

---

## РОССИЙСКАЯ КОСМОЛОГИЯ В РЕШЕНИИ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

**Авилов В. И.**

д. т. н., главный научный сотрудник  
Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

**Авилова С. Д.**

д. б. н., главный научный сотрудник  
Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.  
*E-mail: avands@yandex.ru*

*Используя экосистемный подход, авторы анализируют достижения современной космонавтики с точки зрения возможных проявлений жизни на космических объектах для объяснения базовых планетарных процессов и явлений. Новый взгляд на космические проблемы с экосистемных позиций позволил выдвинуть и обосновать концепцию вселенского распространения явления хемолитоавтотрофии. Высказанная идея дает импульс теоретическим исследованиям по проблеме происхождения жизни и планетарным процессам. Из нее следуют более точные оценки потенциальных ресурсов космоса, приближающие реализацию планов освоения космических объектов.*

**Ключевые слова:** проблемы космонавтики, жизнь, хемолитоавтотрофия, ресурсы.

*In this work the authors, using the ecosystem approach, analyze modern astronautics achievements from the point of view of possible life displays on space objects to explain basic planetary processes and phenomena. Reconceptualization of space problems in the ecosystem context has allowed to suggest and substantiate the concept of the chemolytoautotrophy phenomenon universal distribution. The stated idea gives an impulse to theoretical researches on the life origin problem and on planetary processes. The more exact estimations of potential space resources that bring closer realization of space objects development plans follow from this.*

**Keywords:** astronautics problems, life, chemolytoautotrophy, resources.

**На современном этапе** человечество готово вкладывать большие деньги в освоение космоса, имея в виду научное, военное, прикладное и даже развлекательное значение космических разработок. История современной цивилизации подсказывает: главный интерес человека – в самосознании через изучение дальних миров, поиск своего места во Вселенной. Созерцание неба постепенно привело к развитию основ астрономии, механики и многого другого, положив начало космо-

*Век глобализации 2/2011 163–173*

логии. Современная космонавтика вобрала в себя опыт практически всех наук, начиная от точнейших методов физхимии и кончая постулатами философии.

Исследование космического пространства находится на передовой линии фундаментальной науки. В наш век, когда многое измеряется финансами, реализация космических программ зависит от капиталовложений. Передовые европейские страны, США, Япония, Китай, Индия, вкладывая значительные средства, за последние два десятилетия запустили десятки космических аппаратов и добились крупных успехов в познании дальнего космоса. Создание и вывод на околоземную орбиту только одного космического телескопа «Хаббл» с помощью шаттла «Дискавери» в 1990 г. обошлись в 2,5 млрд долларов. NASA платит 56 млн долларов за отправку каждого американского космонавта на МКС. Затраты на работу европейского марсохода EхоMars-2018, планируемую в благоприятном астрономическом окне весной 2018 г. на планете Марс, уже сейчас оцениваются в 850 млн евро. Это лишь отдельные примеры ежегодного финансирования космических проектов, составляющего поистине астрономические суммы. Вполне резонно возникает вопрос: во имя чего такие суммы тратит человечество? И какое место сможет занять в этой гонке Россия?

Не секрет, что Россия не смогла удержать статус космического первопроходца – СССР. О двадцати годах бесплодных усилий пишет академик Э. М. Галимов [2010]. По его мнению, организация планетарно-космических исследований в России была «крайне непродуктивной» – за эти годы не было сделано ни одного запуска в сторону Луны и планет. Необходимо извлечь уроки и ориентировать отечественную космонавтику на выбор путей развития. С этой позиции стоит оценить достигнутое, чтобы выбрать наиболее перспективное направление для дальнейшего эффективного изучения космоса.

**Достижения современной космонавтики** обеспечили получение сведений по базовым планетарным переменным (по В. И. Вернадскому) – основному химическому составу и фазовому состоянию вещества, термодинамическим переменным, отрывочных данных по компонентам живого вещества. В этом ключе уместно вспомнить опасения ученых инфицировать Землю неизвестными бактериями с первых образцов лунного грунта. Но космические объекты и детали конструкции, побывавшие в открытом космосе, оказались стерильными, что практически опровергло концепцию панспермии, предполагавшей перенос и распространение белковой формы жизни космическими телами.

