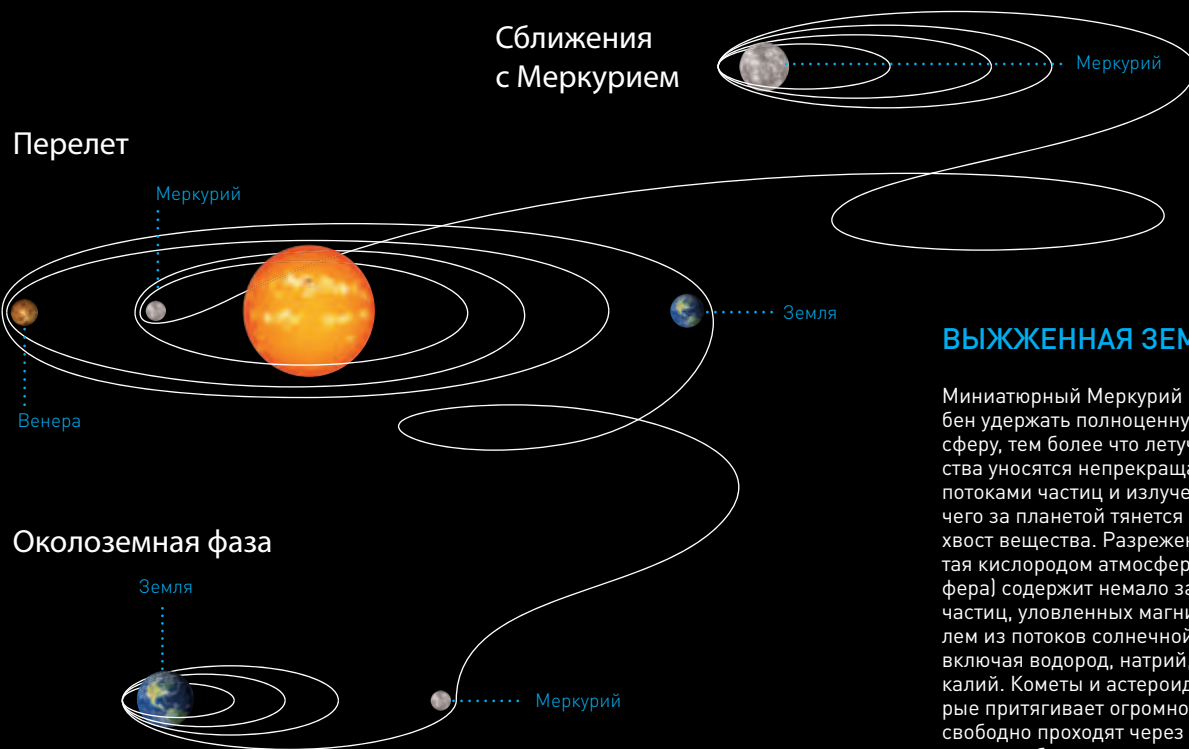


# У СОЛНЦА ПОД БОКОМ

ЭТА ПЛАНЕТА ДВИЖЕТСЯ ПО НЕБУ ТАК БЫСТРО, ЧТО ЕЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ НА ФОНЕ ЗВЕЗД ЗАМЕТНО НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ. НЕУДИВИТЕЛЬНО, ЧТО И ИМЯ ОНА ПОЛУЧИЛА В ЧЕСТЬ ДРЕВНЕРИМСКОГО МЕРКУРИЯ – ГРЕЧЕСКОГО ГЕРМЕСА, ПОКРОВИТЕЛЯ ТОРГОВЛИ, ХИТРОСТИ И КРАСНОРЕЧИЯ, ЛЕГКОНОГОГО ЛОВЧАЧА И ОБМАНЩИКА. НАЗВАНИЕ ОКАЗАЛОСЬ ПОДХОДЯЩИМ: НЕУЛОВИМЫЙ МЕРКУРИЙ ПОЯВЛЯЕТСЯ ЛИШЬ НЕВЫСОКО В НЕБЕ НА ЗАКАТЕ И РАССВЕТЕ, ПОБЛИЗОСТИ ОТ СОЛНЦА И СКВОЗЬ ЗАВЕСУ ПЫЛИ. НАБЛЮДАТЬ ЕГО ДОСТАТОЧНО СЛОЖНО – ПО ЛЕГЕНДЕ, ИОАНН КЕПЛЕР ТАК НИКОГДА ЕГО И НЕ ВИДЕЛ, А В СВОИХ РАСЧЕТАХ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ ОПИРАЛСЯ НА ЧУЖИЕ ДАННЫЕ. КРАЙНЕ ТРУДНО И ДОБРАТЬСЯ ДО МЕРКУРИЯ: СТАРТОВАВШИЙ В ОКТЯБРЕ 2018 ГОДА ЕВРОПЕЙСКО-ЯПОНСКИЙ ЗОНД VERISOLOMBO СТАНЕТ ЛИШЬ ТРЕТЬИМ ГОСТЕМ НА ЕГО ОРБИТЕ.



