



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 14 • № 1 • 2018 С. 15 – 22

<https://doi.org/10.18372/2411-6602.14.02>

УДК 523.68

Космический эксперимент по «отлову» астроматериалов в ближнем космосе с целью поиска внеземной жизни

А.П. Видьмаченко^{1,2*}, А.Ф. Стеклов^{1,3}

¹Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, 03143, г. Киев, ул. Академика Заболотного, 27

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, 03041, г. Киев, ул. Героев Оборон, 15

³Межрегиональная Академия управления персоналом, 03039, г. Киев, ул. Фрометьевская, 2

Астероиды и кометные ядра состоят из того же первичного вещества, что и газопылевое облако, из которого сформировалась Солнечная система. Сейчас это вещество изучают по упавшему на Землю метеоритному материалу. Специалисты НАСА предложили после 2021 года поймать целый астероид для его детального изучения. Объект диаметром до 10 м и массой ≈ 500 тонн планируют захватить с помощью специального беспилотного зонда, доставить его на орбиту Луны, там собрать образцы астероида в специальные контейнеры и отправить на Землю для проведения дальнейшего анализа. Вместо такого дорогостоящего проекта по поимке астероида, мы предлагаем собирать метеоритное вещество с помощью космических аппаратов, находясь на орбите вокруг Земли прямо за пределами земной атмосферы. Для этого необходимо создать специальное устройство для ловли в космическом пространстве пыли и мелких метеоритов своеобразными «метеоритными гелевыми сетями». Доставленные из близкого космоса метеориты и пыль не будут оплавленными, поскольку не подвергнутся воздействию губительной для живых организмов высокой температуры. При обеспечении полной стерильности это вещество, вероятно, сможет обеспечить нас ценными сведениями о «внеземной» жизни. Ежегодно наблюдается около двух десятков основных метеорных потоков. Каждый из них связан с «родительским» телом, которым являются кометные ядра и астероиды. Поэтому «отлов» метеоритного вещества на орбите Земли во время действия конкретного метеорного потока позволит отбирать вещество ядра известной кометы или астероида. При этом не нужно будет улетать за миллионы километров, либо ожидать десятки лет для изучения вещества, например, кометы Галлея. Ведь с этой целью можно осуществлять «отлов» вещества ее ядра ежегодно в апреле и в октябре, когда при движении Земли по своей орбите во время ее пересечения с кометным веществом действуют метеорные потоки Лириды и Ориониды. Именно их мы должны поймать в открытом космосе, тщательно «законсервировать» и доставить для исследования в земных условиях с помощью современного высококачественного оборудования. При обеспечении полной стерильности такие метеориты, вероятно, принесут наиболее ценные сведения о внеземной жизни.

Ключевые слова: метеороид; астероид; кометное ядро; метеорит; внеземные ресурсы; внеземная жизнь; космический эксперимент; бактериоморфные структуры; астроматериалы; астробиология.

1. ВВЕДЕНИЕ

По мнению известного биохимика Д. Холдейна, везде во Вселенной находятся частички «живого белка» — огромное количество мельчайших живых существ. Он назвал их астропланктоном. Доказать эту гипотезу фактами, полученными при изучении метеороидного вещества, — это одна из важнейших задач современной астробиологии. В том числе и для этого, специалисты НАСА предложили поймать астероид для его детального и всестороннего изучения. Объект диаметром менее 10 м и массой около 500 тонн, планируют захватить с помощью специального беспилотного зонда. После этого при помощи беспилотной роботизированной системы со специальным куполом астероид будет доставлен на орбиту Луны, где его исследует специально подготовленная группа астронавтов. НАСА рассчитывает отправить туда космический челнок «Орион» с экипажем на борту. Астронавты соберут необходимые образцы астероида в специальные контейнеры, которые будут отправлены на Землю для проведения дальнейшего анализа. Предполагается, что основная часть такой операции состоится после 2021 года.

Солнечная система начинала формироваться из протосолнечного газопылевого облака. Поэтому астероиды и кометные ядра состоят из того же первичного вещества. И именно в этих объектах следует искать его особенности. Если сейчас изучают состав тех астероидов и кометных ядер [9–12, 17, 24, 27–30, 43], которые упали на Землю метеоритным материалом [31, 42], то мы предлагаем брать образцы этих пород непосредственно в космосе. Так, астероиды М и S типов богаты металлами, такими как железо, платина, никель и даже золото. В астероидах S типа в большом количестве содержится фосфор, органика и другие элементы. Также выделяют богатый углеродом C тип астероидов [19, 46]. Они могут содержать различные органические соединения и большие запасы замерзшей воды. То есть вода в космосе есть, и ее много [36]. Воду на таких астероидах можно будет добывать для многих космических миссий. И это будет значительно дешевле, чем такие же объемы воды поднять на орбиту с поверхности

* Видьмаченко Анатолий Петрович; ✉ vida@mao.kiev.ua

нашей планеты. Кроме того, астероидную воду можно разделить на необходимый для жизни кислород и используемый для ракетного топлива водород.

2. НАШЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ О КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ДЛЯ «ОТЛОВА» МЕТЕОРИТНОГО ВЕЩЕСТВА

Вместо вышеуказанного дорогостоящего проекта по поимке целого астероида мы предлагаем с помощью космических аппаратов собирать метеоритное вещество, не улетая далеко, а находясь прямо за пределами земной атмосферы, на орбите вокруг Земли [15, 18, 26, 41]. Для этого необходимо создать специальное устройство для ловли пыли и мелких метеоритов в космическом пространстве с помощью специальных метеорных ловушек, изготовленных из геля [20]. Доставленные из близкого космоса метеориты и пыль не будут оплавленными, поскольку не подвергнутся воздействию губительной для живых организмов высокой температуры. При обеспечении полной стерильности это вещество, вероятно, сможет обеспечить нас ценными сведениями о «внеземной» жизни [24, 32–35, 37–41, 43].

Во многих справочных изданиях представлены данные об основных характеристиках около двух десятков ежегодно наблюдаемых метеорных потоков. Каждый из них связан с некоторым «родительским» телом. Большинство из них образуются остатками кометных ядер, а некоторые — и астероидов. Поэтому «отлов» метеоритного вещества на орбите Земли во время действия того или иного метеорного потока позволит отбирать вещество ядра конкретной кометы или известного астероида [4, 5, 16, 29]. И при этом не нужно будет улетать за миллионы километров, либо ожидать десятки лет для изучения вещества, например, кометы Галлея. Ведь для этой цели ежегодно в апреле и в октябре, можно проводить «ловлю» вещества из ядра этой кометы, когда движущаяся по своей орбите Земля встречается с кометным веществом во время действия метеорных потоков Лириды и Ориониды. И для такого исследования нам необходим всего лишь маленький метеороид. Весьма желательно, чтобы он был угольным хондритом, поскольку считают, что именно в такого типа космических телах может быть обнаружена жизнь. А поэтому именно их мы и должны поймать в открытом космосе, тщательно «законсервировать» и затем доставить для исследования в земных условиях с помощью современного высококачественного оборудования. При обеспечении полной стерильности такие метеориты, вероятно, принесут нам наиболее ценные сведения о внеземной жизни.

Таким образом, межпланетное вещество представляет собой благодатный материал для самых разнообразных астробиологических исследований, в том числе позволит получить ценные сведения о возможной внеземной жизни.

3. ТИПЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

Микроорганизмы объединяют археобактерии (или археи), бактерии и эукариоты. Первые двое характеризуются прокариотным строением клетки, то есть в них отсутствует клеточное ядро и ДНК локализована непосредственно в цитоплазме в виде замкнутой в кольцо молекулы. В клетках эукариот есть и ядро, и другие органеллы, которые отделены от цитоплазмы мембранами. Это различие в строении клетки прокариот и эукариот является одной из главных характеристик при описании разнообразия органического мира [14]. Считают, что прокариоты, возможно, были первыми «жителями» Земли, и именно благодаря их жизнедеятельности, на Земле была создана биосфера, определившая развитие всех других организмов. Именно археобактерии могут быть древнейшими представителями живых организмов, которые на раннем этапе развития Земли стали усваивать энергию благодаря ее преобразованию из неорганических элементов. Классическим примером микробного сообщества являются так называемые циано-бактериальные маты (форма сине-зеленых водорослей). Цианобактерии при фотосинтезе выделяют кислород. Такие бактерии, как пурпурные и зеленые, кислород при фотосинтезе не выделяют, и поэтому их называют аноксигенными фототрофными. В современных условиях Земли бактериальная жизнь существует на суше, в водной среде, глубоко подо льдом в Антарктиде и в высоких слоях атмосферы при температурах от -10 до $+120^{\circ}\text{C}$ [7, 8, 22]. При температурах вне этих пределов бактерии могут переходить в спящее состояние. Причем клетки сохраняют устойчивость к неблагоприятным температурным условиям, обезвоживанию и даже к повышенным дозам радиации; при этом они могут находиться в жизнеспособном состоянии в течение миллионов лет. По некоторым данным, окаменевшие микроорганизмы содержатся в породах Земли, относящимся к архейским и протерозойским отложениям [2, 3].

