

## Американский зонд Nova-C Odysseus совершил посадку на Луну и повалился набок



В XXI веке три страны - Китай, Индия и Япония доставили на поверхность Луны свои научные зонды, еще две страны - Израиль и Россия попытались это сделать и только в 2024 году к ним присоединились США со своими многочисленными частными фирмами. Первая попытка осуществить полет на Луну оказалась неудачной: зонд Astrobotic Peregrine-1 оказался неспособен совершить необходимые маневры. Вторая попытка была предпринята всего через месяц компаний Intuitive Machines.

### Зонд Odysseus IM-1 и его ракетное топливо

Зонд Intuitive Machines Odysseus IM-1 - первый из серии аппаратов Nova-C, конструктивной особенностью которых является использование криогенного ракетного топлива - метана и жидкого кислорода. Данное топливо обеспечивает повышенный удельный импульс (скорость истечения реактивных газов) и, согласно формуле Циолковского, позволяет увеличить полезную нагрузку космического аппарата. Но криогенное топливо испаряется, поэтому вместо него в продолжительных космических миссиях применяется высококипящее ракетное топливо на основе производных гидразина и окиси азота.

Полет "Одиссея" должен был доказать пригодность метана, по крайней мере, для непродолжительной экспедиции на Луну. Это важно, поскольку именно метан собирается применять для пилотируемой высадки на Луну Илон Маск в своем будущем "лунном Старшипе".

Что касается технических характеристик Nova-C (Нова-С), то они обычные для лунных аппаратов - стартовая масса 1908 кг, сухая масса 624 кг, масса научной аппаратуры 100 кг. Энергетику обеспечивают три солнечные батареи, выдающие на Луне 200 ватт. Ракетный двигатель VR900, унаследованный от проекта NASA Morpheus (Морфей), работает на вытеснительной подаче топлива и обеспечивает удельный импульс 320 секунд.. Суммарная масса КРТ (компонент ракетного топлива) составляет 1267 кг и еще 17 кг приходится на сжатый гелий.

*Мы знаем, что американские машины - тяжелые и неэкономичные, вот и американский зонд оказался примерно в три раза тяжелее японского SLIM. Правда, и грузоподъемность у Nova-C побольше, но не сказать, что она особенно велика.*

Высота аппарата Nova-C - почти 4 метра при диаметре 2 метра, он садится на шесть посадочных опор (а не на 4, как все остальные лунные аппараты). "Одиссей" оснащен фирменной технологией автономной посадки и обнаружения неровностей, обеспечивающей точность прилунения в пределах 100 метров. А также после прилунения он способен взлететь и переместиться на другую находящуюся поблизости площадку.



Зонд Odyssey IM-1

## **Полет зонда Odyssey IM-1 и его посадка на Луну**

Первенец линейки Nova-C, Odyssey IM-1 был запущен к Луне 14 февраля 2024 год ракетой-носителем Falcon-9. На борту находились приборы НАСА - лидар, стереокамера, радиоприемник, лазерная ретрорефлекторная решетка, маяк Lunar Node-1 и прибор для контроля уровня ракетного топлива. Дополнительная полезная и бесполезная нагрузка - лунная камера, EagleCam, прототип международной лунной обсерватории ILO-X, первая в истории инсталляция лунной скульптуры, лунная библиотека с Википедией на английском языке и чип с записями 200 произведений классического и современного искусства.



Отделение Odysseus IM-1 от PH Falcon 9

Все это хозяйство уже 21 февраля вышло на круговую окололунную орбиту высотой 92 км. Надо было торопиться, поскольку криогенное топливо нагревалось под лучами Солнца. Аппарат сделал снимки лунной поверхности в намеченном месте высадки в кратере Малаперт А всего в 300 км от Южного полюса Луны. Так близко к полюсу Луны - за 80 градусом южной широты еще не садился ни один лунный аппарат.