## ПРИТОРМОЗИТЬ У СОЛНЦА

Если для полета к Меркурию аппарату необходимо тормозить – и затем, чтобы выйти на перелетную траекторию, и для того, чтобы лечь на орбиту крошечной планеты, которая сама недостаточно велика, чтобы замедлить зонд своим притяжением. Наконец, работать здесь придется среди опасных потоков солнечного ветра и радиации, что требует серьезной защиты аппарата. Поэтому до сих пор Меркурий посещали лишь две миссии, американские Mariner 10 и Messenger. Он остается самой малоизученной планетой земной группы и – находясь в такой обжигающей близости к Солнцу – возможно, самой необычной.

## ВЫЖЖЕННАЯ ЗЕМЛЯ

Миниатюрный Меркурий неспособен удержать полноценную атмосферу, тем более что летучие вещества уносятся непрерывающимися потоками частиц и излучения, из-за чего за планетой тянется длинный хвост вещества. Разреженная, богатая кислородом атмосфера [экзосфера] содержит немало заряженных частиц, уловленных магнитным полем из потоков солнечной плазмы, включая водород, натрий, магний, калий. Кометы и астероиды, которые притягивает огромное Солнце, свободно проходят через этот слой, усеивая обветренную поверхность бесчисленными кратерами от полюса и до полюса. По традиции они весьма романтично называются в честь деятелей искусства: Боттичелли и Бетховен, Вивальди, Толстой... Кратеры распекают каньоны глубиной до нескольких километров – и древние, и совсем свежие. Похоже, что кора Меркурия, в отличие от земной, которую складывают десятки континентальных и океанических плит, представляет собой целостную литосферу, которая сжимается и растрескивается по мере остывания недр планеты.

## МИР-ЯДРО

Средняя плотность Меркурия намного выше, чем у Земли: сравнительно легкие минералы литосферы и мантии переходят в массивное металлическое ядро уже на глубине нескольких сотен километров. То ли столкновение с другим телом, произошедшее на заре формирования планеты, то ли миллиарды лет активного воздействия Солнца оставили Меркурий с практически «голым» железным ядром. Аномально крупное – 42% объема планеты, примерно с Луну, – оно создает сильное магнитное поле, невзирая даже на то что Меркурий вращается вокруг оси крайне медленно и течения в его ядре не должны быть сильными. Впрочем, возможно, что в ядре расплавленная смесь железа и серы медленно остывает снаружи, а образующиеся твердые хлопья чистого железа оседают к центру, как тяжелый металлический «снег», перемешивая вещество. Чтобы выяснить, как все происходит в действительности, к Меркурию пришлось отправить новую большую миссию, и не простую, а двойную.