При разделении ископаемых прокариот и эукариот одним из важных критериев является размер клеток, поскольку считается, что в ископаемом состоянии ядра не сохраняются. Размеры клеток прокариот колеблются от 0,1 до 5 мкм, хотя крупнейшие бактериальные организмы могут достигать сотен микрон, а в отдельных случаях — даже нескольких миллиметров. Размеры клеток эукариот обычно превышают 5 мкм, хотя тоже есть исключения. Среди выявленных в метеоритах биоморфных структур встречались формы с размером 1–5 мкм и углеродные образования, размеры которых достигают 50 мкм. Считают вполне вероятным, что последние из них являются остатками не прокариот, а эукариот.

4. БИОГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ. ПСЕВДОМОРФОЗЫ В МИКРООРГАНИЗМАХ В МЕТЕОРИТАХ

К 1990-му году было известно 20 минералов, образующихся при активном участии бактерий. А всего лишь через 10 лет описано уже более 100 минералов, образование которых может быть связано с деятельностью микроорганизмов [6, 7]. Некоторые минералы, например магнетит, могут образовываться внутри клеток магнитотактичных бактерий; фосфатные и другие минералы могут откладываться как снаружи, так и внутри клеток [23]. Результаты изучения ископаемых бактерий показывают, что минералообразование под влиянием бактерий или с их участием — это процесс, который появился на Земле вместе с возникновением бактерий [22]. В конце XX — в начале XXI столетия в связи с освоением новой техники с высоким пространственным разрешением значительно возрос интерес к результатам биологических исследований астроматериалов [12, 46]. Основным источником такой биологической информации являются метеориты, которые относятся к классу углистых хондритов. Все полученные данные о возрасте метеоритов находятся в интервале 4,4–4,59 млрд. лет; астероиды и кометные ядра имеют такой же возраст. Наиболее интересные материалы получены из метеоритов Мерчисон, Ефремовка, Альендэ, Оргейль, Алайс, Муррей, Нагоя, Ивуна и некоторых других. Сохранение бактерий в ископаемом состоянии связано с их очень быстрой минерализацией, которая должна была произойти до начала деградации бактериальных тел. Исследование биологического материала в телах космического происхождения началось с упавшего в Тунисе в 1931 году метеорита Татахоюн, при повторном исследовании его обломков в 1994 году. На их поверхности были обнаружены подобные бактериальным формы в виде маленьких стержней размером около 80 нм. Эти образования соответствовали всем требованиям их возможной биогенности. В частности, на это указывала их форма, напоминающая колонии бактерий, и характерные размеры. Также подобные структуры были найдены в марсианском метеорите ALH 84001 (рис. 1), что упал в Антарктиде в 1984 году. Ими оказались кристаллы магнетита, размещенные в карбонате; по составу они напоминали современные магнитотактичные бактерии. Такие останки бактерий в метеоритном веществе продолжают находить и сейчас. Так, в метеоритах Алиас, Оргэйль, Мигей Ричард Ховер обнаружил останки, подобные цианобактериям и останкам других прокариот (напомним, что это организмы без ядра в клетке). Найденные останки бактерий могут быть останками живых организмов, живших в родительском для метеоритов теле. Так, например, на образцах метеорита Алиас найдено значительное количество углеродосодержащего материала. Этой особенностью он оказался непохожим на известные до того времени образцы железных, каменных и железно-каменных метеоритов. Метеорит Алиас стал первым представителем нового типа метеоритов, которые начали называть углистыми хондритами. Данный тип указывает на такие характерные особенности: они перенасыщены углеродом, имеют черный цвет, в них присутствуют специфические включения сферической формы силикатного состава с характерным размером около одного миллиметра, которые назвали хондры.

Наиболее типичными представителями минералов в их составе является оливин и пироксен. На Земле они обычно образуются на достаточно большой глубине (в мантии) в условиях высокой температуры. Хондры окружены минералами и по своему строению и химическому составу напоминают полевой шпат, который на Земле образуется при охлаждении и кристаллизации мантийного вещества, поднимающегося