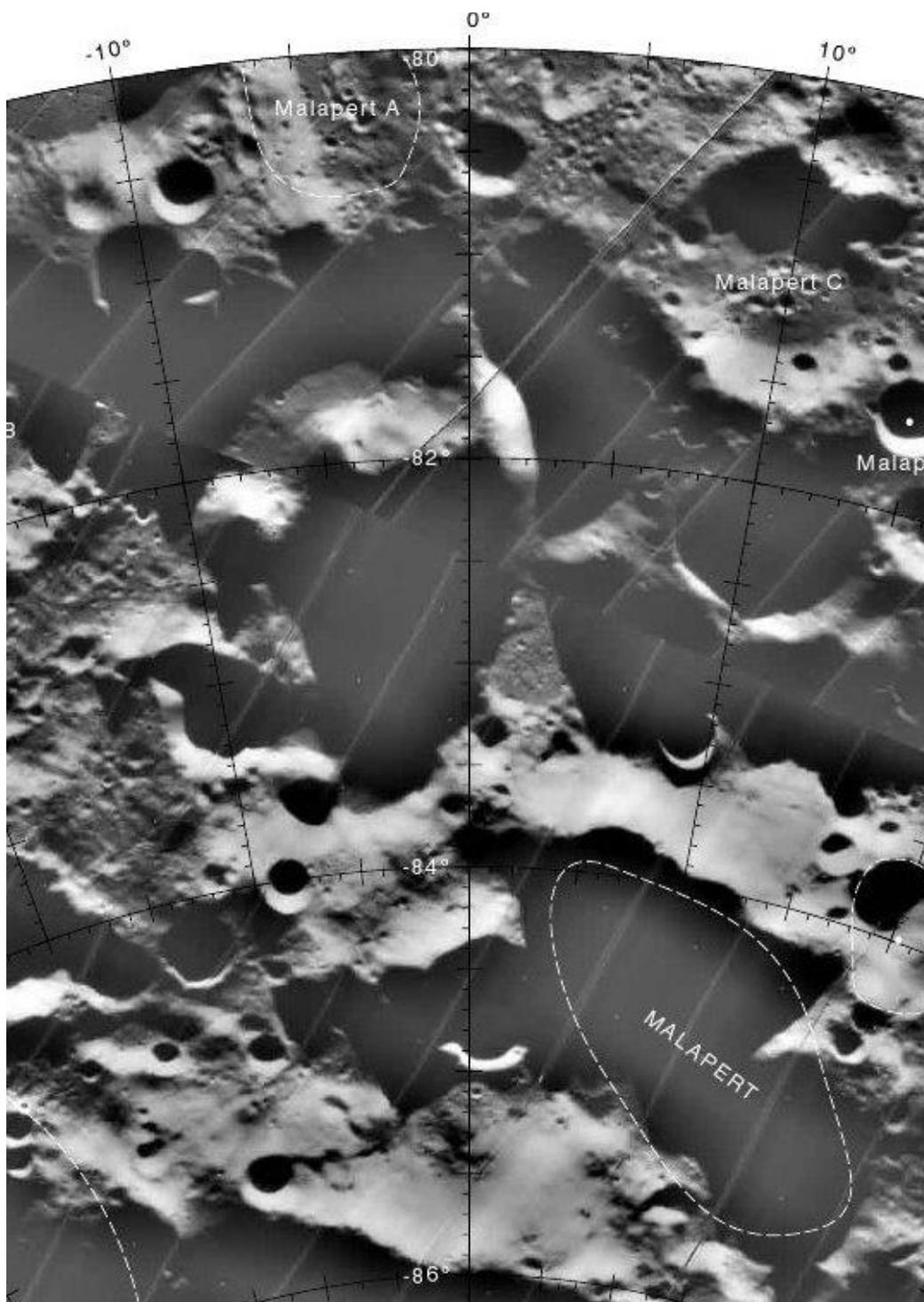
*Южнее места посадки IM-1 расположен кратер Малаперт - место очень подходящее для создания обитаемой лунной базы. Некоторые горы кратера Малаперт всегда освещены Солнцем для установки постоянно работающих солнечных батарей, а низины всегда в тени, и там наверняка есть водяной лед. Интересно, что вершина хребта Малаперт находится на самом краю лунного диска - 0 градусов долготы. Она одной стороной обращена к Земле, а с другой стороны закрыта от нее, и там предложено разместить лунную обсерваторию с радиотелескопом и оптическим телескопом.*

