных высот, которых могла бы достичь капсула. Оставалась некоторая неопределенность относительно точной высоты, на которой произойдет разрыв аэростата, обусловленная технологическим разбросом при изготовлении. По этой причине было вычислено несколько сценариев для различных высот разрыва аэростата. В результате этого были получены построенные на компьютере области, в пределах которых могли находиться возможные места приземления. Мы убедились в том, что при любом сценарии капсула опустится на землю в сельскохозяйственном районе с минимальным риском посадки на территории, занимаемой водоемами, городскими или военными сооружениями. Кроме того, мы убедились в том, что предполагаемые места приземления находятся в зоне покрытия сотовой сети IDEN, необходимой для работы телефона i920.

По завершении этих работ мы начали сборы всего, что может потребоваться для запуска, который должен был состояться следующим утром. В комплект необходимого оборудования входили: аэростат, капсула, электрооборудование, химические нагревательные пакеты, парашют, лента для воздухопроводов, ножницы, стропы, газовый регулятор, баллон с водородом, бинокли, грузы, напечатанные карты местности, блокнот, ручка, весы для измерения подъемной силы, воздушные шарики и др. Был измерен окончательный вес почти готовой к полету капсулы PURSUIT с парашютом: он составил 2,2 фунта. На основании этой информации и требуемой скорости подъема мы смогли вычислить необходимую подъемную силу. В данном случае под подъемной силой понимается усилие, развиваемое нижней частью только что заполненного аэростата. При этом учитывается вес капсулы и остаток подъемной силы, необходимый для развития требуемой скорости подъема. Эта

величина, как и требуемое время запуска, были записаны в блокнот: эти сведения будут нужны при запуске.

Времени ждать не было. Все было проверено, перепроверено и проверено вновь. Было необходимо выехать из Сан-Антонио чуть раньше, чем за два часа до запуска. Один час был нужен, чтобы добраться до места, еще один час - на заполнение аэростата. Все члены группы разошлись, чтобы попытаться немного поспать перед отъездом, который был назначен на 3:30 ночи. Я никогда не мог заснуть перед запуском: мысли не дают расслабиться. Для успешного запуска необходимо, чтобы столько всего пошло идеально, и я пытался еще раз обдумать все это. Нервное, но чрезвычайно волнующее состояние. Мне удалось-таки немного вздремнуть, а потом пришло время вставать, чтобы отправить PURSUIT на границу космоса.

Мы прибыли на крышу парковочного комплекса Техасского государственного университета и выбрали место для приготовлений. Была еще ночь, но благодаря фонарям все было видно отлично. Сначала мы расстелили брезент и надежно прижали его грузами. Брезент нужен, чтобы защитить тонкий аэростат во время наполнения. Затем мы аккуратно выгрузили баллон с водородом из грузовика и уложили его на землю. Мы действовали очень осторожно, чтобы он не покатился. Затем мы сняли с аэростата защитный мешок и разложили его на брезенте горловиной к баллону. Еще один груз мы поместили на обтекатель, чтобы удерживать аэростат на земле во время заполнения.

После этого мы сняли с баллона защитную крышку и установили регулятор. Чтобы начать заполнение аэростата водородом, мы подключили его заправочную горловину к регулятору. Мы убедились в том, что место соединения горловины и регулятора герметично, и утечки газа отсутствуют. Затем мы начали подавать водород: сначала медленно, а затем увеличили расход до стабильного, но безопасного уровня.

Пока аэростат заполнялся водородом, мы начали подготовку капсулы к полету. Химические нагревательные пакеты были извлечены из герметичных контейнеров и загружены внутрь капсулы. Мы размотали строп с катушки и обрезали, оставив кусок длиной около 10 футов, считая от нижнего края обтекателя. Конец стропа мы обмотали лентой, чтобы предотвратить его дальнейшее разматывание. Затем мы привязали к стропу верхнюю часть парашюта. Несколько узлов должны были гарантировать, что он не отвяжется от аэростата.

К этому времени аэростат начал немного подниматься, и один из членов группы стал удерживать его за обтекатель, чтобы предотвратить преждевременный взлет неактивированной капсулы. Два других члена группы остались у горловины, чтобы наблюдать за заполнением и предотвращать перекручивание аэростата. В этот момент было включено устройство SPOT: оно начало принимать сигналы GPS и отслеживать свое положение.