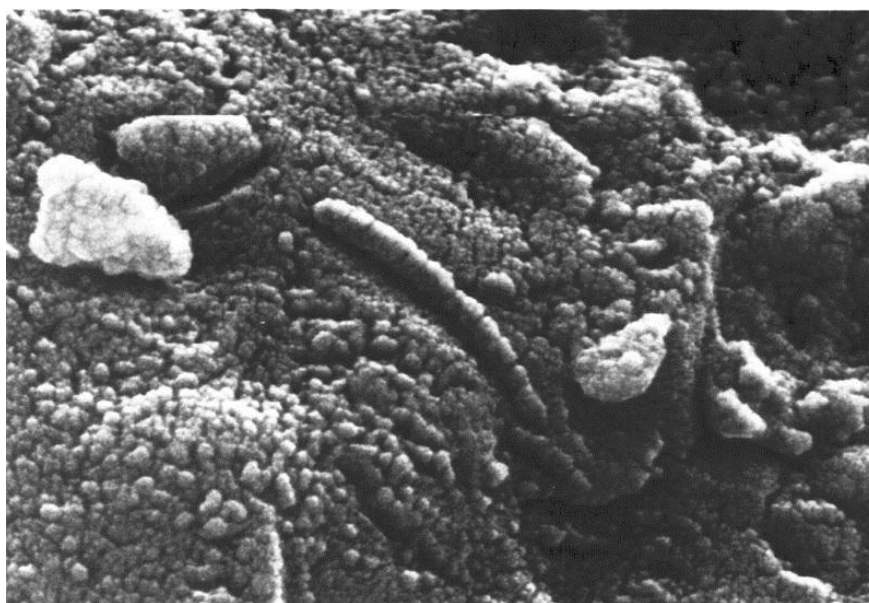


Рис. 1. Вероятные структуры бактерий в метеорите ALH 84001 при увеличении с электронным микроскопом [47]

из глубины на поверхность. Считают, что хондры образуются в результате быстрого (в течение нескольких минут) разогрева исходной породы до температур 1500–1900°C; это приводит к ее плавлению и последующему медленному (в течение нескольких часов) охлаждению.

В 1863 году вблизи французской деревни Оргейль выпал метеоритный дождь. Тогда было найдено более 20 обломков. Но только в 1960 году американским биохимикам с помощью масс-спектрометра удалось обнаружить в летучих соединениях углистых хондритов одну из четырех азотистых оснований ДНК — цитозин. А через год было объявлено об обнаружении еще и алифатических и ароматических соединений углерода, аминокислот, липидов, порфиринов, пуриновых и пирамидиновых азотистых оснований.

В 1969 году в Австралии возле населенного пункта Мерчисон упали фрагменты углистых хондритов общей массой более 100 кг. Обломки данного метеорита были собраны практически сразу же после падения. Это в значительной степени исключало возможность «загрязнения» их внутренних частей земными микроорганизмами и продуктами их жизнедеятельности. Его исследование позволило выявить более сотни аминокислот, часть из которых (глицин, аланин, глутаминовая кислота и т.п.) входят в состав стандартного набора аминокислот, присутствующих во всех земных организмах.

Аминокислоты достаточно распространены в космосе. Но во всех опытах по их абиогенному синтезу правые и левые изомеры аминокислот (обозначены D и L) присутствуют в органическом веществе почти в одинаковых количествах, лишь с небольшим преобладанием L хиральности. Однако именно нарушения данной симметрии, с преобладанием левой формы, всегда считалось уникальным признаком живого на Земле. Как выяснилось, в метеорите Мерчисон и во многих других углистых хондритах данная симметрия также имеет преобладание L-форм.

Этот феномен пытались объяснить проникновением вглубь фрагментов метеорита земных загрязнений. Но в 1997 году было доказано, что изотопный состав азота в обнаруженных в метеорите аминокислотах существенно отличается от земного. Среди органических веществ в метеорите Мерчисон наибольший интерес представляет еще и выявление нуклеиновых кислот: гуанина, аденина, урацила, пурина, ксантина, гипоксантина и некоторых других. Особо отмечалось, что часть из них входит в состав ДНК и РНК всех живых клеток.

В очередной раз дискуссии на тему внеземного возникновения живого из неживого в процессе эволюции (абиогенеза) возобновились в 1990-х годах, когда возросла доступность исследователей к электронным микроскопам и появилось новое поколение приборов, позволяющее получить много новых данных. В 1996 году в обнаруженном ранее в Антарктиде метеорите ALH 84001, который признается фрагментом выбитого 1,5 млрд. лет назад осколка марсианской породы, с помощью электронного микроскопа удалось рассмотреть минерализованные останки возможных бактерий и вкрапления кристаллов магнетита (Fe_3O_4) и грейгита (Fe_3S_4) в виде гранул (рис. 1). На Земле такие гранулы обычно появляются в результате процессов жизнедеятельности так называемых магнитотаксичных бактерий.

В начале XXI века при изучении десятка метеоритов пришли к выводу, что во многих углистых хондритах наблюдаются образования, которые с достаточно высокой степенью вероятности могут быть идентифицированы как минерализованные останки микроорганизмов, некогда обитавших в этих породах. Кроме того, в этих же метеоритах фиксируется большое количество сложных органических веществ и заметное различие в распределении изотопов углерода в зависимости от вышеупомянутой хиральности изомеров аминокислот. Поэтому считают очень вероятным и достаточно обоснованными то, что появление жизни на Земле стало возможным в результате доставки сюда колоний уже достаточно развитых одноклеточных организмов метеоритами — панспермии.

В случае подтверждения гипотезы о зарождении жизни вне Земли неизбежно возникнет вопрос о том, а где же и при каких условиях она зародилась в космосе, и каким же образом впоследствии эта жизнь достигла Солнечной системы?