Но перед посадкой 22 февраля выяснилось, что лазерный дальномер системы мягкой посадки на Луну забыли включить во время предстартовой подготовки. Программисты Intuitive Machines экстренно перепрограммировали систему мягкой посадки на использование доплеровского лидара НАСА и с задержкой всего в 2 часа от первоначально намеченного времени "Одиссей" включил ракетный двигатель на торможение.

Во время касания лунной поверхности вертикальная скорость была превышена втрое и составила 6 миль/час (10 км/час). А также появилась горизонтальная составляющая в 2 мили/час. Аппарат не удержался в вертикальном положении и повалился набок. Как предположил соучредитель Intuitive Machines Стив Альтемус, "Одиссей" мог зацепиться

опорой за неровность лунного рельефа, сломать опору и мягко опрокинуться. Как сейчас думают создатели ИМ-1, он лежит на большом куске скальной породы.

*Если бы не испаряющееся метановое топливо, то около Луны можно было бы покрутиться подольше и тщательно отладить новое программное обеспечение. Но этого времени у конструкторов ИМ-1 не было.*



Кратеры Малаперт и Малаперт А на Луне

В настоящее время ИМ-1 передает на Землю слабый сигнал телеметрии, так что задачу полета можно считать частично выполненной - это первая посадка частного космического аппарата на Луну, после которой он сохранил свою работоспособность (до сих пор на Луну успешно садились только станции национальных космических агентств). Но, к