Когда аэростат стал очень большим, мы начали измерять его подъемную силу при помощи пружинных весов. При каждом измерении подача водорода прекращалась, а горловина перекрывалась резиновым шариком, чтобы газ не выходил из аэростата. Затем аэростат отделялся от баллона, а к стропу привязывались весы. Важно, чтобы запуск производился не ранее, чем будет достигнуто необходимое подъемное усилие. Самое худшее произойдет,

если подъемной силы запущенного аэростата хватит только на удержание капсулы. В этом случае он будет перемещаться в боковом направлении до тех пор, пока не столкнется с каким-нибудь препятствием на земле, то есть будет представлять собой источник опасности. Это особенно важно при использовании водорода. Если мы видели, что подъемная сила еще слишком мала, мы вновь подключали аэростат к баллону и продолжали заполнение. После трех измерений мы сумели развить и даже немного превысили необходимую подъемную силу. Шарик был снова вставлен, и на этот раз мы свернули заправочную горловину и надежно закрепили ее липкой лентой. Аэростат был готов доставить капсулу PURSUIT на границу космоса.

После того как подготовка аэростата была закончена, настало время окончательно закрыть капсулу. Это был очень суматошный момент: после того как оборудование было включено и заряд батарей начал таять, драгоценные ресурсы, предназначенные для фото- и видеосъемки в воздухе, напрасно расходовались на земле. Устройство SPOT уже передавало данные слежения, я включил i290 и убедился в том, что программа должным образом запустилась. Затем я включил камеру Canon SD800 и запустил CHDK. Камера переключилась в ручной режим, фокусное расстояние было установлено равным бесконечности. Заработал скрипт, отсчитывающий время, и камера начала делать снимки с 10-секундным интервалом. Я вставил штекер-заглушку в разъем AV камеры, и жидкокристаллический дисплей погас. После этого я включил камеру Vado HD и запустил запись.

Мы начали закреплять камеры внутри капсулы при помощи ленты. Затем мы закрепили нагревательные пакеты, прижав их непосредственно к задним сторонам камер. В это время я обратил внимание не то, что больше не слышу щелчков затвора и гудков, издаваемых SD800 во время работы по командам скрипта. Оказалось, что закрепляя камеру, кто-то в суматохе нажал на кнопку, и скрипт прекратил работать. Я нажал на кнопку еще раз, чтобы вновь запустить скрипт, и убедился в том, что он возобновил работу. Уф! Одна беда миновала. Я снова проверил другие устройства. Выяснилось, что, закрепляя камеру Vado, кто-то умудрился выключить и ее. Я снова включил запись. Уф! Всего за минуту я предотвратил сразу две катастрофы. Уверенные в том, что все работает, мы установили на капсулу крышку и запечатали ее. Настало время включить проблесковый маячок на нижней стороне капсулы, и он начал мигать. Нажатие на стержень звукового маяка, и окрестности наполнились ревом сирены. Капсула PURSUIT была готова к запуску!

Пока мы закрывали капсулу, был надут водородом и выпущен в небо воздушный шарик. Это было необходимо, чтобы понять, в каком направлении ветер понесет отпущенную нами конструкцию. На данный момент эта конструкция состояла из высотного аэростата, стропа, парашюта и капсулы PURSUIT. Мы были рады увидеть, что ветер дует в сторону от расположенной неподалеку водонапорной башни.

Фут за футом мы начали отпускать нашу конструкцию в небо, пока не добрались до капсулы. Еще один быстрый взгляд, конструкция освобождена, капсула улетает в холодное предрассветное небо. Скорость подъема была очень большой, аэростат, словно ракета, взмыл в высоту. Все это время, до самого последнего у нас не было ни минуты свободного времени, но теперь мы могли расслабиться и наблюдать, как аэростат становится все меньше и меньше. Настало время проверить, чего стоили все наши усилия: планирование,

координация, работа - капсула была предоставлена в распоряжение ветру. Некоторое время еще можно было видеть свет проблескового маячка. Несколько минут было слышно удаляющийся звук сирены. Я был удивлен тем, как долго мы можем слышать его. Я даже подумал, как удивиться какой-нибудь житель Сан-Маркоса, услышав его и посмотрев в небо этим ранним утром? Примерно через 10 минут мы уже не могли видеть нашу капсулу.