Теперь наблюдается обратная тенденция – микроорганизмов из космоса не боятся, их специально разыскивают. Поиск жизни во Вселенной продолжается всеми доступными средствами, и это становится чуть ли не главным направлением. Во всяком случае, результаты большей части самостоятельных и бесценных натуральных измерений, выполненных межпланетными станциями, используют как аргумент в пользу существования или отсутствия жизни на космических телах. Возможно, просто подогревая интерес общественности и оправдывая затраты средств налогоплательщиков. И это лишний раз подчеркивает глубочайшую заинтересованность человека в обнаружении себе подобных, живых организмов. По этому направлению ведутся интенсивные исследования, широко освещаемые в СМИ (журнал «Новости космонавтики» 2010 г. и др.).

Орбитальная американская станция Mars Odyssey дистанционно обнаружила наличие залежей подповерхностного марсианского льда. Аппарат – зонд Phoenix (США) совершил посадку на Марс в мае 2008 г. В ходе пятимесячной работы зонд отправил на Землю результаты изучения химического состава марсианской почвы. Анализ и обработка полученных измерений подтвердили обнаруженное ранее наличие льда под поверхностью почвы, что повысило энтузиазм сторонников идеи существования жизни на планете.

Возможность обнаружения следов жизни несут и другие космические программы. Японский межпланетный аппарат Hayabusa (Сокол) был запущен в мае 2003 г. для встречи и контакта с крохотным астероидом длиной немногим более 0,5 км. В ноябре 2005 г. он коснулся астероида трубой грунтозаборника, а в июне 2010 г. возвращаемая капсула приземлилась в Австралии, доставив в ловушке мелкие частицы астероида размером около 10 мкм и менее – до 1 мкм (микрона). Образцы намечено изучить в 10 университетах мира. Успех вдохновил японских исследователей. В их планы входит запуск нового астероидного зонда Hayabusa-2 в 2014 г. По этому проекту, оцениваемому в 200 млн долларов, зонд планируют запустить к астероиду (диаметром около 1 км), богатому углеродом и относящемуся к раннему периоду Солнечной системы. Задача зонда – отобрать образцы грунта астероида и доставить их на Землю в 2020 г. для разнопланового изучения. В частности, возможна проверка концепции панспермии, которая продолжает интриговать некоторых ученых.

Астрофизическое направление космонавтики заметно прогрессирует. Идея использовать для астрономических наблюдений искусственный спутник, поставив на него телескоп, родилась почти век тому назад. С началом космической эры появилась практическая возможность создать внеземные обсерватории. Выведенные на орбиту космические телескопы обладают понятными преимуществами по сравнению с земными собратьями. С их помощью выполнены многочисленные уникальные измерения, получены новые научные факты. О них широко информируют общественность, они часто становятся новостью № 1 в прессе. Интерес к ним вызван и подогревается тем, что получаемая информация имеет прямое отношение к проблемам жизни. Назовем наиболее значимые результаты.

Уникальный космический телескоп «Хаббл» (Hubble) весом 11,1 т был доставлен на орбиту в грузовом отсеке шаттла «Дискавери» в 1990 г. За 20 лет его работы более 4 тысяч астрономов получили возможность использовать «Хаббл» для исследования. Свет, отраженный от главного зеркала телескопа, направляется в электронные фотокамеры. Поступающие от них сигналы принимают в центре обработки, воспроизводя снимок космического объекта. Дополнительная обзорная камера позволяет вести наблюдения в спектральном диапазоне от инфракрасной зоны до ультрафиолета. Поток данных ежедневно составляет 15 Гбайт. Они постоянно несут новую бесценную информацию, открывая широкие возможности для ее интерпретации.

На основе измерений выдвинута гипотеза, связывающая массу черных дыр и свойства Галактики. Получена современная космологическая модель, которая представляет собой Вселенную, расширяющуюся с ускорением и заполненную темной энергией. Назван возраст Вселенной – 13,7 млрд лет.

Обсерватория «Кеплер» (Kepler) с телескопом-фотометром была выведена на гелиоцентрическую орбиту, близкую к орбите Земли, в марте 2009 г. [Ильин 2010].