5. ТРУДНОСТИ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВНИХ ПОРОД И АСТРОМАТЕРИАЛОВ

Практически одновременно с опубликованием материалов о нахождении в метеоритах органического вещества и бактериоморфных структур появились публикации, в которых отрицалось внеземное происхождение этих находок, и они трактовались как артефакты или как загрязнение земной жизнью [1, 12]. Ведь попав на Землю, а затем и в музейные коллекции, метеориты нередко осваивались микроорганизмами. Но надо иметь в виду, что при поиске бактериоморфных структур в метеоритах исследуются так называемые псевдоморфозы, которые тесно связаны с породой, а не лежат на поверхности образца [2, 9–11]. Они образованы минералами, по составу практически не отличающиеся от состава самого метеорита [12]. Другое возражение против интерпретации биоморфных структур в метеоритах связано с очень мелкими (нанометровыми) их размерами в метеорите ALH 84001 [25]. В настоящее время подтверждено широкое распространение нанобактерий на Земле [13]. В работе [6] показана принципиальная неразличимость современных нанобактерий и объектов из метеорита ALH 84001. Иногда среди синтезированных

материалов, например, гетита и гематита наблюдаются выделения, которые также очень напоминают бактерии. На Земле встречаются явно абиогенные полимерные кристаллы, такие, например, как керит, которые трудно отличить от фоссилизированной микробной и даже цианобактериальной форм [45].

6. ВЫВОДЫ

Имеющиеся сегодня данные по углистым хондритам указывают на присутствие в них псевдоморфоз по микробам. Из возраста метеоритов следует, что жизнь могла возникнуть еще до образования Земли, ведь метеоритам 4,6 млрд. лет, а там уже есть жизнь, тогда как Земля — еще только образуется.

Таким образом, данные по углистым хондритам недвусмысленно указывают на внеземное происхождение жизни, поскольку жизнь могла возникнуть гораздо раньше образования Земли. Обнаружение псевдоморфоз по микроорганизмам в углистых хондритах указывает на идею о правдоподобной возможности переноса организмов в ледяных ядрах комет. Исследования организмов в антарктических льдах и вечной мерзлоте показали, что в анабиозе многие организмы могут находиться миллионы лет и, следовательно, могут путешествовать в космосе длительное время и на большие расстояния. Однако пока мы можем говорить только о времени появления жизни на Земле, а не о ее происхождении (зарождении). Во всяком случае, это справедливо для последних 4,2 млрд. лет, то есть для документированной геологической истории земной жизни.

1. *Anders E.* Meteoritic Hydrocarbons and Extraterrestrial Life // *Annals of the New York Academy of Sciences.* — 1962. — Vol. 93, Issue 14. — P.651–657.
2. *Astafieva M.* The investigation of microfossils in ancient rocks: the comparison of different techniques // *European Planetary Science Congress (23–28 September 2012, Madrid, Spain).* id. EPSC2012-9.
3. *Astafieva M.M., Rozanov A.Yu., Hoover R.B.* Comparative methods of investigating microfossils in ancient Archaean to Lower Proterozoic (AR-PR1) rocks // *Proceedings of the SPIE.* — 2010. — Vol. 7819, id. 781907. <https://doi.org/10.1117/12.861622>
4. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N.* Several twilight bolides over Kiev in 2013–2015 — fragments of comets nuclei // *International conference Meteoroids 2016, at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk, the Netherlands from 6–10 June 2016.* Poster 63.
5. *Dashkiev G.N., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., et al.* Registration of Traces of Electrophonic Fireballs in the “Unified Churyumov Network” // *49th Lunar and Planetary Science Conference (19–23 March, 2018, Woodlands, Texas).* LPI Contribution No. 2083, id.1107.
6. *Folk R.L., Lynch F.L.* Carbonaceous objects resembling nannobacteria in the Allende meteorite // *Proc. SPIE, Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology.* — 1998. — Vol. 3441. — P. 112–122. <https://doi.org/10.1117/12.319830>
7. *Gerasimenko L., Orleansky V., Zaitseva L.* Mineralization of Cyanobacteria // *Perspectives in Astrobiology. Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Perspectives in Astrobiology (October 7–16, 2002, Chania, Crete, Greece).* Edited by R.B. Hoover, A.Yu. Rozanov, R. Paepe. — IOS Press, Amsterdam, Netherlands, 2005. — P.38.
8. *Gerasimenko L., Zavarzin G.A., Rozanov A.Y., et al.* Cyanobacterial mats and mineralization of cyanobacteria // *Proc. SPIE. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology.* — 1998. — Vol. 3441. — P.254–263. <https://doi.org/10.1117/12.319850>
9. *Gillet Ph., Barrat J.A., Heulin Th., et al.* Bacteria in the Tatahouine meteorite: nanometric-scale life in rocks // *Earth and Planetary Science Letters.* — 2000. — Vol. 175, No. 3–4. — P.161–167. [https://doi.org/10.1016/s0012-821x\(99\)00291-5](https://doi.org/10.1016/s0012-821x(99)00291-5)
10. *Gorlenko V.M., Zhmur S.I., Duda V.I., et al.* Fine Structure of Fossilized Bacteria in Volyn Kerite // *Origins of Life and Evolution of the Biosphere.* — 2000. — Vol. 30, No. 6. — P.567–577. <https://doi.org/10.1023/a:1026580615153>
11. *Hoover R.B., Jerman G.A., Rozanov A.Y., et al.* Biomarkers and Microfossils in the Murchison, Rainbow, and Tagish Lake meteorites // *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology V. Proceedings of the SPIE.* — 2003. — Vol. 4859. — P.15–31. <https://doi.org/10.1117/12.463321>
12. *Hoover R.B., Rozanov A.Y.* Microfossils, biominerals, and chemical biomarkers in meteorites // *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology VI. Proceedings of the SPIE.* — 2003. — Vol. 4939. — P.10–27. <https://doi.org/10.1117/12.501868>
13. *Kajander E.O., Bjorklund M., Ciftcioglu N.* Mineralization by nanobacteria // *Proc. SPIE. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology.* — 1998. — Vol. 3441. — P.86–94. <https://doi.org/10.1117/12.319825>
14. *Kozyrovska N.O., Vidmachenko A.P.* Development of concept for detecting of nanoveziculus and viruses in astromaterials and defining their biosecurity // *XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018).* The program and abstracts. — P.86–88.
15. *Kruchynenko V.G., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., et al.* Space viruses invade the Earth’s atmosphere // *Abstract book of X International conference Near-Earth Astronomy (October 2–6, 2017, IA RAS, Kuban State University, Krasnodar).* — P.85–85.
16. *Kruchynenko V.G., Zhilyaev B.E., Vidmachenko A.P., et al.* Lyrids 2018: Traces of slow “smoky” meteors in the season of daytime observations // *International Conference “Astronomy and Space Physics” (May 29 — June 01, 2018, Kyiv, Ukraine).* Book of Abstracts. — P.65–65.