Мы осторожно собрали вещи, а небо между тем начало постепенно светлеть. Мы смотрели на восход солнца и фотографировались перед отъездом со стартовой площадки. Было немного облачно этим утром. Облака среднего и верхнего уровней были многослойными, имели сложную форму. Я помню надежду, с которой я ожидал уникальных снимков, полученных нашей капсулой!

## Поиски

После запуска мы остановились позавтракать, а затем направились назад в Сан-Антонио, чтобы ознакомиться с данными слежения и подготовиться к поискам. Аэростат будет подниматься вверх с постоянной скоростью до тех пор, пока не лопнет. Низкое атмосферное давление недалеко от космоса приведет к тому, что диаметр аэростата будет расти. Примерно с 7 футов, которые он имел при запуске, он увеличится больше чем до 20 футов. Достигнув предела прочности оболочки, аэростат лопнет. Начиная с этого момента, капсула начнет свой путь обратно на землю. Сначала она будет падать очень быстро, поскольку воздух вокруг будет слишком разрежен, чтобы замедлить ее или правильно надуть парашют. Со временем атмосфера станет более плотной, парашют надуется и замедлит падение. Затем капсула медленно опустится на землю и будет ждать, пока мы ее не найдем.

Мы вернулись в Сан-Антонио примерно через 2 часа после запуска. Мы сразу же просмотрели данные, поступающие со спутникового трекера SPOT. И увидели, что два последних отчета пришли из одной и той же точки. Это значило, что капсула только что приземлилась! Она опустилась недалеко от города Спринг-Бранч, всего в 2 милях от прогнозируемого места посадки (с высоты 80000 футов область шириной в 2 мили выглядит не больше коровьего глаза), но в пределах круга, радиусом 5 миль. Анализ всех данных показал, что капсула достигла высоты около 80000 футов! Согласно снимкам со спутников, она опустилась прямо посреди поля, всего в 0.28 мили от ближайшей дороги. Не угодила на обрыв и не застряла на дереве. Найти ее будет легко и просто! Распечатав несколько карт и спутниковых снимков, мы внесли координаты в GPS и пустились в путь. Настроение у всех было отличное. Мы знали, что совершили отличный полет и точно знаем, где находится капсула.

Когда мы подъехали к месту приземления, дорожный GPS немного сбился с курса, пытаюсь подвезти нас поближе. Сверившись по распечатанным нами картам, мы быстро вернулись на правильный курс и нашли ранчо, которое искали. На этом ранчо было несколько амбаров, которые можно было различить на спутниковых снимках по выделяющимся красным крышам. Их было хорошо видно с дороги, и мы знали, то находимся всего в четверти мили от капсулы. Однако здесь у нас возникла проблема. Дорогу отделял от ранчо очень высокий забор с колючей проволокой: чтобы олени не могли перепрыгнуть. Мы обнаружили ворота с



электронным замком. Там даже была замочная скважина, но не было переговорного устройства. Мы посигналили, чтобы привлечь внимание кого-нибудь из жильцов дома, который стоял почти рядом с воротами. Ответа не было. Тогда мы решили проехать немного дальше по дороге, к соседям, когда увидели, что к нам приближается несколько машин. Нам повезло: они свернули прямо в ворота, у которых мы только что сидели. Мы остановили один из автомобилей, и нас провезли через ворота прямо на ранчо.

Автомобили остановились, и мы вышли на улицу. Как оказалось, машины принадлежали группе спелеологов-любителей, которые изучали и наносили на карту пещеры под местными ранчо. Они поинтересовались, зачем мы приехали, и позвонили по телефону хозяину. Он сказал, что скоро встретится с нами, так что мы разговаривали со спелеологами и ждали. Вскоре появился приветливый фермер и вызвался принести нам капсулу с поля. Взяв карту, он уехал за ней.

