



МИССИЯ «ХАЯБУСА» – СОКОЛИНАЯ ОХОТА В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

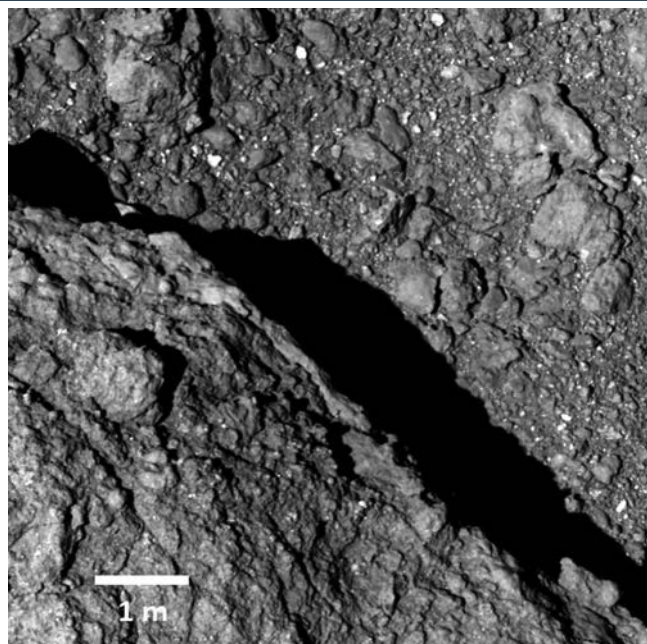
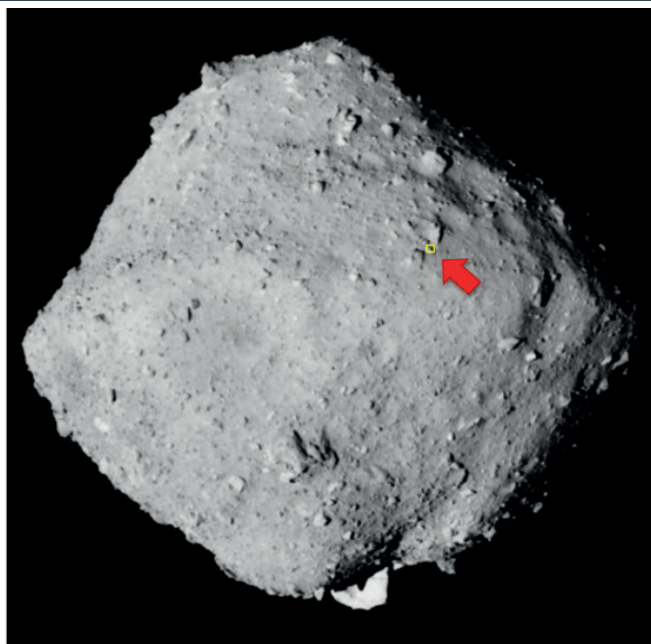
Благодатные сентябрь-октябрь ознаменовались ещё одним примечательным событием в истории экспериментальной астрофизики и освоения космоса: после почти четырёхлетнего полёта космическим аппаратом «Хаябуса» совершена первая в истории успешная мягкая посадка модулей на поверхность астероида (162173) 1999 JU3 – «Рюгу» (Ryugu) и начато непосредственное детальное его изучение. «Хаябуса-2» – автоматическая межпланетная станция Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA, предназначенная для доставки образцов грунта с астероида класса С. Согласно имеющимся данным, астероиды такого класса могут содержать в своих недрах органические соединения, которые являются фундаментальными «строительными» блоками для биологических форм жизни. Но на поверхности астероидов, подверженной влиянию температурных колебаний, жёсткого космического излучения и прочих факторов космической «погоды», концентрация органики будет крайне мала либо она вообще будет там отсутствовать.

Интересно, что название этого космического аппарата в переводе с японского означает «сапсан». Напомним, что сапсан – это самая быстрая птица в мире из семейства соколиных, которая в горизонтальном полете уступает в скорости только стрижу.

Ещё одна его особенность – обнаружив добычу, он приподнимается над жертвой и почти под прямым углом стремительно пикирует вниз («делает ставку»), причём удар когтями задних пальцев бывает настолько сильным, что даже у достаточно крупной дичи может отлететь голова.