«Кеплер» (США) постоянно нацелен на один и тот же участок неба, где «высвечиваются» более 150 тыс. звезд. В их исследовании применен метод транзитов, наиболее эффективный для обнаружения планет. Во множестве звезд выделяют те, у которых блеск периодически чуть-чуть ослабевает. Такие регулярные частные затмения звезды связывают с «прохождением» планеты по ее диску. Метод фиксирует только планеты, у которых плоскость орбиты пересекает диск звезды. Поэтому вероятность обнаружения планет чрезвычайно мала, но она возрастает при увеличении как времени непрерывного измерения блеска отдельной звезды, так и числа одновременно тестируемых звезд. Именно эти качества, присущие «Кеплеру», обеспечили гарантированную удачу. За несколько месяцев работы ему удалось зафиксировать более 700 «звездных затмений», то есть следы потенциальных кандидатов в планеты. Целенаправленные наблюдения за кандидатами привели к открытию планетарных систем с солнцеподобными звездами, названными Kepler-9, 10 и уже 11. Считают, что среди кандидатов имеется около 140 землеподобных планет, превышающих по диаметру Землю не более чем в 2 раза. Обнаружение таких планет всегда было мечтой многих астрономов, так как по принципу подобия на них можно ожидать присутствие жизни вплоть до инопланетных цивилизаций.

Детальная обработка данных обсерватории «Кеплер» в совокупности с материалом наземных обсерваторий, использующих иные методы наблюдений (смещение положения звезды, смещение линий поглощения элементов в спектре звезды, прямое видение и др.), утвердили факт существования большого количества новых планет. Уже сейчас имеются основания сделать вывод о наличии собственной планетарной системы (наподобие Солнечной системы) у большинства звезд. И на многих может быть жизнь, подтверждая высказанную авторами идею «всежизни» – о повсеместном ее распространении [Авилов, Авилова 2009а: 142].

В пользу этой идеи говорят также измерения, выполненные орбитальным инфракрасным телескопом WISE (США). Начиная с декабря 2009 г. им совершен полный обзор неба, при этом американские ученые получили около 1,3 млн кадров, на которых видны разнообразные объекты [Ильин 2010]. ИК-детекторы уловили излучения от космических тел и образований в четырех диапазонах (от 3,3 до 23 мкм). Инфракрасная обсерватория WISE увидела свыше 60 тыс. астероидов, 70 комет (часть из них новые), облако разлетающейся материи вокруг умирающей звезды – как полагают, атомы кислорода, светящиеся в самом длинном диапазоне волн. Во всех четырех диапазонах получены снимки туманностей и галактик, при этом удалось различить изображения в диапазонах 3,4 и 4,6 мкм (синие и голубые точки), где преобладает излучение звезд и на длинах волн 12 и 24 мкм зеленый и красный цвета соответствуют в основном свечению нагретого газа и пыли. Соединенные вместе четыре изображения создают сказочно красивые картины этих объектов в виде фантастических скоплений облаков пыли и газа с огоньками звезд. Интерпретаторы изображений предположительно говорят о зонах активного звездообразования, сильных звездных ветрах, уносящих пыль и газ от центра звездного скопления. На других снимках, наоборот, газовое облако сконцентрировано в центре туманности, где происходят процессы звездообразования. Там находят много молодых звезд, оценивая их возраст в миллион лет. Астрофизические исследования указывают на факты создания себе подобных звезд и их обра-

зований, включая планетные системы, во Вселенной, что является одним из важных показателей и проявлений жизни.

К настоящему времени автоматическими межпланетными станциями собрана информация о вулканизме на спутнике Юпитера Ио, спутнике Сатурна Энцелад, на Венере и предположительно на Марсе, где есть намеки на недавние лавовые потоки. Миссия «Кассини-Гюйгенс» определила аномально высокое содержание метана – порядка 5 % – в атмосфере Титана, спутника планеты Сатурн. На снимках поверхности Титана видны глыбы льда, дренажная система, образованная, возможно, жидким метаном, и заполненная им затемненная область. Присутствие радиогенного  $^{40}\text{Ar}$  в атмосфере Титана свидетельствует о дегазации недр космического тела [Галимов 2010]. Межпланетный зонд «Галилео» передал изображение спутника Юпитера Европы, покрытого панцирем льда. Предположительно лед является плавающим, толщина достигает километров, а под ним – океан жидкой воды.