Спустя минут 30, он возвратился с пустыми руками и сказал, что не смог ничего найти. Неужели система слежения передала неверные координаты? Во время испытаний такого никогда не случалось. Я спросил хозяина ранчо, не возражает ли он, если мы осмотримся сами, используя GPS. Фермер не возражал, и даже предложил подвести нас на комбайне с высокими сиденьями.

Мы забрались на комбайн и направились в поле. Когда мы двигались вдоль его края, Даниель различил что-то оранжевое, выступающее из растений. Мы слезли с комбайна и подошли ближе. Это была наша капсула! Яркая оранжевая лента сыграла свою роль. Капсула, парашют и большой кусок лопнувшего аэростата были все еще связаны друг с другом и лежали на поле. Тщательно сфотографировав нашу конструкцию, мы начали осмотр. После падения с высоты 80000 футов и полета на 30 миль на капсуле не было ни царапины. Она даже приземлилась верхней стороной вверх. К нашему удивлению парашют и строп были сильно перекручены. Вскоре стала ясна и причина. Верх парашюта остался привязанным к остаткам аэростата и обтекателя, которые оказались значительно больше, чем предполагалось. Суммарный вес этих остатков составил около двух фунтов. Именно это и вызвало перекручивание. Но, к счастью, все выглядело в полном порядке. Перекрученный парашют, кроме того, придавил звуковой маяк. Стержень оказался нажат, и звук отключился. Мы испытали огромное облегчение от того, что нашли все в полном порядке!

Собрав все находки, мы отвезли их на ранчо, чтобы показать спелеологам, которые уже готовились спуститься в пещеру. Открыв капсулу, мы обнаружили, что телефон i290 выпал из своего крепления, которое было изготовлено из прочной промышленной ленты Velcro. Крепление было на своем месте, а вот "перманентный" клей, который соединял телефон с креплением, подвел. По всей вероятности это произошло при низкой температуре у высшей точки полета. Дверца отсека для батарей была приоткрыта. Мы полагаем, что после того как i290 высвободился из крепления, он стал произвольно перемещаться внутри камеры, в результате чего контакт батареи сломался, и телефон выключился. Это объясняет, почему мы не получали сигналов от i290 во время снижения, хотя капсула приземлилась в зоне покрытия. Кроме того, мы обнаружили, что фотокамера частично вышла из своего отверстия. По всей вероятности это случилось из-за удара при касании. Все остальное было в полном порядке, лампочки на SPOT мигали, свидетельствуя о том, что устройство все еще передает



данные о положении. Резервирование спасло наш проект от провала! Поблагодарив фермера и спелеологов и обменявшись с ними контактами, мы отправились назад в Сан-Антонио, чтобы посмотреть, как отработали камеры.

## Изображения и видео

Вернувшись назад после поисков, мы загрузили изображения и видео с обеих камер. Полученные фотокамерой снимки были просто поразительны. Восход солнца был снят высоко над облаками, на границе космоса. Это было прекрасное утро для полета. Благодаря скоплениям туч различной формы, многие снимки выглядели так, как будто капсула летела над океаном из воздуха и облаков. Взошедшее солнце подсветило многочисленные облачные слои в этом скоплении. В темноте космоса четко видна кривизна земли. По нашим сведениям во время этого полета были получены изображения восхода солнца, имеющие самое большое разрешение среди всех фотографий, когда-либо сделанных на границе космоса при помощи высотных аэростатов.

На нескольких фотографиях можно рассмотреть остатки лопнувшего аэростата. На одной из моих любимых фотографий виден освещенный кусок обтекателя, свисающий на стропе, закрепленном в верхней точке парашюта. Капсула засняла и свое падение сквозь многочисленные слои облаков. На других фотографиях можно различить озеро Каньон. На некоторых изображениях видны тени от облаков и сумеречные лучи (лучи солнечного света), сходящиеся в точке напротив солнца. Солнце сияет через высокие облака и создает поистине захватывающие картины. Естественная склонность капсулы к вращению стала преимуществом, поскольку это позволило направлять камеру в разные стороны на протяжении всего полета. Нам даже удалось создать панораму из трех фотографий, снятых в верхней точке полета. Имеются также снимки, сделанные после приземления капсулы. Все запрограммированные параметры камеры отработали исключительно хорошо.

