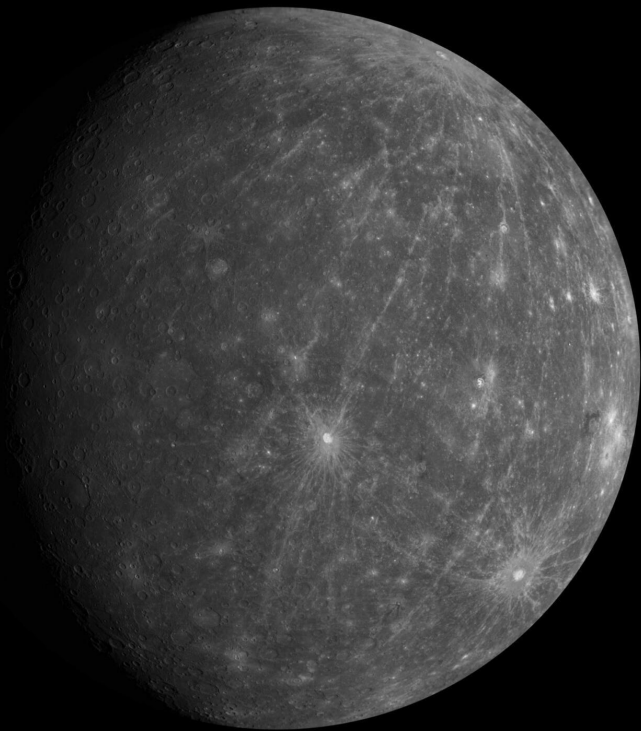


# МЕРКУРИЙ: КАК И ЗАЧЕМ КОЛОНИЗИРОВАТЬ?



THE SPACEWAY

# The Spaceway

## Меркурий: как и зачем колонизировать?

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=68503673](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=68503673)*

*SelfPub; 2022*

### **Аннотация**

В отличие от проектов по терраформированию других объектов Солнечной системы, колонизация и паратерраформирование Меркурия кажутся вполне реализуемыми. И хотя для этого потребуются огромные ресурсы, самые передовые технологии и люди, готовые идти на серьезные риски, колонизация Меркурия окупит все эти вложения.

# Содержание

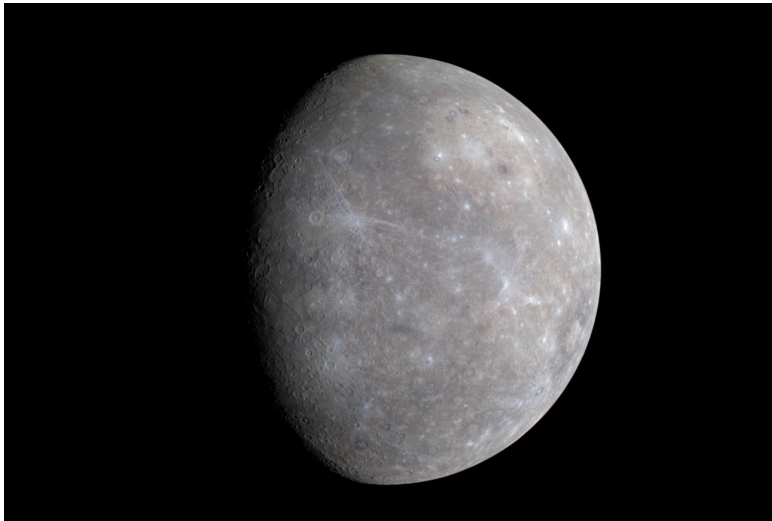
Вступление	4
Манящая планета Меркурий	7
Колонизация Меркурия	14
Потенциальные преимущества колонизации Меркурия	18
Возможные проблемы при колонизации Меркурия	21
Заключение	25

# The Spaceway

## Меркурий: как и зачем колонизировать?

### Вступление

Меркурий является ближайшей к Солнцу планетой, поверхность которой может разогреваться до 427 градусов Цельсия (здесь и далее приведены значения в градусах по шкале Цельсия). Однако из-за того, что у Меркурия нет атмосферы, сильная жара наблюдается только на той стороне, которая обращена прямо к Солнцу. На ночной стороне температура падает до -173 градусов.



*Рисунок 1. Цветной снимок Меркурия, полученный космическим аппаратом NASA "Мессенджер" (здесь и далее снимки от "Мессенджер") / © NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie*

Период вращения Меркурия составляет 58,6462 земных дня, поэтому ночная сторона остается холодной в течение длительного периода времени. Более того, в северном полярном регионе, который постоянно затенен, сохраняются достаточно холодные условия, обеспечивающие наличие водяного льда.

