

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.И. Авилов, доктор технических наук;
С.Д. Авилова, доктор геолого-минералогических наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
тел.: (495)378-70-16; e-mail: avands@yandex.ru

Рецензент: Серебряков А.О.

Применение к разнообразной космической информации экосистемного анализа, разработанного авторами в аквагеоэкологии, выявило подобие экосистемных взаимодействий в земных и космических условиях в области образования ресурсов. Хемолитоавтотрофия, как вид микробиальной жизни, названа авторами вселенским явлением. Будучи главным звеном процесса, явление хемолитоавтотрофии обеспечивает образование воды и углеводородов в благоприятных экосистемах землеподобных небесных тел. Обоснован вывод о возможном существовании скоплений этих ресурсов на Марсе и других космических объектах, что будет инициировать их освоение.

An application of various cosmic information ecosystem analyses worked out by the authors in aquageoecology reveals likeness of ecosystem interactions at resource generation field under both earth and cosmic conditions. Such kind of microbial life as chemolytoautotrophy is announced by authors as a universe phenomenon. Being the main chain in the process chemolytoautotrophy provides water and hydrocarbon formation into propitious local ecosystems of earthlike heavenly body. The conclusion about possible existence of these resources deposits in the Mars and other objects has been drawn that will promote their development.

Ключевые слова: космология, землеподобные космические объекты, нефтегазообразование, хемолитоавтотрофия.

Key words: cosmology, earthlike cosmic objects, oil formation and gasification, chemolythoautotrophy.

В последние годы отношение человека к космосу заметно трансформировалось. Сейчас космос прочно вошел в круг интересов человеческого общества. Судьба вовлечения естественных запасов на космических телах в производственную сферу зависит от вектора преобразований в антропоэко-системе, степени развития космонавтики. Другой не менее важный аспект – изучение процессов формирования потенциальных ресурсов космоса и оценка масштабов распространения на конкретном космическом объекте. Прогнозировать взаимовлияние обоих факторов продуктивно с экосистемных позиций, учитывая в первую очередь биотическую составляющую экосистемы.

Современные цивилизационные процессы протекают с постоянно возрастающей скоростью. Наиболее заметны они в сфере производства и потребления. Эксперты оценивают стремительные изменения в структуре человечества по обобщенным параметрам. За сто лет прошлого века народонаселение увеличилось в три раза с 2 до 6 млрд, энергопотребление возросло в 10, скорость передвижения – в 100, а мощность оружия – в 1000 раз. Использование природных ресурсов в энергетике также сопровождается заметными качественными переменами. За последние 150 лет, с начала промышленного

производства, нефть постепенно вытеснила древесину и уголь, а теперь ей на смену приходит газ, альтернативные виды энергии. 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. Это повлечет за собой смену парадигм буквально по всем направлениям человеческой деятельности – производственным и общественным отношениям. Следует главный вывод – для удовлетворения разнообразных и постоянно возрастающих потребностей современной цивилизации необходимо привлечение большего количества энергоресурсов и поиск новых видов сырья. Поскольку надежды на земные источники тают, резонно обратить взгляд на космос. Предлагают фантастические по современным меркам проекты вплоть до переселения на другие планеты. Но 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 производное – биотопливо. Перспективы атомной энергетики совсем не радужные, ее тормозят огромные радиоактивные отходы, а также технологические и социальные проблемы, связанные с их захоронением. На замену уже через десятки лет придет термоядерная промышленность, в которой будущее – за термоядом на гелии-3, имеющим преимущества перед дейтериевым циклом в части экологической чистоты (без радиоактивности) и колоссального энергетического выхода. Препятствие – отсутствие сырья на Земле. Но есть огромные запасы на Луне. Задача из области фантастики? Вспомним, что К.Э. Циолковского в свое время тоже называли фантастом. А примерно через полвека его идеи реализованы в спутниках на околоземной орбите, ознаменовавших начало космической эры, обычно связываемое с полетом первого космонавта Ю.А. Гагарина. В его 50-летие человечество гордится ошеломляющими успехами космонавтики [10]. Анализ достигнутого открывает перспективы использования космических ресурсов.