**Новые научные факты вызвали рождение различных гипотез.** Их обилие свидетельствует, что базовые явления космоса слабо изучены. Американские участники проекта посчитали, что найденный на Марсе карбонат кальция может вызвать периодическое появление талой воды. Обнаруженные в почве надо льдом перхлораты – химические соединения – извлекают воду из атмосферы и удерживают ее. Образовавшаяся пленка из воды может послужить основой для развития жизни, тем более что сами перхлораты служат пищей для некоторых микробов.

Существуют различные интерпретации полученного материала. Присутствие воды рассматривают как безусловную предпосылку для зарождения в ней жизни. Понимая, что для поддержания высоких концентраций метана в атмосфере Марса необходима постоянная подпитка, предполагают два изолированных источника – либо современную геологическую активность, либо биосферу. При этом некоторые допускают существование микробиальной жизни в марсианском грунте. В свою очередь, на конференции «Дегазация Земли» (2003 г.) авторы, представляя собственные исследования по явлению хемолитоавтотрофии (подробнее ниже), предложили идею о поиске жизни на Марсе «не на поверхности, а в более глубоких слоях отложений».

Высказывают и другие мысли. Однако они не в состоянии объяснить некоторые научные факты. На снимках поверхности Марса зафиксированы морфоструктурные элементы, объясняемые как русла рек, обнажение осадочных пород и другое, что свидетельствует о жидкой воде в древней истории Марса. Откуда она появилась? Этот же вопрос относим к происхождению воды, найденной на спутнике Юпитера Европе, кольцах Сатурна и других объектах.

Перечисленное подтверждает разнообразие воззрений на проявления жизни в космосе. Ответы надо искать в новых теоретических построениях, которые послужат руководящей идеей для планирования космических экспериментов. Такая постановка вопроса хорошо вписывается в общую логику научного процесса – периодичность получения научных фактов, то есть эмпирического познания, их теоретическое обобщение и постановку новых опытов для решения последующих проблем. Делаем вывод о назревшей необходимости скорректировать цели, задачи, методы космологии.

В методах космологии должен возобладать **экосистемный подход**. Рассмотренные направления и достижения современной космонавтики при всем многооб-

разии используемых средств и методов в решении многоплановых задач имеют ярко выраженную тенденцию находить в получаемых результатах аспекты, связанные с какими-либо сторонами проявления или существования космической жизни. Выявленная тенденция позволяет назвать изучение жизни и сопровождающих явлений наиболее значимой целью космологии. Аналогичной точки зрения придерживаются многие исследователи. В уже упомянутой книге академик Э. М. Галимов среди «задач планетных исследований» на первое место ставит проблему происхождения жизни, в стратегии решения важнейших проблем космонавтики называет доставку и изучение вещества с малых космических тел, а также изучение внутреннего строения планет и спутников. Американские ученые высказывают мнение, что в случае обнаружения явных признаков жизни немедленно возникнет задача непосредственных поисков жизни всеми возможными способами, вплоть до пилотируемой экспедиции на Марс. С этим нельзя не согласиться.

Приняв приоритетность изучения жизни, логично делаем заключение о необходимости рассматривать проблемы космологии с экосистемных позиций. С нашей точки зрения, в решении этих первоочередных и многих других задач космических исследований высокоэффективным будет экосистемный подход к анализу получаемой информации [Авилов, Авилова 2002; 2010а; 2010б; 2010в; 2011].

При анализе экосистемных взаимодействий (экосистемном анализе) необходимо соблюдать известные в экологии законы и иметь в виду общие понятия в познании окружающего мира. Сопоставление и анализ взаимодействий в разнородных экосистемах учитывают особенности взаимоотношения индивидуального, единичного и общего, законы подобия, оптимальности и другие, имеющие место при сложении систем. Принцип подобия процессов и явлений в одноуровневых экосистемах позволяет проводить аналогии между ними – сопоставлять экосистему Земли с экосистемами планет и небесных тел. Исходим из идеи, что природе свойственен разумный консерватизм, то есть одни и те же проблемы в разных точках Вселенной она решает одинаковым способом (общий системогенетический закон).