Видеозапись получилась не менее интересной. На ней показан момент запуска капсулы, когда она с большой скоростью взмывает со стартовой площадки. Во время подъема в кадре видны городские огни Сан-Маркоса. Постепенно небо на западе становится ярче. К сожалению, конденсат, накопившийся во время подъема, не позволил получить четкое видео в верхней точке полета. Через некоторое время удастся различить и огни Сан-Антонио. Они так похожи на то, как обычно изображают огни знаменитых городов, видимые из космоса. Одно из самых интересных наблюдений, сделанных видеокамерой, - меняющийся звук маяка во время подъема. Сначала это громкий, быстро вибрирующий звук. С увеличением высоты его частота и громкость уменьшаются. Воздух становится все холоднее, электроника и батареи охлаждаются, заряд последних быстро расходуется. Примерно на половине пути до вершины сирену уже почти не слышно. Затем, когда стало совсем холодно, она полностью перестала работать. Можно услышать и другие интересные вещи. Например, момент, когда клей перестал удерживать телефон i290, и тот упал. В верхней точке полета хорошо слышен звук, с которым лопнул аэростат. Видеозапись окончилась, как и ожидалось, когда закончился заряд батарей.

В итоге можно сказать, что проект завершился весьма успешно. Все основные задачи были выполнены или перевыполнены. Мы успешно осуществили запуск, отследили полет и нашли приземлившуюся капсулу. Мы получили много полезной информации, которая поможет нам при подготовке следующих полетов. Камера PURSUIT поднялась на высоту около 80000 футов и пролетела около 30 миль до окрестностей города Спринг-Бранч (Техас, США). По нашим сведениям во время этого полета были получены изображения восхода солнца, имеющие самое большое разрешение среди всех фотографий, когда-либо сделанных на границе космоса при помощи высотных аэростатов.

## Полезные ссылки

Сайт Instamapper

<http://www.instamapper.com/>

Руководство по установке Instamapper на различные телефоны:

<http://www.instamapper.com/howto.html>

Персональный радиомаяк SPOT:

<http://www.findmespot.com/en/>

Motorola i290

<http://www.motorola.com/Consumers/US-EN/Consumer-Product-and-Services/Mobile-Phones/i290-US-EN>

Лента для воздуховодов Blaze Orange X-Factor (мы купили ее в Walmart):

<http://www.duckbrand.com/Products/duck-tape/color-duck-tapes/color-duck-tape.aspx>

Химические нагревательные пакеты (производства компании Thermacare, можно взять и другие марки):

<http://www.thermacare.com/product/neck-shoulder-wrist.aspx>

В комплект поставки входят клейкие полосы для крепления внутри капсулы.

Парашют (производства компании RocketChutes):

<http://www.rocketchutes.com/AboutProducts.htm>

Проблесковый маячок (производства компании Nite Ize)

<http://www.niteize.com/collections/led/products/spokelit>

Звуковой маяк (персональная сигнализация)

[http://www.radioshack.com/product/index.jsp?productId=3932560&clickid=prod\\_cs](http://www.radioshack.com/product/index.jsp?productId=3932560&clickid=prod_cs)