Достижения современной космонавтики обеспечили получение сведений по базовым планетарным переменным (по В.И. Вернадскому) – основному химическому составу и фазовому состоянию вещества, термодинамическим переменным, отрывочные данные по компонентам «живого вещества». Из многочисленных публикаций и информации СМИ выделим главное по потенциальным ресурсам. Развитые страны за последние два десятилетия запустили десятки космических аппаратов.

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 мини-ровером 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 сборов образцов готовят Япония и Китай, в перспективе ставя задачу доставки лунного грунта на Землю. Раз-

личные проекты во многом сходны не только принципами технических решений, но и задачами – поиск воды в виде льда или иной формы. При этом не планируют специально заниматься обнаружением жизни. Это свидетельствует о смене тенденций – человек переходит от изучения к освоению Луны.

В перспективе – и пилотируемые полеты, и строительство станций на Луне. Академик Э.М. Галимов в своей книге «Замыслы и просчеты» [9] выступает одним из инициаторов использования ресурсов космоса. 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 экспертам, а технические вопросы, как уже заметили, решаются со временем гораздо быстрее, чем сейчас можно представить.

Другим объектом повышенного внимания является Марс. В настоящее время вокруг Марса на орбитах работают 2 американских аппарата и 1 европейский, на поверхности – 2 американских ровера. Исследования ведут по всем возможным направлениям, которые в сумме можно свести к двум главным – проблемам «жизнь» и «ресурсы». По этим темам получены обнадеживающие результаты. 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.

Новые научные факты вызвали рождение различных гипотез. Американские участники проекта считали, что найденный карбонат кальция может вызвать периодическое появление талой воды. Обнаруженные в почве надолгом 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. В свою очередь, на конференции «Генезис нефти и газа» (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». Анализ существующих гипотез позволяет заключить о наличии определенной взаимосвязи жизни и водного ресурса.

Признаки проявления жизни в космосе служат руководящей идеей для постановки космических экспериментов. Такое понимание задач космонавтики хорошо вписывается в общую логику научного процесса – периодичность получения научных фактов, т.е. эмпирического познания, их теоретического обобщения и постановки новых опытов для решения последующих вопросов. 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. Для этого доставляемый европейский ровер, имея массу 250–270 кг, снабжается бурильной установкой и комплексом приборов, в числе которых микроскопы, рентгеновский дифрактометр, анализатор органических молекул и маркер жизни. Марсоход, совершая среднесуточный переход порядка 100 м, обеспечивает получение и исследование поверхностного и подповерхностного образца и пяти образцов с глубин от 0 до 2 м при бурении. Данные будут сопоставляться с контрольным образцом Земли. В случае обнаружения явных признаков жизни немедленно возникнет задача непосредственных поисков жизни всеми возможными способами, вплоть до пилотируемой экспедиции на Марс.

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, а в июне 2010 г. возвращаемая капсула приземлилась в Австралии, доставив в ловушке мелкие частицы астероида. Успех вдохновил японских исследователей. В их планы входит запуск нового астероидного зонда “Hayabusa”-2 в 2014 г. Задача зонда – отобрать образцы грунта астероида и доставить их на Землю в 2020 г. для разнопланового изучения.

Астрофизическое направление космонавтики заметно прогрессирует [10]. С началом космической эры появилась практическая возможность создать внеземные обсерватории. С их помощью выполнены многочисленные уникальные измерения, получены новые научные факты. Они, по нашему мнению, имеют прямое отношение к проблемам жизни и связанными с ней ресурсами.

Уникальный космический телескоп «Хаббл» (“Hubble”), весом 11,1 т, был доставлен на орбиту в грузовом отсеке шаттла «Дискавери» в 1990 г. 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 открывает широкие возможности для их 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. Возраст Вселенной составил 13,7 млрд лет. Но недавнее сообщение об обнаружении более древней галактики говорит в пользу идеи о непрерывной жизни в космосе.