Такие подходы имеются в арсенале средств методологии, используемой в разработанном авторами новом междисциплинарном научном направлении – аквагеоэкологии, созданном на стыке наук геологии, экологии и океанологии [Они же 2009а; 2010а]. Аквагеоэкология нацелена на изучение природных объектов с учетом присутствия в них жизни как неотъемлемой части экосистемы. Собственная методология аквагеоэкологических исследований (экосистемный анализ) и механизм ее реализации (ее информационная система) приведены в работах авторов, где рассмотрены природные процессы и явления в объектах Мирового океана и осадочной толщи Земли [Они же 2002; 2008; 2009а; 2009б]. На основе экосистемного анализа собственных газобиогеохимических данных авторы ввели в число базовых переменных понятие «жизненность материи», выделили «активное живое вещество», обосновали его количественный показатель – биомассу микроорганизмов (БАЖМ) по АТФ [Они же 2009а; 2010а]. По основным параметрам приемы аквагеоэкологии будут приемлемы и продуктивны при исследовании проблем космоса с акцентом на явления внеземной жизни.

Необходимо только учитывать специфику исследования космических объектов – преобладание дистанционных методов. Поэтому в информационную систему по проблеме «всежизни» вводим в основном не прямые, а доступные косвенные показатели проявления космической жизни. В земных экосистемах превалирует обратная предпочтительность – аквагеоэкология оперирует главенствующими признаками жизни (АТФ и ферменты) [Авилов, Авилова 2011]. В то же время многолетний анализ экосистемных взаимодействий установил причинно-следственную связь активной жизнедеятельности с косвенными проявлениями – потоками вещества и энергии, а также продуктами метаболизма [Они же 2002: 7–8; 2008; 2009б]. Косвенные показатели являются весомыми аргументами в изучении процессов, происходящих в глубинах осадочной толщи Земли, где прямые измерения сложны и малоинформативны. По косвенным признакам авторами была выдвинута концепция перманентного нефтегазообразования, в которой центральное место отведено явлению хемолитоавтотрофии [Они же 2010б; 2010в]. Этот метод, давший хорошие результаты на Земле, может быть с успехом применен при изучении проявлений жизни в подобных экосистемах космоса.

**Явление хемолитоавтотрофии** заключается в развитии сообщества микроорганизмов преимущественно с хемолитоавтотрофным типом обмена веществ по следующему механизму. Хемолитоавтотрофы способны использовать неорганические доноры электронов (прежде всего водород) и получать почти весь углерод путем фиксации двуокиси углерода. Для получения энергии эти микроорганизмы используют  $\text{CO}_2$  в качестве акцептора водорода, что ведет к образованию метана и воды [Они же 2002; 2008; 2009б].

Среди метанобразующих бактерий, к которым относятся хемолитоавтотрофы, встречаются практически все известные формы, существуют мезофильные и термофильные виды. Некоторые из них, приспосабливаясь к окружающей среде, могут превращать окись углерода в метан или использовать другие доноры электронов (соединения серы, азота и другие). Число описанных родов и видов быстро растет. При всем многообразии их объединяют в группу «архебактерии» по целому ряду общих свойств. По особенностям их клеточных компонентов, присутствию механизма автотрофной фиксации  $\text{CO}_2$ , высокой адаптационной способности и другим свойствам большинство из них рассматриваются как прямые потомки тех прабактерий, которые на заре эволюции смогли использовать неорганические соединения для своей жизнедеятельности. Ее следы оставлены более 3 млрд лет назад, например, в виде отложений восстановленного углерода в земных породах. От всех остальных архебактерии отличаются местообитанием с экстремальными условиями, часто при отсутствии кислорода. Такие условия встречались на ранней Земле и характерны для космических тел. Поэтому архебактерии, в первую очередь метанобразующие хемолитоавтотрофы, – первые кандидаты на обнаружение на космических объектах. Методы их выявления в земных условиях разработаны в аквагеоэкологии, и по аналогии они могут быть полезны в космических исследованиях.