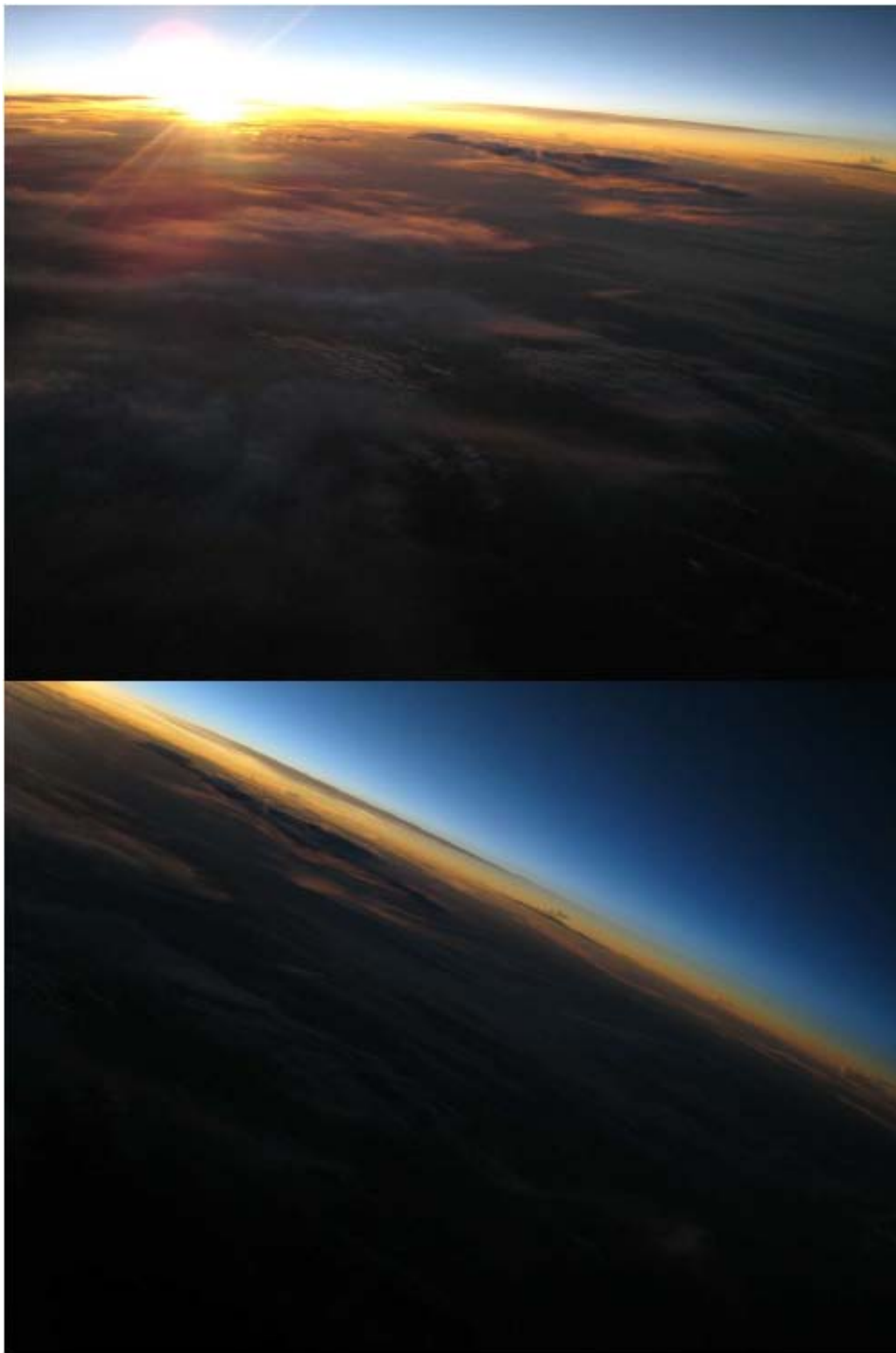
Требования FAA к транспортировке грузов весом более 4 фунтов на аэростатах:

[http://www.eoss.org/pubs/far\\_annotated.htm](http://www.eoss.org/pubs/far_annotated.htm)

Утилита для прогнозирования траектории полета Near Space Ventures

<http://nearspaceventures.com/w3Baltrak/>

Обратите внимание: Изображения, приведенные в данном документе, были существенно уменьшены по размеру и сжаты.