Обсерватория «Кеплер» (“Kepler”) с телескопом-фотометром была выведена на гелиоцентрическую орбиту, близкую к орбите Земли, в марте 2009 г. «Кеплер» (США) постоянно нацелен на один и тот же участок неба, где «высвечивается» более 150 тыс. звезд. В их исследовании применен метод транзитов, наиболее эффективный для обнаружения планет. За несколько месяцев работы ему удалось зафиксировать более 700 «звездных затмений», т.е. следы потенциальных кандидатов в планеты. Целенаправленные наблюдения за кандидатами привели к открытию планетарной системы с солнцеподобной звездой, названной Kepler-9, и как минимум двумя планетами. Среди кандидатов предполагается около 140 землеподобных планет, превышающих по диаметру Землю не более чем в 2 раза. Уже сейчас имеем основание прогнозировать наличие собственной планетарной системы у миллиардов звезд. Как бы в унисон этой мысли появилось сообщение в феврале 2011 г. о новой пла-

нетарной системе “Kepler-11”. На многих землеподобных планетах по принципу подобия можно ожидать присутствие жизни вплоть до инопланетных цивилизаций, подтверждая высказанную авторами в книге [3] идею «всежизни» – о повсеместном ее распространении.

На эту идею также работают 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. 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. 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 (одно из свойств живой материи) звезд и их образований, включая планетные системы, что является одним из важных показателей и проявлений жизни во Вселенной.

Достижения современной космонавтики при всем многообразии используемых средств и методов в решении многоплановых задач не раз высветили присутствие жизни в тех или иных проявлениях. Этот факт предопределяет методологию определения взаимосвязей в системе «жизнь – ресурс» – высокоэффективным будет экосистемный подход к анализу получаемой информации. Экосистемный подход составляет суть разработанного авторами нового междисциплинарного научного направления – аквагеоэкологии, созданного на стыке наук геологии, экологии и океанологии [2, 3].

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 книге авторов [3]. При анализе экосистемных взаимодействий (экосистемном анализе) необходимо также соблюдать известные в экологии законы и иметь в виду общие понятия познания окружающего мира. Сопоставление и анализ взаимодействий в разноразмерных 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, конкретно – сопоставлять экосистему Земли с экосистемами планет и небесных тел. Исходим из идеи, что природе свойственен разумный консерватизм, т.е. 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 аквагеоэкологии. На основе экосистемного анализа собственных газобиогеохимических данных авторы в число базовых переменных ввели понятие «жизненность материи», выделили «активное живое вещество», в частности – биомасса активных живых микроорганизмов по АТФ [2, 3]. По основным па-

раметрам приемы аквагеоэкологии будут приемлемы и продуктивны при исследовании проблем космоса с акцентом на явления внеземной жизни. Необходимо только учитывать специфику исследования космических объектов – преобладания дистанционных методов. Поэтому в информационную систему вводим в основном не прямые, а доступные косвенные показатели проявления космической жизни.

В земных экосистемах многолетний анализ экосистемных взаимодействий установил причинно-следственную связь активной жизнедеятельности с косвенными проявлениями – потоками вещества и энергии, а также продуктами метаболизма. 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 [1–8 и др.]. Этот метод, давший хорошие результаты на Земле, может быть с успехом применен при изучении проявлений жизни в космосе.

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 CO_2 в качестве акцептора водорода, что ведет к образованию метана и воды. Среди метанообразующих 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 CO_2 , высокой адаптационной способности и другим свойствам большинство из них рассматривается как прямые потомки тех прабактерий, которые смогли использовать на заре эволюции 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 архебактерий 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 метанообразующие хемолитоавтотрофы, – первые кандидаты на обнаружение на космических объектах.

Методы обеспечили обнаружение хемолитоавтотрофии в природных экосистемах. Это явление установлено авторами в придонной среде и осадочной толще на 20–30 % площади дна Мирового океана в геодинамически активных зонах, в частности, в экстремальных рассолах Красного моря и других локальных экосистемах [1–6]. Например, в местах захоронения во время войн в Балтийском море запасов химического оружия, содержащих иприт, мышьяк и другие ОВ, авторами измерены повышенные содержания АТФ в воде и осадках [2]. 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. Оцениваем, что это еще один путь приспособления хемолитоавтотрофов в космосе.