В публикациях авторов, упомянутых книгах доказано, что в обнаружении хемолитоавтотрофии в природных экосистемах наилучшие результаты приносит использование комплекса газобиогеохимических показателей – критериев состояния самой микробиоты и активности среды обитания [Они же 2002; 2008; 2009а; 2009б; 2010а и др.]. По ним явление хемолитоавтотрофии установлено в придон-

ной среде и осадочной толще на 20–30 % площади дна Мирового океана, в частности в экстремальных рассолах Красного моря и других локальных экосистемах [Авилов, Авилова 2009б; 2010а]. Например, в местах захоронения во время войн в Балтийском море запасов химического оружия, содержащих иприт, мышьяк и другие ОВ, измерены повышенные содержания АТФ в воде и осадках. Микробильное сообщество адаптируется в условиях токсичной среды.

Недавние исследования специалистов NASA (осень 2010 г.) обнаружили поразительное адаптационное свойство микроорганизмов – использовать мышьяк, да еще в высокощелочной среде. Провели чистый эксперимент, поместив их в среду с мышьяком без фосфора. Каково же было удивление: эти микроорганизмы вместо фосфора в ДНК и РНК включали мышьяк. По оценке авторов, это еще один путь приспособления хемолитоавтотрофов в космосе.

Проявления хемолитоавтотрофии отмечены там, где протекают процессы глубинной дегазации Земли и разгрузки литосферы в динамически активных зонах. То есть необходимые газы в виде питательного субстрата поступают из недр Земли при ее дегазации. На их потоках при благоприятных условиях на разных этапах осадочной толщи хемолитоавтотрофы развиваются и генерируют биогенный метан, который, поднимаясь, образует области аномально высоких концентраций в воде и атмосфере. Высокие концентрации метана в атмосфере космических тел в сопоставлении с земными величинами относим к важным значимым признакам тектонической активности их недр и связанному с ней явлению хемолитоавтотрофии.

**Хемолитоавтотрофия – вселенское явление.** Учитывая накопленные знания, определяем главные признаки идентификации хемолитоавтотрофии на космических телах. Во-первых, активность и дегазация недр, поставляющие газовые компоненты ( $H_2$  и  $CO_2$ ), во-вторых, обнаружение продуктов жизнедеятельности хемолитоавтотрофов: в первую очередь легкоподвижные и достаточно устойчивые компоненты – метан и вода, а также останки микроорганизмов. Анализируя полученные сведения, выдвигаем концепцию о развитии хемолитоавтотрофии на многих космических объектах. По этим признакам, термодинамическим параметрам определяем благоприятную экосистему для данных микроорганизмов. Она существует на Земле, Марсе, Титане, Европе и других землеподобных планетах, которых по астрофизическим наблюдениям можно ожидать у большинства звезд.

Все становится на свои места, если принять концепцию космического распространения хемолитоавтотрофии. Тогда вода, обнаруженная на планетах и их спутниках, не предпосылка, а следствие, продукт жизнедеятельности в этих космических телах. Аналогично и метан. Например, в недрах планетоподобного Титана продолжается жизнедеятельность хемолитоавтотрофов, их подвижные метаболиты – метан и вода – мигрируют к поверхности, где превращаются в газогидраты или жидкий метан и далее переходят в атмосферу. Измеренное [Галимов 2010] содержание изотопа углерода атмосферного метана (приблизительно 80–90 ‰ в величинах  $\delta^{13}C$ ) указывает на биохимическое происхождение метана на Титане. Хемолитоавтотрофная концепция объяснила суть происходящих в космосе биохимических процессов, ответив на поставленные вопросы, и тем самым утвердила право на свое существование.

Эти факты доказывают, что хемолитоавтотрофия является базовым вселенским явлением наряду со временем, гравитацией и др. Из этой концепции вытекают важные следствия. В области теоретической космологии можно проводить



исторические реконструкции. Примерно 5 млрд лет назад Марс был цветущей планетой, имелась жидкая вода, а Земля находилась в состоянии современной Венеры. Где-то 4 млрд лет назад температура Земли понизилась, возникла благоприятная экосистема и начали развиваться прабактерии (хемолитоавтотрофы), которые со временем заполнили водой океаны, создали условия для эволюции. А через 2–3 млрд лет благоприятная экосистема возникнет на Венере, прабактерии съедят ее углекислотную атмосферу, наполнят впадины водой.