17. *McKay D.S., Gibson E.K., Jr., Thomas-Keprta K.L., et al.* Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001 // *Science*. — 1996. — Vol. 273, Issue 5277. — P.924–930.
<https://doi.org/10.1126/science.273.5277.924>
18. *Morozhenko O.V., Vidmachenko A.P.* Possible space experiment “Mineralogical mapping of the Moon’s surface” // 17th Ukrainian Conference on Space Research (Odessa, Aug. 21–25, 2017). — P.44.
19. *Nagy B.* Carbonaceous Meteorites (Book Review) // *Astrophysical Letters*. — 1977. — Vol. 18. — P.98.
20. *Rietmeijer F.J.M.* At the interface of silica glass and compressed silica aerogel in Stardust track 10: Comet Wild 2 is not a goldmine // *Meteoritics & Planetary Science*. — 2016. — Vol. 51, Issue 3. — P.574–583.
<https://doi.org/10.1111/maps.12608>
21. *Rozanov A., Astafieva M.* Early Stages of the Earth Biosphere Evolution // European Planetary Science Congress (14–18 September 2009, Potsdam, Germany). — P.283.
22. *Rozanov A.Y.* Some problems of bacterial mineralization and sedimentation // *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology VI. Proceedings of the SPIE*. — 2003. — Vol. 4939. — P.83–87.
<https://doi.org/10.1117/12.486699>
23. *Rozanov A.Y., Zhegallo E.A., Ushatinskaya G.T., et al.* Bacterial paleontology for astrobiology // *Proc. SPIE. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV*. — 2002. — Vol. 4495. — P.283–294.
<https://doi.org/10.1117/12.454765>
24. *Steele A., Goddard D.T., Stapleton D., et al.* Investigations into an unknown organism on the Martian meteorite ALH84001 // *Meteoritics & Planetary Science*. — 2000. — Vol. 35, No. 2. — P.237–241.
<https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2000.tb01772.x>
25. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P.* Areas for Comfortable Human Habitation on the Mercury // *Mercury: Current and Future Science of the Innermost Planet, Proceedings of the conference (1–3 May 2018, Columbia, Maryland)*. LPI Contribution No. 2047, id.6015.
26. *Steklov A.F., Kolotilov N.N., Kruchinenko V.G., et al.* Planetary protection, bioresources and symbiotechnical systems of nature management in the scientific heritage of Klim Ivanovich Churyumov // *Proceedings of the 6 Interregional Scientific Conference “Astronomy and present”*. Vinnytsia / Science editors Zabolotnyi V.F., Mozhovyi O.V. — FOP “Pyshnyi O.A.”, 2017. — P.61–67.
27. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P.* An experiment to trap astromaterials in space in order to find bacteriomorphic structures // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.53–56.
28. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., et al.* Elements of planetary protection against asteroid and comet hazard // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.65–67.
29. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., et al.* Where and how should be placed humanity to protect against asteroidal and cometary hazards? // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.67–69.
30. *Steklov E.O., Kruchynenko V.G., Steklov A.F., et al.* Successful twilight observations of eta-Aquarid shower in “Unified Churyumov Network” // XIX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Bila Tserkva, Ukraine, May 24–25, 2017). The program and abstracts. — P.75–76.
31. *Vidmachenko A.P.* Settling of dust in Jupiter’s atmosphere after the impact of fragments of comet Shoemaker-Levy 9 // *Kinematics Physics of Celestial Bodies*. — 1995. — Vol. 11, No. 4. — P.14–16.
32. *Vidmachenko A.P.* Is there life on Mars and where necessary to search for its traces // *Astronomy and present: materials of 5 Interregional Scientific Conference (April 12, 2016, Vinnytsia, Ukraine)* / Science editor A.V. Mozhovyi. — Vinnytsia: FOP “NP Kostiuk”. — P.43–48.
33. *Vidmachenko A.P.* On possible life on Jupiter’s satellite Io // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.17–18.
34. *Vidmachenko A.P.* Processes on the “young” Mars: possible developments of events // XVIII International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26–27, 2016). The program and abstracts. — P.16–17.
35. *Vidmachenko A.P.* Traces of life on Mars must be sought around the valley Hellas in areas where the water coming out from under the planet’s surface // XVIII International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26–27, 2016). The program and abstracts. — P.14–16.
36. *Vidmachenko A.P.* Water in Solar system // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.91–93.
37. *Vidmachenko A.P.* What forms of life could have arisen in the ancient conditions of Mars? // XIX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Bila Tserkva, Ukraine, May 24–25, 2017). The program and abstracts. — P.16–17.
38. *Vidmachenko A.P.* Where is Necessary to Search Traces of Life on Mars? // *Biosignature Preservation and Detection in Mars Analog Environments conference*. May 16–18, 2016. — Hyatt Regency Lake Tahoe. — Abstract #2002.
39. *Vidmachenko A.P.* Where should one look for traces of life on Venus? // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.12–14.