Учитывая накопленные знания о явлении хемолитоавтотрофии, определяем главные признаки ее идентификации на космических телах. Во-первых, активность и дегазация недр, поставляющие необходимые 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, например, в виде органических соединений.

К настоящему времени автоматическими межпланетными станциями собрана информация о вулканизме на спутнике Юпитера Ио, спутнике Сатурна Энцелад, Венере и предположительно на Марсе, где есть намеки на недавние лавовые потоки. Их тектоническая активность наверняка сопровождается потоками газов, создавая предпосылки микробиальной жизни. По этому первому признаку на этих телах возможна хемолитоавтотрофия. С другой стороны, за последние годы космическими аппаратами найдены продукты жизнедеятельности (второй признак). На Марсе обнаружена вода в почве, а в атмосфере измерен метан. 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}Ar в атмосфере Титана свидетельствует о дегазации недр космического тела [9].

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 современная тектоническая активность, либо биосфера. Некоторые допускают существование микробиальной жизни в марсианском грунте.

Высказывают и другие мысли. Однако они не в состоянии объяснить отдельные 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 возник после работы космического зонда «Галилео». Он передал изображение спутника Юпитера – Европы, покрытого панцирем льда [9]. Предположительно, лед является плавающим, толщина достигает километров, а под ним – океан жидкой воды.

Все становится на свои места, если принять выдвинутую авторами концепцию космического распространения хемолитоавтотрофии. Тогда вода, обнаруженная на планетах и их спутниках, не предпосылка, а следствие, продукт жизнедеятельности в этих космических телах. Аналогично – с метаном. Жизнь (активное живое вещество) обеспечивает образование ресурсов воды и углеводородов в космосе.

Факты доказывают данное умозаключение. В недрах планетоподобного Титана продолжается жизнедеятельность хемолитоавтотрофов, их подвиж-

ные метаболиты – метан и вода – мигрируют к поверхности, где превращаются в газогидраты или жидкий метан и далее переходят в атмосферу. Измеренное там [9] содержание изотопа углерода атмосферного метана (приблизительно 80–90 ‰ в величинах $\delta^{13}\text{C}$) указывает на биохимическое происхождение метана. Жизненные процессы предопределили появление углеводородного ресурса на Титане.

Явление хемолитоавтотрофии развивается на космических телах не повсеместно, а только в благоприятных экосистемах. Одним из определяющих свойств такой экосистемы является температурный режим. Хотя термофильные археобактерии, включая хемолитоавтотрофов, обладают высокими адаптационными свойствами, пока экспериментально доказано их существование при температурах до 250 °С. Поэтому не стоит надеяться на современную микробиальную жизнь на раскаленной Венере, несмотря на тектоническую активность в ее недрах. Но прогнозировать там жизнь можно. Этот тезис вытекает из истории Солнечной системы. Здесь на первый план выступают потоки солнечной энергии. Они постепенно ослабевают, меняя температурный режим планет. Легко заключить, что примерно 5 млрд лет назад Марс был цветущей планетой, а Земля находилась в состоянии современной Венеры. Где-то 4 млрд лет назад температура поверхности Земли понизилась настолько, что возникла благоприятная экосистема и начали развиваться прабактерии (хемолитоавтотрофы), которые со временем заполнили водой океаны, создавая условия для других микробов и остальной биоты. А через 2–3 млрд лет благоприятная экосистема возникнет на Венере, прабактерии съедят ее углекислотную атмосферу, наполнят впадины водой, и новоиспеченные венерианцы будут задавать вопрос: «Была ли жизнь на Земле?»

Шутки шутками, но современная информация о космосе способствует развитию исторического направления космологии. Новые научные факты позволяют воссоздать преобразования в галактических и вселенской экосистемах, а установленные общие закономерности применить к экосистемам более низкого ранга – солнечной системе и нашей планете. На вселенский уровень выдвигаем проблему повсеместного распространения жизни [3]. Среди различных проявлений жизни, прежде всего, хемолитоавтотрофия претендует на роль вселенского явления. Эти факты доказывают, что хемолитоавтотрофия является базовым вселенским явлением, наряду со временем, гравитацией и другими. Из этой концепции вытекают важные следствия.