Концепция позволяет воссоздать преобразования в галактических и вселенской экосистемах, а установленные общие закономерности спроецировать на Солнечную экосистему и нашу планету. На вселенский уровень выдвигаем проблему повсеместного распространения жизни, в том числе явления хемолитоавтотрофии. Успехи космонавтики обнадеживают. Орбитальные обсерватории только-только начали распознавать малую толику планет действенным методом транзитов, как счет открытых планет пошел на сотни. То, что предполагали многие, становится реальным. Землеподобных космических тел во Вселенной может быть больше, чем звезд. Там, где возникла благоприятная экосистема, существует своя жизнь, хотя бы на микробиальном уровне, с обязательным участием хемолитоавтотрофов во всей истории, как на Земле. Среди различных проявлений жизни прежде всего хемолитоавтотрофия претендует на роль вселенского явления.

Предложенная концепция также продвигает **вопросы практической космологии**. Утвердив определяющую роль жизни на начальном этапе в виде хемолитоавтотрофов, концепция объясняет единый механизм производства ими ресурсов воды и углеводов в космосе. Нами сформулирован главный постулат: «Вода и углеводороды из жизни, а жизнь – на глубинных потоках неорганических соединений». Из его идей по принципу подобия вытекает другое важное следствие: там, где обнаружены признаки хемолитоавтотрофии, следует искать потенциальные ресурсы. Так, на Марсе в недрах прогнозируем скопления жидкой воды, газа и нефти, возможно, угля. Во всяком случае, при планировании экспедиций на Марс приоритетной задачей надо ставить не поиск жизни (разве что только удостовериться, что она там есть), а разведку запасов. Насколько они будут полезны человеку, покажет будущее.

Потенциальные ресурсы космоса уже сейчас надо включать в перспективные планы. На это настраивает ускоряющийся прогресс человечества. Эксперты оценивают стремительные изменения в его структуре по обобщенным параметрам. За сто лет прошлого века народонаселение увеличилось в 3 раза, энергопотребление возросло в 10, скорость передвижения – в 100, а мощность оружия – в 1000 раз. По прогнозам ООН, к 2100 г. структура используемых энергоносителей кардинально преобразится – только 15 % будет приходиться в сумме на нефть, газ и уголь. Предрекается закат углеводородной экономики. Следует главный вывод: для удовлетворения разнообразных и постоянно возрастающих потребностей современной цивилизации необходимы привлечение большего количества энерго-ресурсов и поиск новых видов сырья. Поскольку надежды на земные источники тают, резонно обратить взгляд на космос. Необходимость принятия мер становится очевидной.

Решение проблемы носит системный, комплексный характер. Немаловажное место должно занять представление о запасах полезных веществ, потенциальных ресурсах космоса. Основными источниками энергии станут, как считают, термоядерные и космические источники, в частности солнечная энергия и ее производ-

ное – биотопливо. Перспективы атомной энергетики совсем не радужные, ее тормозят огромные радиоактивные отходы, а также технологические и социальные проблемы, связанные с их захоронением. Масла в огонь критики подливают катастрофы на атомных станциях (на Фукусиме и др.).

На замену уже через десятки лет, как считают, придет термоядерная промышленность, в которой будущее за термоядом на гелии-3, имеющем преимущества перед дейтериевым циклом в части экологической чистоты (без радиоактивности) и колоссального энергетического выхода. Препятствие – отсутствие сырья на Земле. Но его огромные запасы есть на Луне. Задача из области фантастики? Вспомним, К. Э. Циолковского в свое время тоже называли фантастом, а примерно через полвека его идеи были реализованы в спутниках на околоземной орбите, ознаменовавших начало космической эры. Мы считаем перспективным освоение ресурса гелия-3 в ближайшие полвека.

Возможно, в связи с этим происходит активизация программ исследования Луны с помощью автоматических аппаратов. Толчком послужила информация об обнаружении воды в лунном грунте зондом Chandrayaan-1. На 2013 г. намечена российско-индийская миссия Chandrayaan-2. Заместитель руководителя Федерального космического агентства А. Е. Шилов отметил, что наличие воды на Луне в какой-то форме практически доказано и зонд с посадочным аппаратом и минирoverом должен подтвердить это. Одновременно готовится реализация российского проекта «Луна-Глоб» для посадки аппарата в область полюса Луны и забора проб грунта. На очереди – подготовка российско-индийской миссии «Луна-Ресурс-2» по доставке образцов грунта на Землю. Подобные программы с использованием луноходов и сбором образцов готовят Япония и Китай, в перспективе ставя задачу доставки лунного грунта на Землю. Различные проекты во многом сходны не только принципами технических решений, но и задачами – поиск воды в виде льда или иной формы.