## МЕРКУРИЙ

**РАДИУС:**  
2440 км  
→ 1,4 радиуса Луны

**МАССА:**  
 $3,3 \times 10^{23}$  кг  
→ 5,6% массы Земли

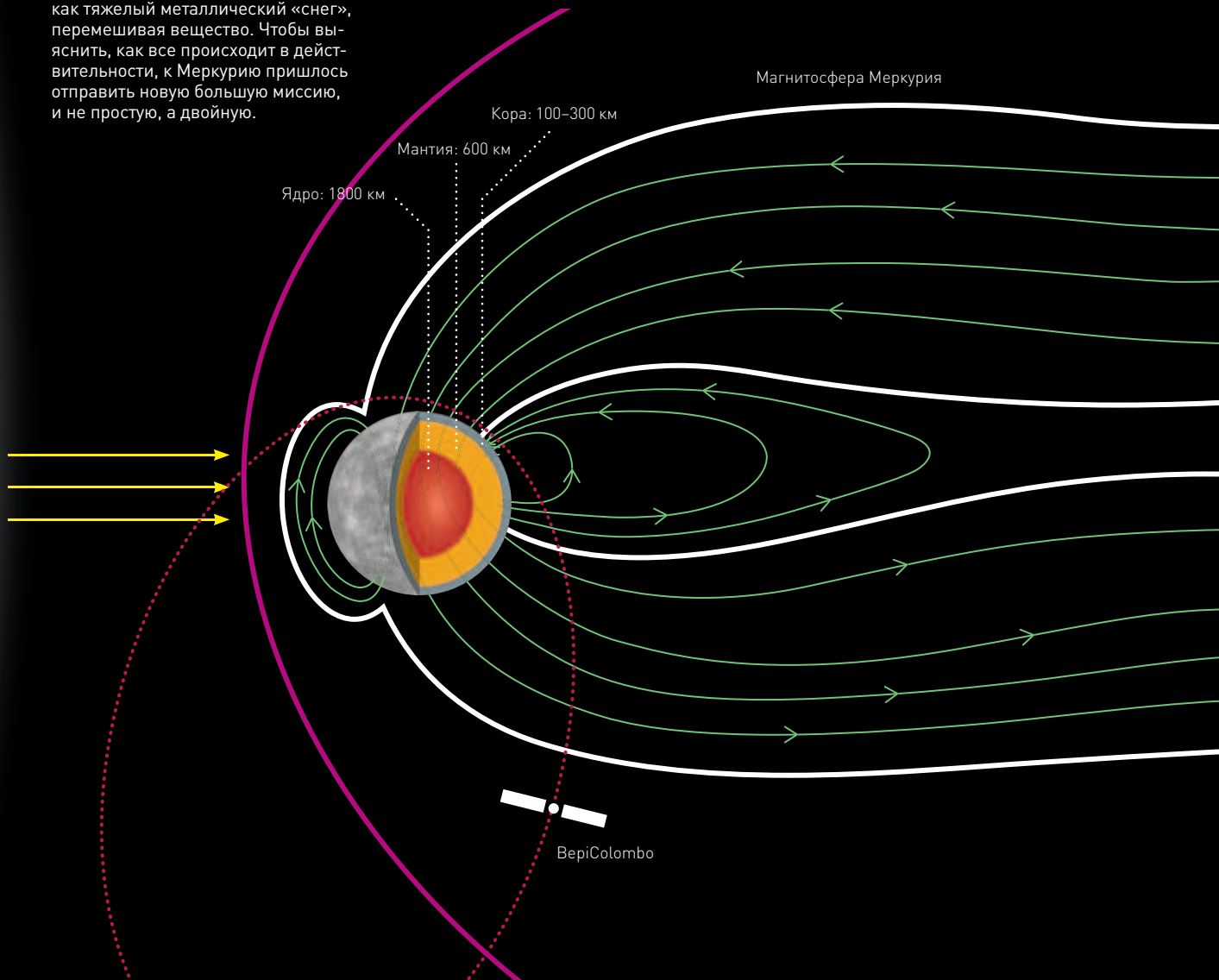
**ПЛОТНОСТЬ:**  
5,43 г/см<sup>3</sup>  
→ Вдвое больше, чем у чистого алюминия.

**УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ:**  
3,7 м/с<sup>2</sup>  
→ Около 1/3 земной тяжести.

**РАДИУС ОРБИТЫ:**  
от 45,9 до 69,7 млн км  
→ Сильно вытянутая орбита со средним расстоянием до Солнца около 58 млн км, или 0,38 а.е.

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ГОДА И СУТОК:**  
87,97 и 58,65 земных суток  
→ Под действием приливных сил в гравитационном поле Солнца Меркурий вошел в спин-орбитальный резонанс и вращается вокруг себя с частотой, равной 2/3 вращения вокруг звезды.

**ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ:**  
от -173 до 427 °C  
→ Из-за отсутствия атмосферы тепло не может распределяться по планете, и на полюсах температура никогда не поднимается выше -93 °C. Дно многих полярных кратеров никогда не видит солнечного света и, скорее всего, сохраняет даже водный лед.