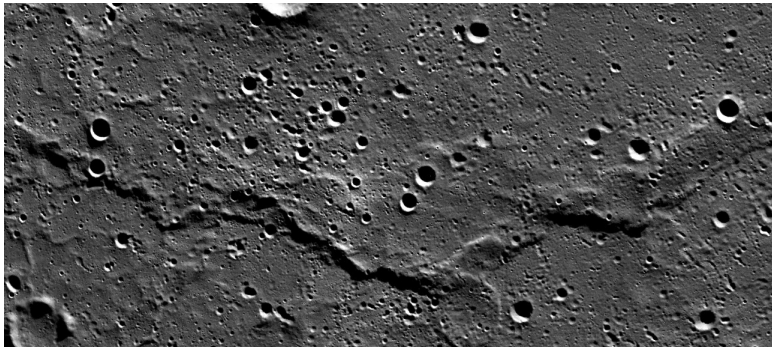
Ученые считают, что когда-нибудь человечество сможет колонизировать и даже терраформировать определенные ча-

сти Меркурия. Как и зачем нам это делать?

# Манящая планета Меркурий

Обладая средним радиусом 2440 километров и массой  $3,3022 \times 10^{23}$  килограммов, Меркурий является самой маленькой планетой Солнечной системы, чей размер составляет лишь 38% от размера Земли. И хотя Меркурий меньше некоторых естественных спутников, таких как Ганимед и Титан, он все же более массивен. Фактически, плотность Меркурия ( $5,427 \text{ г/см}^3$ ) является второй по величине в Солнечной системе, лишь немного уступая плотности Земли ( $5,515 \text{ г/см}^3$ ).

У Меркурия также самая эксцентричная орбита из всех планет Солнечной системы. При эксцентриситете 0,205 его расстояние от Солнца меняется от 46 до 70 миллионов километров. На один оборот вокруг Солнца Меркурию нужно 87,969 земных дня.



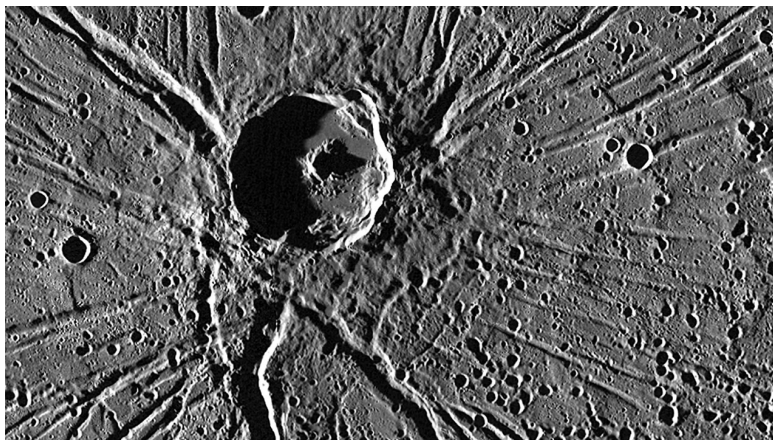
*Рисунок 2. Безымянный хребет на северных вулканических равнинах Меркурия / © NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington*

Как одна из четырех планет земной группы Солнечной системы, Меркурий состоит примерно на 70% из металлических и на 30% из силикатных материалов. Исходя из плотности и размера, можно сделать ряд важных выводов о внутренней структуре этой планеты. Например, геологи подсчитали, что ядро Меркурия занимает около 42% от его объема по сравнению с 17% объема, которые приходятся на ядро Земли.

Считается, что внутреннее пространство состоит из расплавленного железа, окруженного слоем силикатного материала толщиной 500-700 километров. Внешний слой Меркурия представлен корой, которая, как полагают ученые, имеет толщину от 100 до 300 километров. Поверхность планеты



покрыта многочисленными хребтами, кратерами и равнинами. Считается, что все это геологическое разнообразие было сформировано в тот исторический период, когда ядро и мантия Меркурия стремительно охлаждались и сжимались, а кора была уже твердой.