40. Vidmachenko A.P. Where Should Search Traces of Life, Which Could Appear on Mars in the First 300 Million Years // 4th International Conference on Early Mars: Geologic, Hydrologic, and Climatic Evolution and the Implications for Life, Proceedings of the conference. 2–6 October 2017. — Flagstaff, Arizona. LPI Contribution No. 2014, 2017, id.3005.
41. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. The role of “asteroid taxis” at mastering of Solar system // XX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Uman, Ukraine, May 23–24, 2018). The program and abstracts. — P.21–23.
42. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. The study of cometary material on the surface of the Earth // Astronomical School's Report. — 2013. — Vol. 9, No. 2. — P.146–148. <https://doi.org/10.18372/2411-6602.09.2146>
43. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. Where else might be life in the Solar system? // XIX International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists” (Bila Tserkva, Ukraine, May 24–25, 2017). The program and abstracts. — P.21–23.
44. Weiss B.P., Kim S.S., Kirschvink J.L., et al. Magnetic Tests for Magneto some Chains in Martian Meteorite ALH84001 // Proceedings of the National Academy of Science. — 2004. — Vol. 101, Issue 22. — P.8281–8284. <https://doi.org/10.1073/pnas.0402292101>
45. Yushkin N.P. Hydrocarbon crystals as protoorganisms and biological systems predecessors // Proc. SPIE. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology. — 1998. — Vol. 3441. — P.234–246. <https://doi.org/10.1117/12.319842>
46. Zhmur S.I., Gerasimenko L.M. Biomorphic forms in carbonaceous meteorite Allende and possible ecological system as producer of organic matter of chondrites // Proc. SPIE Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology II. — 1999. — Vol. 3755. — P.48–58. <https://doi.org/10.1117/12.375086>
47. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a8/ALH84001_structures.jpg/800px-ALH84001_structures.jpg

Космічний експеримент по «відлову» астроматеріалів у ближньому космосі з метою пошуку позаземного життя

Відьмаченко А.П.^{1,2}, Стеклов О.Ф.^{1,3}

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України, 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 27

²Національний університет біоресурсів та природокористування України, 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

³Міжрегіональна Академія управління персоналом, 03039, г. Київ, ул. Фрометівська, 2