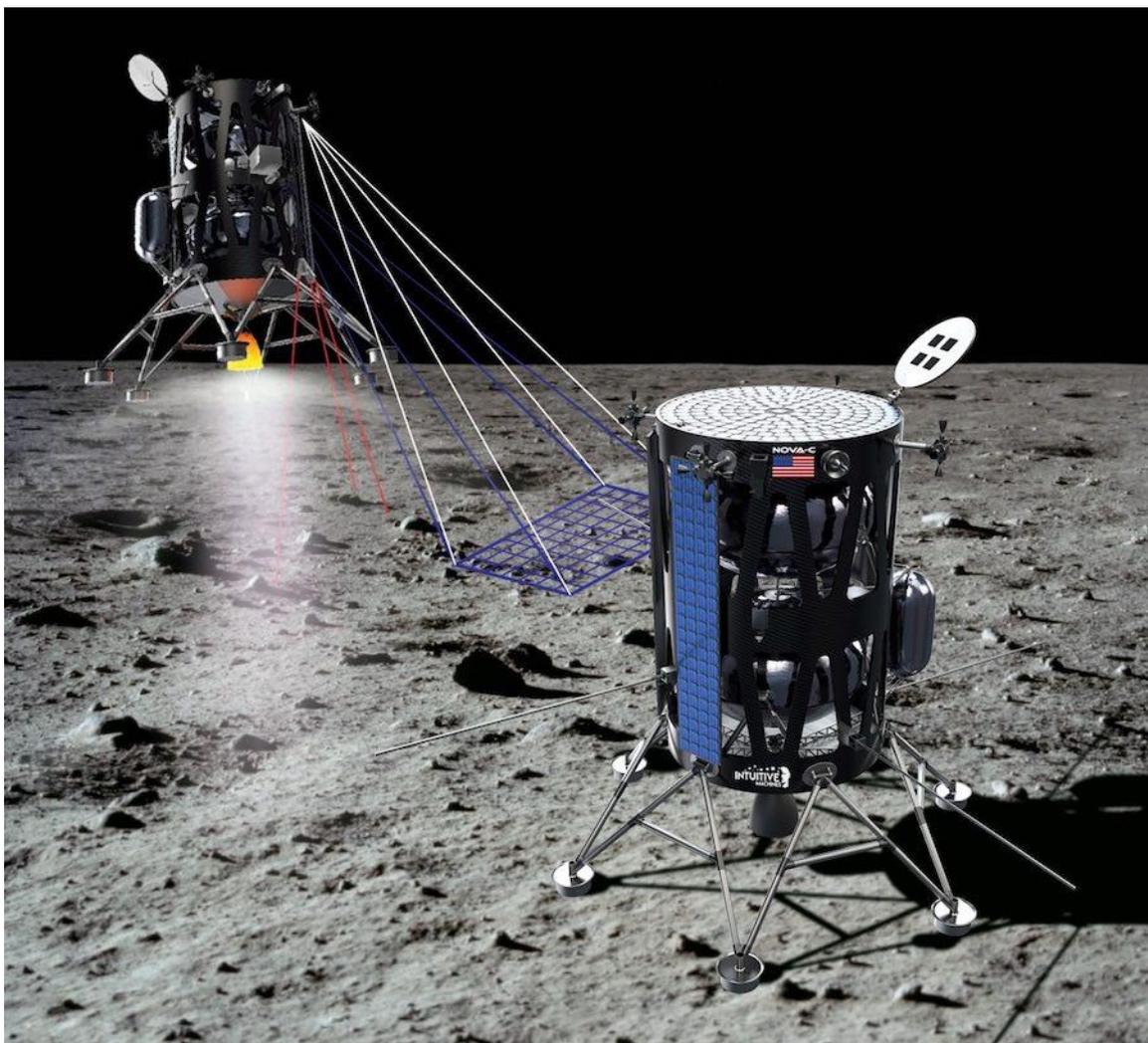
сожалению, из-за своего нештатного положения "Одиссей" не принимает команды с Земли. В результате этого пока нет возможности получить фотографии с места посадки и развернуть камеру отделяемую камеру EagleCam, которая может сфотографировать повалившийся набор IM-1.

*Американский аппарат пытается принять команды с Земли, автоматически переключаясь с одной антенны на другую, но пока не может это сделать. Его аппаратура рассчитана на работу в течении лунного дня - 14 дней, пока работают солнечные батареи.*

Похожая ситуация с опрокидыванием случилась во время посадки японского модуля SLIM, но его намеченную программу исследований все-таки удалось выполнить: Япония с третьей попытки посадила зонд на Луну

## Как сесть на Луну и не опрокинуться?

Проблема с опрокидыванием при посадке на Луну, которое в начале 2024 года произошло два раза подряд, будет в центре внимания разработчиков навигационных систем для последующих лунных экспедиций. В частности, в российском проекте Луна-27 предусмотрен выбор места посадки точностью до километра и камеры для наблюдения за рельефом поверхности, чтобы не садиться "вслепую".



Концепция посадки Nova-C

Отметим, что упомянутая интеллектуальная технология посадки уже применяется в Nova-S и SLIM, но, как мы видим, она не помогла при возникновении дополнительных технических проблем, которые случились у обоих аппаратов. Пока что без видимых проблем на Луну садятся только китайские аппараты "Чаньэ"- три успешных посадки из трех предпринятых и одно возвращение с лунным грунтом, первое и пока единственное в XXI веке. В этом году к Луне собираются полететь китайцы (Чаньэ-6 за грунтом с Южного полюса Луны), в конце года - еще раз японцы (Хакуто-R) и американцы (IM-2 с буровой установкой для добычи льда, а также станции от Astrobotic и Firefly Aerospace).