*Рисунок 3. Аполлодор, 42-километровый ударный кратер на Меркурии / © NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington*

Ядро Меркурия демонстрирует более высокое содержание железа, чем ядро любой другой крупной планеты Солнечной системы, и для объяснения этого феномена было предложено несколько теорий:

- Наиболее широко распространенная теория гласит, что

когда-то Меркурий был более крупной планетой, в которую врезалась планетезималь, «сорвавшая» большую часть первоначальной коры и мантии, оставив ядро в качестве основного компонента;

- Другая теория утверждает, что Меркурий сформировался до того, как выработка энергии Солнцем стабилизировалась, и его изначальная масса была вдвое больше нынешней. Однако немалая часть массы Меркурия была испарена протосолнцем, которое подвергало его длительному воздействию экстремальных температур;

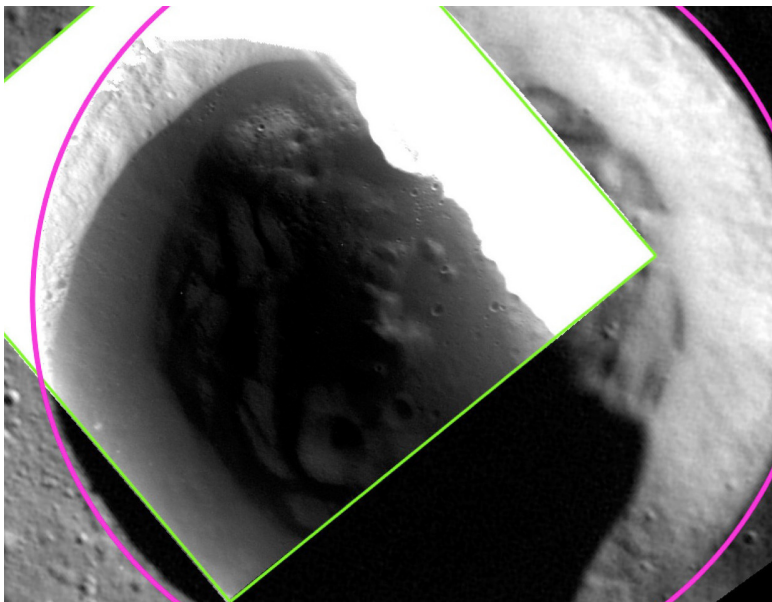
- Третья теория предполагает, что Солнце оказывало непрерывное сопротивление частицам, из которых аккрецировался Меркурий, и это приводило к тому, что более легкие частицы отбрасывались прочь. В итоге Меркурий сформировался из максимально тяжелых частиц, которые находились поблизости.

На первый взгляд Меркурий похож на земную Луну – этот серый ландшафт, испещренный кратерами от столкновений с астероидами и древними потоками лавы. В сочетании с обширными равнинами это указывает на то, что планета была геологически неактивной в течение миллиардов лет. Однако, в отличие от Луны, имеющей схожие в плане геологии области, поверхность Меркурия выглядит гораздо более беспорядочной.

подавляющая часть поверхности Меркурия, где температура колеблется от -173 до 427 градусов, непригодна для

жизни. Однако на полюсах температура стабильно низкая и составляет  $-93$  градуса, что объясняется постоянным затенением данных регионов.

В 2012 году зонд NASA «Мессенджер» (англ. MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry and Ranging – MESSENGER) обнаружил в северной полярной области Меркурия признаки наличия водяного льда и органических молекул. За 20 лет до «Мессенджера» ученые подозревали, что в этой области Меркурия кратеры могут скрывать лед, который, скорее всего, был доставлен кометами в прошлом. Миссия «Мессенджер» подтвердила эти предположения.



*Рисунок 4. Безымянный кратер в северной полярной области Меркурия, в котором были обнаружены залежи водяного льда / © NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington*

Ученые считают, что на южном полюсе Меркурия тоже есть лед. В целом, по их оценкам, Меркурий может содержать от 100 миллиардов до 1 триллиона тонн водяного льда на обоих полюсах, а местами глубина ледяной прослойки достигает 20 метров! На северном полюсе водяной лед особенно сконцентрирован в кратерах Трюггвадоттир, Толкин,

Кандинский и Прокофьев, диаметр которых составляет от 31 до 112 километров.

Кроме того, миссия «Мессенджер» выявила на поверхности Меркурия «дыры», которые, казалось, уходят вглубь планеты. Это может указывать на наличие лавовых трубок, образовавшихся в период вулканической активности на молодом Меркурии. Стабильные лавовые трубки рассматриваются как возможное место для колоний, которые будут защищены от радиации, космического излучения и других внешних угроз.