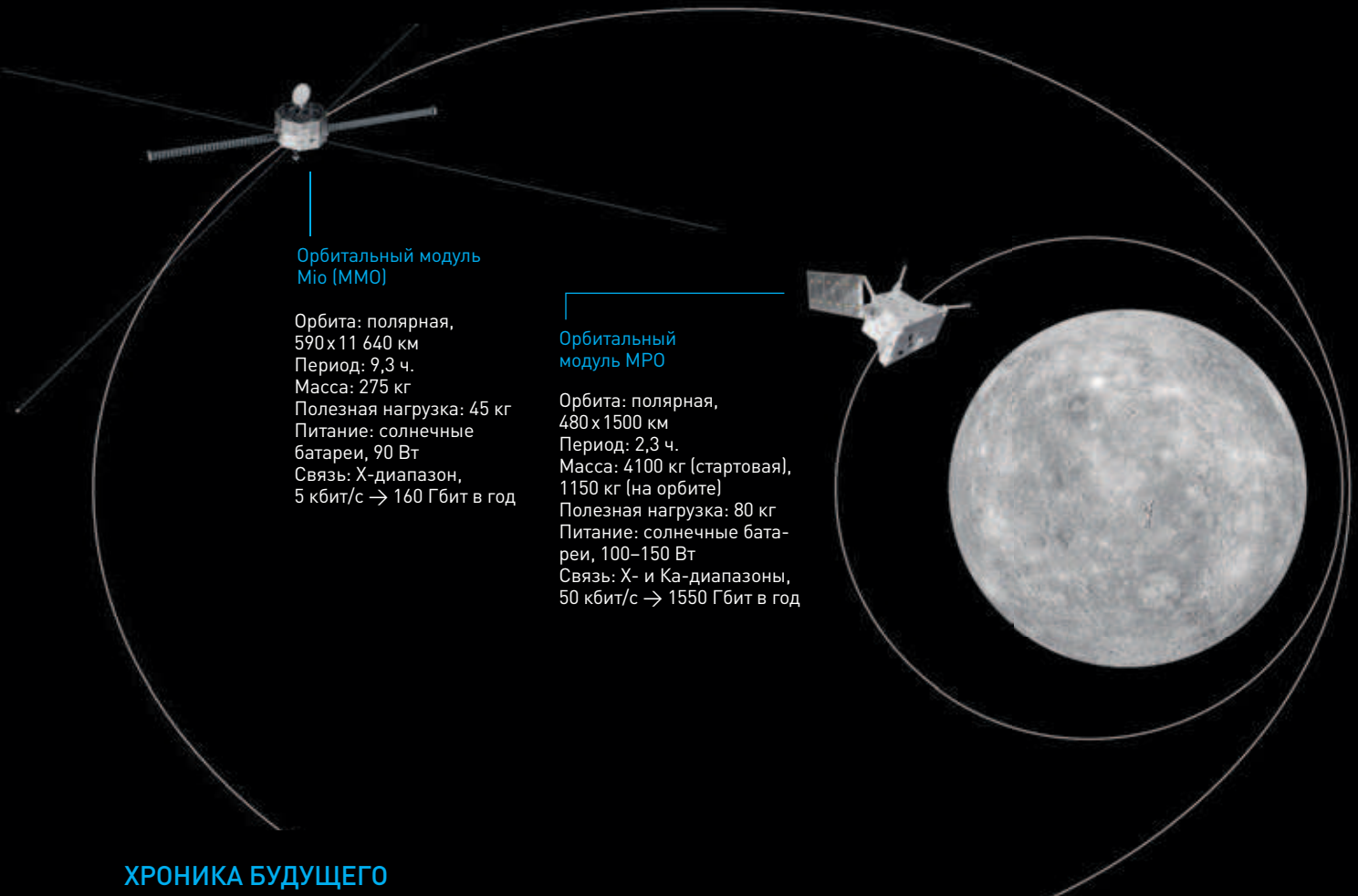


## ДВОЕ НА ОДНОГО

Миссия VeriColombo включает два независимо работающих зонда – европейский орбитальный аппарат MPO (Mercury Planetary Orbiter) и малый Mio (MMO, Mercury Magnetospheric Orbiter), разработанный специалистами японского аэрокосмического агентства JAXA. Они разделятся лишь на орбите Меркурия, а всю дорогу до него проделают в составе модульного межпланетного корабля MCS (Mercury Composite Spacecraft). Помимо них MCS включает перелетный модуль MTM, который обеспечит движение, питание, связь и защиту на все время перелета. Еще один временный модуль – MOSIF – установлен в качестве переходного интерфейса и дополнительной теплозащиты для приборов японского Mio.