Астероїди і кометні ядра складаються з тієї ж первинної речовини, що й газопилова хмара, з якої сформувалася Сонячна система. Зараз цю речовину вивчають по впавшому на земну поверхню метеоритному матеріалу. Фахівці НАСА запропонували після 2021 року зловити цілий астероїд для його детального вивчення. Об'єкт діаметром до 10 м і масою ≈ 500 тон планують захопити за допомогою спеціального безпілотного зонда, доставити його на орбіту Місяця, там зібрати зразки астероїда в спеціальних контейнери і відправити на Землю для проведення подальшого аналізу. Замість такого дорогого проекту по відлову астероїда ми пропонуємо збирати метеоритну речовину за допомогою космічних апаратів, перебуваючи на орбіті навколо Землі прямо за межами земної атмосфери. Для цього необхідно створити спеціальний пристрій для захвату в космічному просторі пилу й дрібних метеоритів своєрідними «метеоритними гелевими тенетами». Доставлені з близького космосу метеорити й пил не будуть оплавленими, оскільки не піддадуться впливу згубної для живих організмів високої температури. При забезпеченні повної стерильності ця речовина, ймовірно, зможе забезпечити нас цінними відомостями про «позаземне» життя. Щорічно спостерігається близько двох десятків основних метеорних потоків. Кожен з них пов'язаний з «батьківським» тілом, яким є кометні ядра і астероїди. Тому «відлов» метеоритної речовини на орбіті Землі під час дії конкретного метеорного потоку дозволить відбирати речовину ядра відомої комети або астероїда. При цьому не потрібно буде летіти за мільйони кілометрів або чекати десятки років для вивчення речовини, наприклад, комети Галлея. Адже з цією метою можна здійснювати «відлов» речовини її ядра щорічно в квітні і в жовтні, коли при русі Землі по своїй орбіті під час її перетину з кометною речовиною діють метеорні потоки Ліриди і Оріоніди. Саме їх ми повинні зловити у відкритому космосі, ретельно «законсервувати» і доставити для дослідження в земних умовах за допомогою сучасного високоякісного обладнання. При забезпеченні повної стерильності такі метеорити, ймовірно, принесуть нам найцінніші свідчення про позаземне життя.

Ключові слова: метеороїд; астероїд; кометне ядро; метеорит; позаземні ресурси; позаземне життя; космічний експеримент; бактеріоморфні структури; астроматеріали; астробіологія.

Space experiment on the “catching” of astromaterials in near space to search for extraterrestrial life

Vidmachenko A.P.^{1,2}, Steklov A.F.^{1,3}

¹The Main astronomical observatory of the NAS of Ukraine, 03143, Academician Zabolotny str., 27, Kyiv, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 03041, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, Ukraine

³Interregional Academy of Personnel Management, 03039, Frometivska str., 2, Kyiv, Ukraine

Asteroids and cometary nuclei consist of the same primary substance as the gas-dust cloud from which the solar system was formed. Now this substance is being studied in the meteorite material that fell to the Earth's surface. NASA experts suggested after 2021 to catch an entire asteroid for its detailed study. The object with a diameter of up to 10 m and a mass of ≈ 500 tons is planned to be captured with a special unmanned probe, then delivered to the Moon's orbit; there the samples of the asteroid will be collected in special containers and sent to Earth for further analysis. Instead of such an expensive project to capture an entire asteroid, we propose to collect the meteorite substance with the help of

spacecraft, being in orbit around the Earth right outside the terrestrial atmosphere. To do this, it is necessary to create a special device for catching dust and small meteorites in outer space with the help of a special meteoric network-traps made of gel. Delivered from near space meteorites and dust will not be exposed to high temperatures, which are harmful to living organisms. While ensuring complete sterility, this substance is likely to be able to provide us with valuable information about "extraterrestrial" life. Annually, about two dozen major meteor showers are observed. Each of them is connected with the "parent" body, which are cometary nuclei and asteroids. Therefore, the "capture" of meteoritic matter in the Earth's orbit, during the action of a particular meteor shower, will select the substance of the nucleus of a known comet or asteroid. At the same time, it will not be necessary to fly away for millions of kilometers, or to wait tens of years to study matter, for example, the nucleus of Halley's comet. After all, for this purpose, it is possible to carry out "catching" of matter from the nucleus of this comet annually in April and in October, when the Earth, moving in its orbit, meets with the cometary substance under the action of meteor showers Lyrids and Orionids. We must catch them in outer space, carefully "preserve" and deliver them for thorough research in terrestrial conditions with the help of modern high-quality equipment. While ensuring complete sterility, such meteorites are likely to bring us the most valuable information about extraterrestrial life.

Keywords: meteoroid; asteroid; comet nucleus; meteorite; extraterrestrial resources; extraterrestrial life; space experiment; bacteriomorphic structures; astromaterials; astrobiology.

Надійшла до редакції / Received 16.07.2018
Прийнята до друку / Accepted 15.08.2018