Итак, целью для «Хаябуса-2» был выбран астероид «Рюгу». В перигелии его орбита заходит внутрь орбиты Земли, а в афелии достигает орбиты Марса. Диаметр «Рюгу» оценивается примерно в 920 м – почти в 2 раза больше, чем у астероида «Итокава» (Itokawa), образцы грунта с которого были успешно доставлены предыдущим японским исследовательским аппаратом «Хаябуса» в 2010 г. Несмотря на перипетии на обратном пути, связанные с неполадками аккумуляторных батарей (длительность миссии составила 7 лет), «Хаябуса» является первым аппаратом, доставившим на Землю образцы материала с одного из астероидов Солнечной системы.

Собственно сам «Хаябуса-2» будет проводить лишь дистанционные исследования астероида. Сбор образцов и создание кратера на поверхности будут выполнены его «помощниками»: спускаемым аппаратом и тремя маленькими роботами, роверами, которые будут прыгать по поверхности возле спускаемого модуля и периодически отдаляться от



него на более дальнюю дистанцию.

«Хаябуса-2», имеющий размер, сопоставимый с размером большого бытового холодильника, был запущен одноразовой ракетой-носителем компании Mitsubishi Heavy Industries с японского космодрома на острове Танэгасима 3 декабря 2014 г. Конструкция аппарата «Хаябуса-2» почти полностью повторяет конструкцию аппарата «Хаябуса» за исключением многочисленных модернизаций для увеличения надежности как самого аппарата, так и его научного оборудования.

Ровно через год «Хаябуса-2» совершил манёвр на расстоянии 3100 км от Земли, и, получив дополнительное гравитационное ускорение, направился к астероиду «Рюгу». Как и предшественник, «Хаябуса-2» оснащён маршевыми ионными двигателями, однако, в них были устранены проблемы, выявленные в ходе предыдущей миссии. Первые снимки были сделаны оптической навигационной камерой аппарата 17 июня 2018 г., когда расстояние между аппаратом и астероидом было около 330 – 240 км. По данным этих снимков, астрономы рассчитали, что астероид «Рюгу» вращается в направлении, противоположном направлению вращения Земли, совершая один полный оборот вокруг своей оси за 7,5 ч.

27 июня аппарат «Хаябуса-2» задействовал свои химические реактивные двигатели, и 28 июня 2018 г. зонд сблизился с «Рюгу» и совершил первый виток по орбите вокруг астероида с удалением от его поверхности на 20 км. 21 сентября 2018 г. произошла мягкая посадка спускаемых модулей, которые займутся сбором и предварительным анализом минеральных образцов, на поверхность астероида. С подпрыгивающих автономных посадочных модулей-роботов Rover-1A и Rover-1B (шутливо называемых «роверы-прыгуны» или «попрыгунчики») получены первые моментальные снимки и видеоролик. Оба модуля находились в контейнере

Изображение с высоким пространственным разрешением фрагмента поверхности астероида «Рюгу», полученное «Хаябуса-2» с высоты 64 м над его поверхностью (снимок справа). Положение этого фрагмента отмечено стрелкой на изображении астероида более крупного масштаба (снимок слева). © JAXA

MINERVA II-1 («Micro Nano Experimental Robot Vehicle for Asteroid, the second generation»). К первому же поколению роверов относятся роботы «Хаябуса».

Помимо кадров, снятых на поверхности астероида роверами, в транслированном на Землю пакете данных было несколько снимков, снятых 21 сентября 2018 г. с аппарата «Хаябуса-2» с расстояния в 64 м во время самого близкого его подхода к астероиду. Эти снимки на сегодняшний день являются самыми качественными снимками поверхности «Рюгу».

На этих снимках и видеоролике можно увидеть серую, пыльную и покрытую камнями поверхность астероида. Во время съёмки ролика в объектив камеры ровера попало Солнце, которое усилило красочность эффектов, создаваемых просветленными линзами камер ровера. Кстати, у Rover-1B имеется 3 камеры, в то время как Rover-1A оснащён одной единственной камерой. 23 сентября 2018 г. Rover-1B задействовал свою оригинальную двигательную систему и выполнил первый «подскок», снимая своими камерами всё происходящее. Необычность двигательной системы роверов заключается в том, что ни гусеницы, ни колёса не работают в условиях очень маленькой гравитации, и даже небольшой камешек, попавший во время движения под колесо, может послать ровер в свободный полет в космическое пространство. Движение роверов обеспечивается крошечным двигателем, выдающим строго отмеренные импульсы силы тяги, которые подни-

мают аппараты на высоту до 15 м над поверхностью астероида. После этого в действие вступает слабая гравитация астероида, которая возвращает ровер на поверхность. Из-за очень слабой силы притяжения астероида «Рюгу-роверы» остаются в «парящем» положении не меньше 15 мин. За это время они успевают осмотреть достаточно большую площадь поверхности при помощи своих камер и датчиков других типов. Данные, собираемые роверами, будут передаваться на аппарат «Хаябуса-2», выполняющий роль ретранслятора на орбите вокруг астероида.