## ГЛАВНОЕ – МАНЕВРЫ

Название VeriColombo отсылает к итальянскому инженеру и математику Джузеппе «Бепи» Коломбо, без работ которого вряд ли были бы осуществлены многие важные миссии к дальним телам Солнечной системы. Путешествия на такие расстояния требуют серьезных запасов топлива, однако реализованная Коломбо идея гравитационных маневров позволяет резко снизить эти затраты. Для этого траектория полета рассчитывается так, чтобы аппарат сближался с планетами и получал ускорение под действием их притяжения, как снаряд, раскрученный и выброшенный из пращи. Коломбо впервые просчитал гравитационный маневр для Mariner 10, который в 1974 году стал первым зондом, посетившим Меркурий. Аппарат VeriColombo совершит девять маневров, пока не выйдет на полярную орбиту высотой 178 тыс. км. Лишь затем начнется отделение орбитальных модулей и их торможение для медленного сближения с планетой.



## ХРОНИКА БУДУЩЕГО

10/2018 Запуск на борту РН Ariane 5 -----> 04/2020 Гравитационный маневр близ Земли -----> 10/2020 Первый пролет возле Венеры -----> 08/2021 Второй пролет возле Венеры -----> 06/2022 – 01/2025 Шесть маневров у Меркурия -----> 12/2025 Выход на целевую орбиту и разделение -----> 03/2026 Зонд MPO достигает рабочей орбиты -----> 03/2027 Завершение основной миссии -----> 03/2028 Завершение расширенной миссии



**МАКСИМ МОКРОУСОВ**

заведующий лабораторией ядерно-физических приборов Института космических исследований (ИКИ) РАН:

«Поверхность Меркурия непрерывно поливается галактическими частицами. Возбужденные ими атомы испускают гамма-излучение, которое мы и будем регистрировать, чтобы установить минералогический состав планеты на глубине вплоть до метра. Кроме того, гамма-фотоны появляются при распаде тяжелых элементов, а это позволит оценить соотношение изотопов тория и урана и уточнить возраст Меркурия. Наша команда была не единственной, участвовавшей в конкурсе на разработку гамма-спектрометра для BepiColombo, но наше предложение оказалось наименее ресурсоемким. Вдобавок MGNS сможет измерять и испускаемые поверхностью Меркурия нейтроны. Чем легче ядра атомов, с которыми они сталкиваются, тем сильнее замедляются они от этого взаимодействия. Поэтому падение энергии регистрируемых нейтронов укажет на присутствие ядер водорода в составе – прежде всего воды. На Марсе оно было значительным, примерно до 30%; здесь мы, конечно, такого не ожидаем, но надеемся, что сигнал все-таки будет замечен».

ИИМ

**Орбитальный модуль MMO (ММО)**

- Динамика экзосферы и ее взаимодействие с солнечным ветром, космическими частицами и магнитными полями. Инструменты: магнитометры MGF, датчики частиц MPPE, детектор электромагнитных полей PWI.  
- Состав и динамика частиц пыли в окрестностях планеты. Инструмент: датчик частиц ММО.

- Динамика экзосферы – по присутствию натрия, четвертого по распространенности среди разреженных газов над поверхностью Меркурия. Инструмент: спектрометр MSASI.

**Переходный блок MOSIF**

**Орбитальный модуль MPO**

- Топология и минералогия поверхности, следы вулканизма и иной геологической активности. Инструменты: камеры SIMBIO-SYS; спектрометры MGNS, MERTIS и MIXS, лазерный альтиметр BELA.  
- Структура ядра, магнитного и гравитационного полей. Инструменты: магнитометр MPO-MAG, акселерометр IDS.

- Состав и динамика разреженной экзосферы, ее взаимодействие с солнечным ветром. Поведение солнечного ветра в окрестностях планеты. Инструменты: спектрометры MIXS и PHEBUS, датчик частиц SERENA.  
- Получение сверхточной телеметрии аппарата для проверки и уточнения моделей гравитации и общей теории относительности. Инструмент: MORE.

**СДЕЛАНО В РОССИИ!**

Гамма-лучевой и нейтронный детектор MGNS создан в московском ИКИ РАН.

**Перелетный модуль MCS**

Питание: солнечные батареи, 7–14 кВт  
Двигатели: четыре ионных QinetiQ T6 общей тягой 290 мН