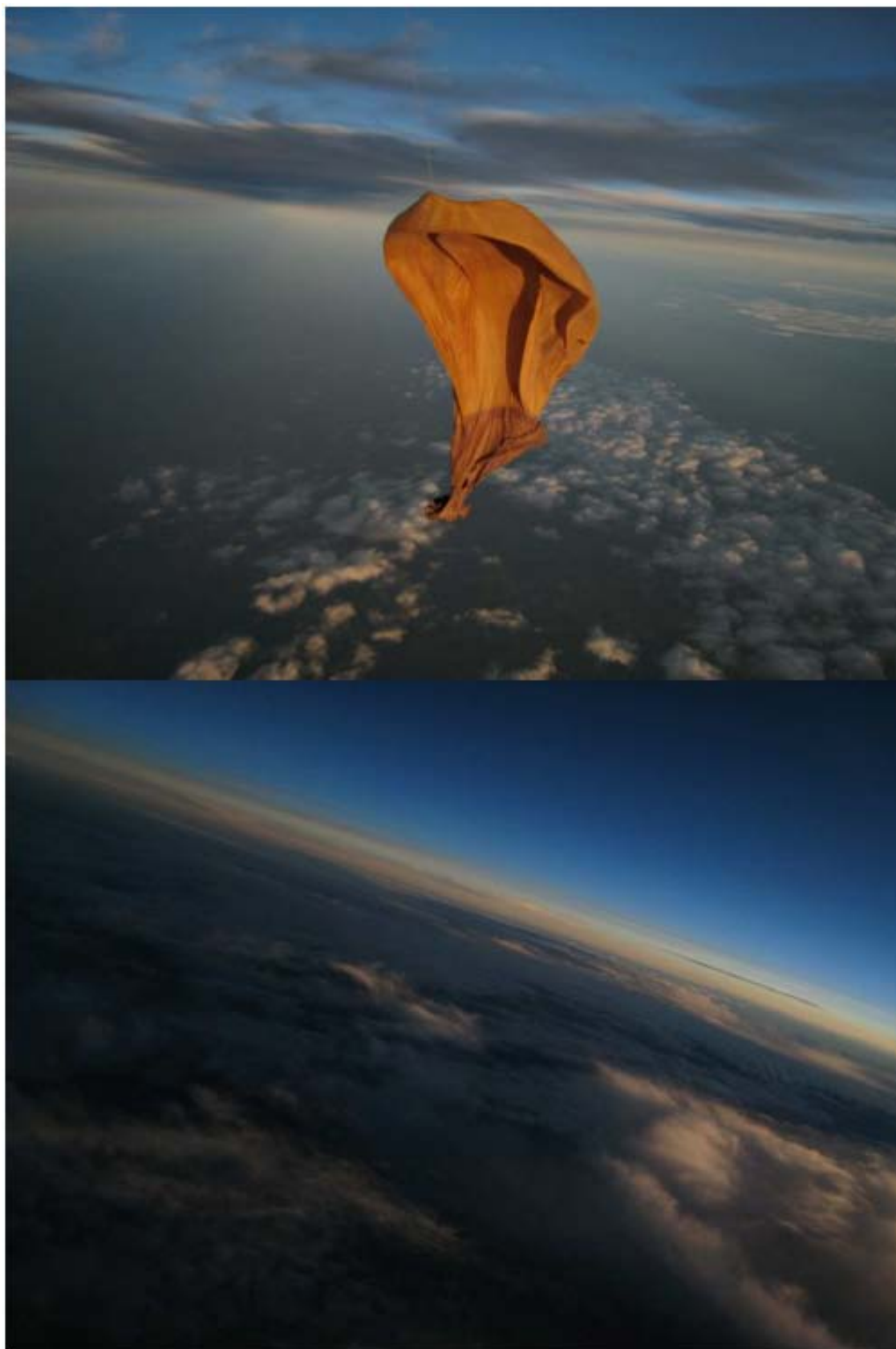


Перевод выполнен центром специализированных переводов «МАРИС»  
[www.marisspb.ru](http://www.marisspb.ru) e-mail: [office@marisspb.ru](mailto:office@marisspb.ru)