3 октября 2018 г. совершил посадку модуль MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) из контейнера MINERVA II-2, разработанный Германским центром авиации и космонавтики совместно с французским Национальным центром космических исследований. На спускаемый аппарат установлены спектрометр, радиометр, магнитометр и камера, а также двигательная установка, благодаря которой аппарат может менять своё местоположение для дальнейших исследований. MASCOT проработал на астероиде более 17 ч. За это время модуль три раза менял свое местоположение, успешно выполнил запланированные исследования состава грунта и свойств астероида и передал данные на орбитальный аппарат.

В отличие от «Хаябуса», миссия которого была относительно «мирной», на «материнском» аппарате «Хаябуса-2» установлена небольшая специальная «пушка» (её ещё в шутку называют «молотком-дробилкой») с ударным цельнометаллическим зарядом SCI (Small Carry-on Impactor), состоящим из медного 1.8-килограммового снаряда, вылетающего со скоростью 2 км в секунду, и заряда взрывчатки для формирования ударного ядра. Приблизившись к астероиду на некоторое расстояние, аппарат «Хаябуса-2» выпустит космическую «пушку» в свободное плавание и удалится от астероида на безопасное расстояние. Тем временем «пушка» приблизится вплотную к поверхности астероида для выстрела. Предполагается выстрелить из этого устройства в поверхность астероида, образовав на его поверхности достаточно глубокий искусственный кратер-воронку диаметром в несколько метров. После этого аппарат «Хаябуса-2» возвратится к месту проведения «стрельб» и заберёт образцы изверженного вещества, которые впоследствии будут доставлены на Землю для тщательного анализа их химических и физических свойств. Предусматривается собрать образцы материала нетронутых пластов горных пород астероида, находящихся на некоторой глубине ниже его поверхности, которые были защищены от длительного воздействия солнечного ветра и космической радиации и в которых могут быть заключены подсказки к ответам на вопрос о возникновении жизни на Земле.

Тем временем специалисты JAXA уже почти закончили выбор потенциально безопасного места и разработку наилучшей траектории для макси-

мального приближения «Хаябуса-2» к поверхности астероида и забора манипулятором образцов его материала. У «Рюгу» весьма необычная форма. Астероид выглядит со стороны как подвешенный в космосе огромный кристалл какого-нибудь минерала из-за экваториальных выпуклостей на его поверхности, при этом она покрыта ударными кратерами, разломами, впадинами, выпуклостями и неровностями, что затрудняет посадку аппарата. В отличие от мест, куда были спущены роверы, выбранное место имеет относительно гладкую поверхность, что не предвещает никаких неожиданностей во время выполнения достаточно опасного маневра. Тем не менее, руководство JAXA еще не приняло окончательного решения, а специалисты продолжают исследовать и оценивать другие места поверхности астероида.

Запланированные на ближайшее будущее события миссии «Хаябуса-2» таковы: посадка модуля Rover-2 – июль 2019 г.; отбытие в обратный путь к Земле – декабрь 2019 г.; возвращение на Землю с образцами грунта – декабрь 2020 г. Таким образом, «Хаябуса-2» проведет возле астероида полтора года и будет первой в истории космонавтики миссией исследования поверхности астероида при помощи аппаратов, способных к самостоятельным перемещениям.

Данные по «Рюгу», который, по сути, является «обломком» материала, оставшегося после формирования Солнечной системы, помогут пролить свет на проблемы образования и эволюции Солнечной системы (т.е. её космогонии), а также на процессы зарождения жизни на Земле и, возможно, на других планетах, включая экзопланеты. Ученые надеются, что образцы материала, взятые из глубин астероида «Рюгу», предоставят им больше полезной информации, чем образцы пыли с поверхности астероида «Итокава», которая длительное время подвергалась пагубному влиянию окружающей космической среды.

В заключение отметим, что, несмотря на сложнейшую обстановку и тяжелую экономическую ситуацию, связанную с недавними землетрясениями, цунами, тайфунами и авариями на атомной станции, а также практическим отсутствием минерально-энергетических ресурсов в недрах страны, Япония смогла успешно осуществить столь оригинальную, инновационную и прецизионную миссию. Этому, безусловно, способствовал менталитет японцев – порядочных, доброжелательных, очень пунктуальных, скрупулезно законопослушных, упорных, беззаветно и бескорыстно любящих свою родину.

Алишер Ходжаев.
Астрономический институт АН РУз.