# Колонизация Меркурия

Хотя терраформирование всей планеты не совсем практично, его подповерхностная геология, кратерированная поверхность и орбитальные характеристики делают колонизацию и терраформирование некоторых областей привлекательными. Например, в северном полярном регионе, где находятся постоянно затененные кратеры, содержащие водяной лед и органические молекулы, могут быть возведены куполообразные структуры, позволяющие удерживать атмосферу, созданную внутри.

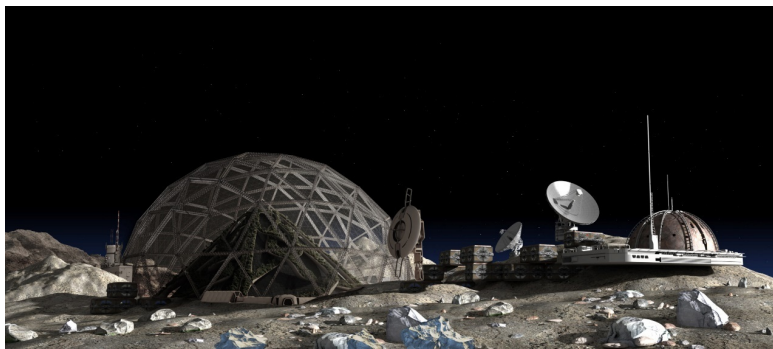


*Рисунок 5. Кратерированная поверхность Меркурия / © NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/ Carnegie Institution of Washington*

Создание куполообразных структур является разновидностью концепции «Shell Worlds», которая, в свою очередь, является частью более крупной концепции, известной как паратерраформирование, когда мир заключается (полностью или частично) в искусственную оболочку с целью трансформации окружающей среды. Используя такой подход, северные кратеры могли бы быть помещены в купола, а орбитальные зеркала могли бы фокусировать солнечный свет внутри этих структур, чтобы спровоцировать частичное испарение

льда.

В процессе фотоллиза водяной пар мог бы быть преобразован в газообразный кислород и водород, последний из которых можно было бы использовать в качестве топлива или выпускать в открытый космос. Также под эти куполообразные структуры может быть впущен аммиак, скорее всего, добытый в других регионах Солнечной системы, а после преобразованный в газообразный азот путем введения определенных штаммов бактерий – видов *Nitrosomonas*, *Pseudomonas* и *Clostridium*, которые превратят аммиак в нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ), а затем в газообразный азот.



*Рисунок 6. Гигантские купола в представлении художника / © Shutterstock*

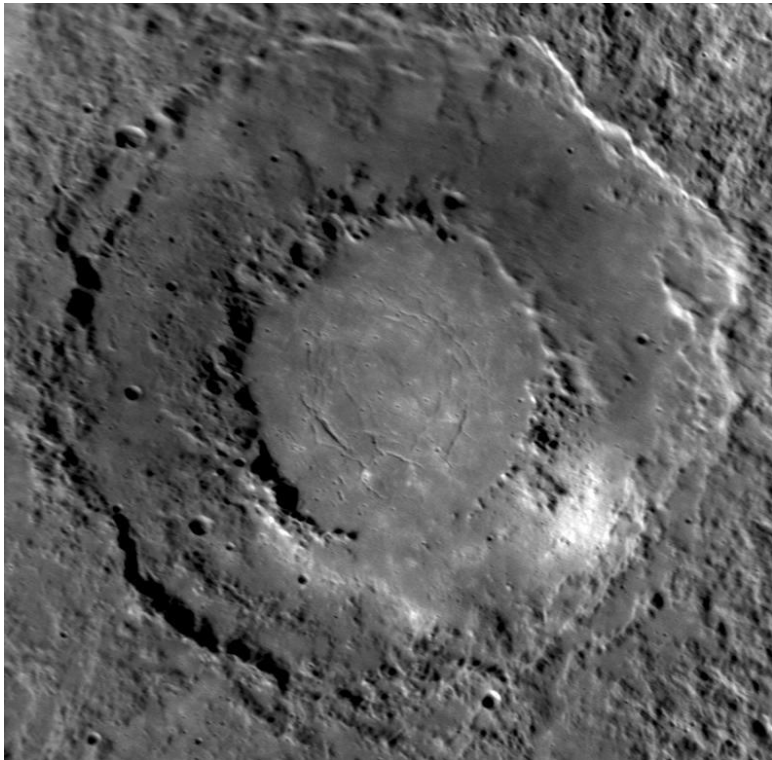
Точно так же можно колонизировать лавовые трубки Меркурия, построив базы внутри наиболее стабильных их них.