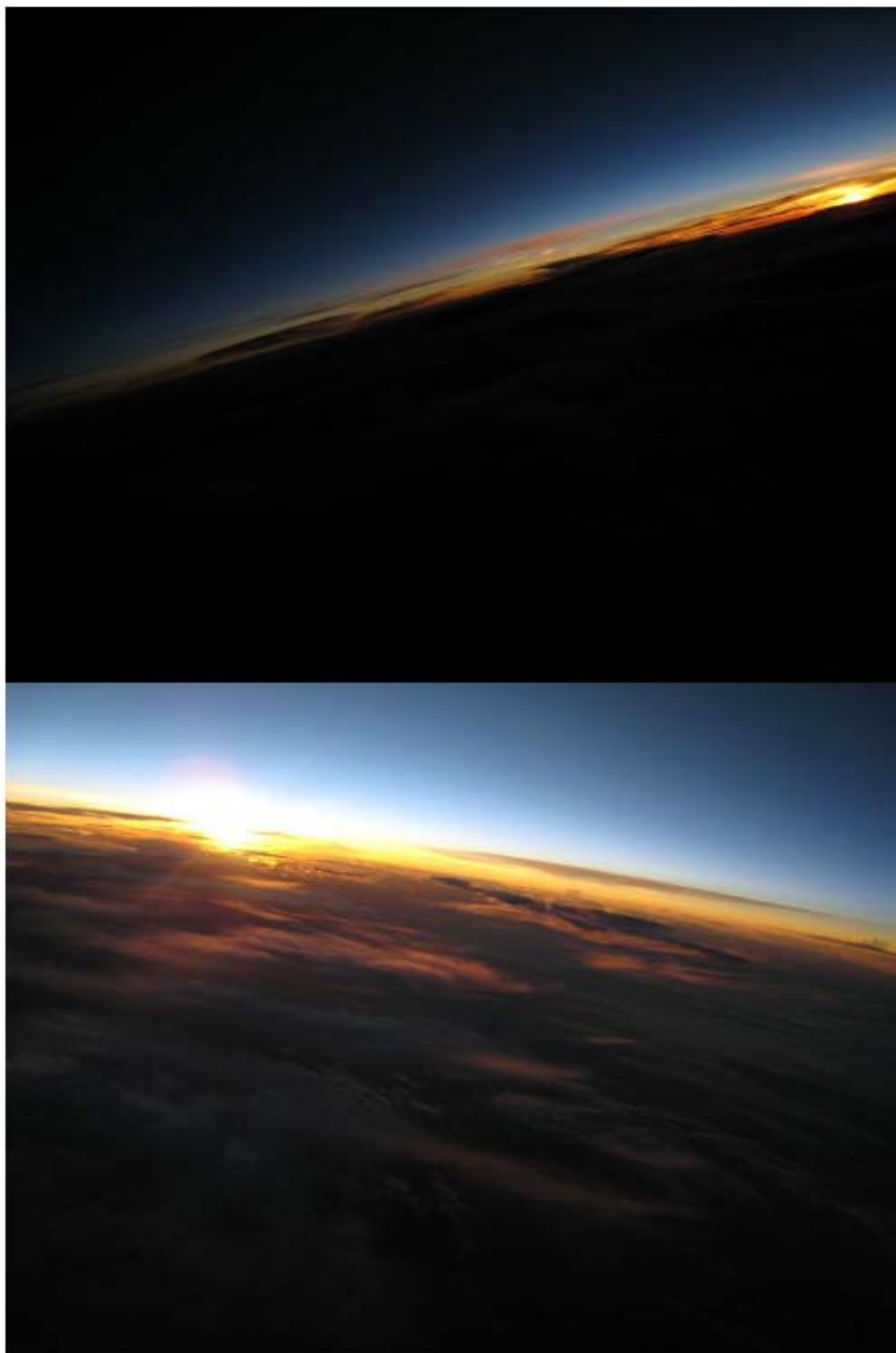




Перевод выполнен центром специализированных переводов «МАРИС»  
[www.marisspb.ru](http://www.marisspb.ru) e-mail: [office@marisspb.ru](mailto:office@marisspb.ru)

 **Марис**  
Ваш надежный переводчик





Перевод выполнен центром специализированных переводов «МАРИС»  
[www.marisspb.ru](http://www.marisspb.ru) e-mail: [office@marisspb.ru](mailto:office@marisspb.ru)





Перевод выполнен центром специализированных переводов «МАРИС»  
[www.marisspb.ru](http://www.marisspb.ru) e-mail: [office@marisspb.ru](mailto:office@marisspb.ru)

 **Марис**  
Ваш надежный переводчик

















Перевод выполнен центром специализированных переводов «МАРИС»  
[www.marisspb.ru](http://www.marisspb.ru) e-mail: [office@marisspb.ru](mailto:office@marisspb.ru)

 **Марис**  
Ваш надежный переводчик