Обнаружение ресурсов воды на Луне открывает широкие практические возможности. Побуждающим мотивом может стать организация добычи и промышленной переработки гелия-3. Возникающие сложные технические проблемы диктуются удаленностью объекта и малыми концентрациями гелиевого сырья в лунном грунте – порядка 10 мг гелия на тонну. Гелий-3 надо отделить и доставить на Землю. Технология таких работ понятна специалистам, а технические вопросы, как уже заметили, решаются со временем гораздо быстрее, чем сейчас можно представить. Планируется смена тенденций – человек переходит от изучения к освоению Луны. В перспективе и пилотируемые полеты, и строительство станций на Луне, в основном с использованием роботов.

**Активная роль российской космологии** видится в генерации созидательных идей и организации международного сотрудничества для их реализации. Подтверждение предложенной авторами концепции вселенской хемолитоавтотрофии мы относим к актуальной задаче современной космологии. При этом надо иметь в виду, что хемолитоавтотрофы входят обязательной составной частью в разнообразный мир биоты, занимая свою небольшую нишу, но в благоприятных для них экстремальных условиях на отдельных космических телах они могут занять доминирующее положение в биосфере. Дать ответ уже могут исследования на ближайших космических объектах с экстремальными условиями – Марсе, Титане и др.

С этой точки зрения очень перспективной выглядит решимость многих стран направить пилотируемую экспедицию на Марс. В этом русле находится экспедиция ExoMars 2018, планируемая в благоприятном астрономическом окне весной 2018 г. на планете Марс. Ни у США, ни у Европы не хватало средств на новый крупный марсианский проект, поэтому они объединились в программе ExoMars. Директор научных направлений ЕКА Дэвид Саусвуд предложил: «Чтобы исследовать Марс по-настоящему, мы хотим собрать все таланты, которые только есть на Земле». В задачи проекта входят биологические и геохимические исследования. Российской космологии есть что предложить для этого проекта. В России проводят медико-биологический эксперимент «Марс-500», имитирующий полет международного экипажа на планету. В Китае разрабатывают сверхтяжелые носители (двигатели с 600-тонной тягой), надеясь расширить возможности для межпланетных полетов в космосе на несколько порядков.

Достижение этой цели может стать объединительной идеей для современной цивилизации. Российская наука в свое время создала основы космологии и продолжает способствовать прогрессу космонавтики. Разработанная авторами концепция вселенской хемолитоавтотрофии вносит вклад в общие усилия и задает вектор настоящих и будущих исследований российской космологии под девизом: «Жизнь определяет многие космические процессы, ресурсы космоса – Человеку!»

### *Литература*

Авилов В. И., Авилова С. Д. Хемолитоавтотрофия в сфере проблем нефтегазодности акваторий // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2002. № 10. С. 7–9.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Явление хемолитоавтотрофии в нефтегазообразовании // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. Киев : Нац. академия наук Украины. 2008. С. 70–78.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Информационная система аквагеоэкологии. М. : Прима-Пресс, 2009а.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Газобиогеохимические исследования в придонной среде акваторий // Доклады Академии наук. 2009б. Т. 427. № 6. С. 821–825.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Изучение экосистем в аквагеоэкологии. М. : Прима-Пресс, 2010а.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Концепция перманентного нефтегазообразования // Всероссийская конференция с международным участием «Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь». М. : ГЕОС, 2010б. С. 11–14.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Концептуальный подход к проблеме образования углеводородов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2010в. № 8. С. 16–20.

Авилов В. И., Авилова С. Д. Океан – единый живой организм // Наука в России. 2011. № 1. С. 25–29.

Галимов Э. М. Замыслы и просчеты: Фундаментальные космические исследования в России последнего десятилетия. Двадцать лет бесплодных усилий. М. : Едиториал УРСС, 2010.

Ильин А. Первые открытия «Кеплера». WISE завершил обзор неба // Новости космонавтики. 2010. № 10(333). С. 68–72.