Эти области будут естественным образом защищены от космического и солнечного излучений, экстремальных температур, а давление внутри них может быть достаточно высоким для создания пригодной для дыхания атмосферы. Кроме того, глубоко под поверхностью температура может быть настолько комфортной, что можно будет возводить жилье без какой-либо дополнительной защиты.

# Потенциальные преимущества колонизации Меркурия

Относительная близость Меркурия к Земле делает его привлекательным местом для терраформирования и колонизации. В среднем Меркурий находится на расстоянии 77 миллионов километров от Земли. Чтобы представить это расстояние в перспективе, мы напомним, что зонд NASA «Маринер-10» (который летел по более прямому маршруту, чем «Мессенджер») добрался до Меркурия всего за пять месяцев.



*Рисунок 7. 290-километровый кольцевой ударный кратер Рахманинов / © NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington*

Колонии, возведенные на Меркурии, будут иметь удобное расположение для обеспечения других объектов минералами и солнечной энергией. Как вторая по плотности планета

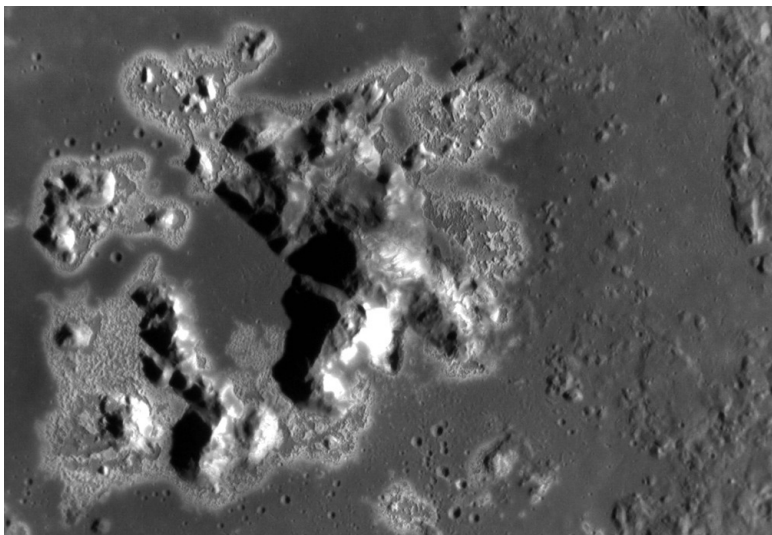
Солнечной системы, Меркурий богат железом, никелем и силикатными минералами, которые могут быть использованы как на месте, так и для освоения других территорий. Кроме того, его близость к Солнцу означает, что на орбите могут быть возведены космические солнечные батареи для генерации и запасания гигантского количества энергии. Затем эта энергия может быть передана в другие места Солнечной системы для местного использования.

Помимо этого, солнечный ветер доставляет в экзосферу водород и гелий, а радиоактивный распад этих элементов, происходящий в коре Меркурия, делает планету естественным источником водородного топлива и гелия-3, которые можно было бы использовать для питания термоядерных реакторов как на планете, так и за ее пределами.

Все это говорит о том, что колонии на Меркурии будут не только самодостаточными, но и смогут обеспечивать другие колонии Солнечной системы необходимыми ресурсами и энергией. В отличие от прочих потенциальных мест, которые потребовали бы импорта огромного количества ресурсов, первая волна колонистов Меркурия могла бы удовлетворять большую часть своих потребностей вскоре после прибытия.

# Возможные проблемы при колонизации Меркурия

Как всегда, перспектива терраформирования Меркурия сопряжена с несколькими проблемами, решение одной из которых требует решения других. К счастью, в сравнении с иными планетами (или спутниками) Солнечной системы их существенно меньше.



*Рисунок 8. Центральный пиковый комплекс 125-километрового кратера Эминеску, возраст которого составляет*

Если кратко, то проблемы при колонизации Меркурия сводятся к большим расстояниям, несовершенству технологий, а также стихийным бедствиям, которые мы не способны контролировать.

Несмотря на то, что Меркурий расположен ближе, чем многие другие объекты Солнечной системы, подходящие для потенциальной колонизации, будет необходимо совершить несколько рейсов с участием пассажирских, грузовых, строительных и вспомогательных космических кораблей, что потребует немало времени и очень много денег. Вдобавок, если мы решим транспортировать какие-то ресурсы из внешней Солнечной системы (например, аммиак, о котором сказано выше), то с существующими ракетными двигателями на это уйдут десятилетия.