Подтверждение предложенной авторами концепции вселенской хемолитоавтотрофии относим к актуальной задаче современной космологии. Утвердив определяющую роль жизни, на начальном этапе в виде хемолитоавтотрофов, концепция объясняет единый механизм производства ими ресурсов воды и углеводородов в космосе. Сформулирован нами главный постулат: «Вода и углеводороды из жизни, а жизнь – на глубинных потоках неорганических соединений». Другое важное следствие – где обнаружены признаки хемолитоавтотрофии, там следует искать потенциальные ресурсы. Так на Марсе в недрах прогнозируем скопления жидкой воды, газа и нефти, возможно угля. Концепция имеет важный практический выход при перспективном планировании человеческой деятельности. Если жизнеспособность концепции будет доказана, то правомочен вопрос о возможностях освоения ресурсов космоса.

Дать ответ уже могут исследования на ближайших космических объектах с экстремальными условиями – Марсе, Титане и других. С этой точки зрения выглядит очень перспективной решимость многих стран направить пилотируемую экспедицию на Марс. В России проводят медико-биологический эксперимент «Марс-500», имитирующий полет экипажа на планету. В Китае разрабатывают сверхтяжелые носители (двигатели с 600-тонной тягой), надеясь расширить воз-

возможности в космосе на несколько порядков для межпланетных полетов. Достижение этой цели может стать объединительной идеей для человечества.

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 под девизом – жизнь на Марсе была и есть! Ресурсы космоса – Человеку!

Библиографический список

1. **Авилов В. И.** Газобиогеохимические исследования в придонной среде акваторий / В. И. Авилов, С. Д. Авилова // Доклады Академии наук. – 2009. – Т. 427, № 6. – С. 821–825.
2. **Авилов В. И.** Изучение экосистем в аквагеоэкологии / В. И. Авилов, С. Д. Авилова. – М. : Прима-Пресс, 2010. – 184 с.
3. **Авилов В. И.** Информационная система аквагеоэкологии / В. И. Авилов, С. Д. Авилова. – М. : Прима-Пресс, 2009. – 142 с.
4. **Авилов В. И.** Концептуальный подход к проблеме образования углеводородов / В. И. Авилов, С. Д. Авилова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – № 8. – С. 16–20.
5. **Авилов В. И.** Концепция перманентного нефтегазообразования / В. И. Авилов, С. Д. Авилова // Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь : мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием. – М. : GEOS, 2010. – С. 11–14.
6. **Авилов В. И.** Океан – единый живой организм / В. И. Авилов, С. Д. Авилова // Наука в России. – 2011. – № 1. – С. 25–29.
7. **Авилов В. И.** Хемолитоавтотрофия в сфере проблем нефтегазоносности акваторий / В. И. Авилов, С. Д. Авилова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2002. – № 10. – С. 7–9.
8. **Авилов В. И.** Явление хемолитоавтотрофии в нефтегазообразовании / В. И. Авилов, С. Д. Авилова // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2008. – № 1. – С. 70–78.
9. **Галимов Э. М.** Замыслы и просчеты: фундаментальные космические исследования в России последнего десятилетия. Двадцать лет бесплодных усилий / Э. М. Галимов. – М. : Едиториал УРСС, 2010. – 304 с.
10. **Ильин А.** Первые открытия «Кеплера». WISE завершил обзор неба / А. Ильин // Новости космонавтики. – 2010. – № 10 (333). – С. 68–72.

К СТРОЕНИЮ МЕЛАНЖА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Т.Т. Казанцева, академик

*Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа,
тел.: 8(347) 272-76-36; e-mail: ktt@ufaras.ru*

Рецензент: Серебряков А.О.

В статье показаны особенности строения зон меланжа восточного склона Южного Урала.

The article shows structural peculiarities of melange zones of the eastern slope of the Southern Urals.

Ключевые слова: гипербазиты, серпентиниты, меланж, тектоника.
Key words: ultrabasic rocks, serpentinites, melange, tectonics.