Это плавно подводит нас к проблеме несовершенства технологий. Чтобы космические корабли могли путешествовать во внешнюю Солнечную систему для добычи ресурсов в больших количествах, а после возвращаться (и делать все это в разумные сроки), то они должны быть оснащены продвинутыми двигательными установками. Например, на эту роль подойдут ядерно-тепловая двигательная установка, система термоядерного привода или какая-либо другая продвинутая концепция. К сожалению, ничего этого у нас пока нет.

Не стоит забывать и про огромное количество материалов, которые потребуются для строительства гигантских куполов, способных покрывать многокилометровые кратеры. Построение орбитальных зеркал также обойдется недешево. И хотя эти полезные ископаемые можно добывать на месте, процесс все же будет очень дорогим, долгим и опасным.

Аналогично дела обстоят и с гипотетической транспортировкой солнечной энергии через космическое пространство. Мы даже не приблизились к созданию технологий, позволяющих, например, преобразовывать энергию в мощный лазерный пучок, который бы «выстреливал» в приемник где-нибудь на орбите Земли, чтобы преобразовать этот импульс в пригодную для использования энергию. Технологии должны пройти долгий путь; и даже после того, как мы это разработаем, возведение такой системы между Меркурием и другими объектами Солнечной системы будет очень сложной и дорогостоящей затеей.

Для того чтобы приступить к колонизации, нам потребуется большой флот космических кораблей для переправки колонистов, оборудования и ресурсов. Кроме того, потребуется создание станции между Землей и Меркурием, которая позволяла бы дозаправляться и пополнять ресурсы.

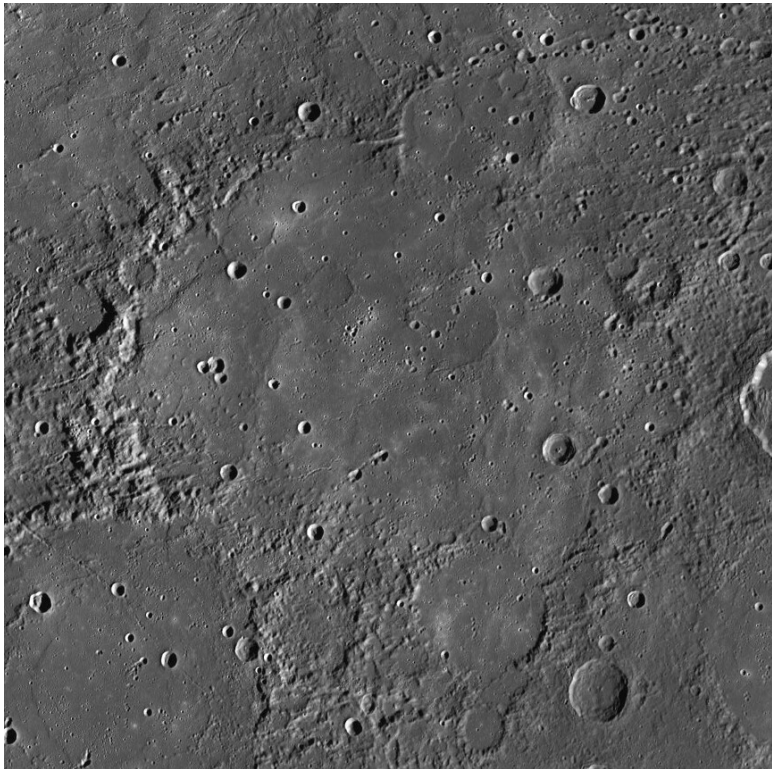
И, наконец, любые строительные работы будут сопряжены с невероятными рисками. Даже если мы решим расположиться в северном полярном регионе или в лавовых трубках Меркурия, где будет достаточно надежная защита от внеш-

них угроз, первым бригадам рабочих придется трудиться в чрезвычайно опасных условиях, чтобы возвести купола или подповерхностные базы.



# Заключение

В конце концов, в отличие от проектов по терраформированию других объектов Солнечной системы, колонизация и паратеррформирование Меркурия кажутся вполне реализуемыми. И хотя для этого потребуются огромные ресурсы, самые передовые технологии и люди, готовые идти на серьезные риски, колонизация Меркурия окупит все эти вложения.



*Рисунок 9. 370-километровый ударный кратер Шекспир /  
© NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/  
Carnegie Institution of Washington*

Если бы мы колонизировали Меркурий, то обеспечили бы минералами и энергией все части Солнечной системы, где решили бы остановиться. Ресурсы Меркурия стали бы

неотъемлемой частью «космической экономики», которая бы спонсировала создание и развитие новых колоний.