
ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

МИКРОВОЛНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КОСМОСА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КВАНТОВЫХ ДВИЖИТЕЛЯХ

© 2024 г. С.В. Авакян^{a,*}, Л.А. Баранова^{b,**}, В.В. Ковалёнок^{c,***},
В.П. Савиных^{d,****}

^aВсероссийский научный центр “Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова”,
Санкт-Петербург, Россия

^bФизико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

^cФедерация космонавтики России, Москва, Россия

^dМосковский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

*E-mail: SVANANRA@yandex.ru

**E-mail: l.baranova@mail.ioffe.ru

***E-mail: fkr1978@yandex.ru

****E-mail: vp@miigaik.ru

Поступила в редакцию 22.02.2024 г.

После доработки 22.03.2024 г.

Принята к публикации 01.04.2024 г.

В статье с привлечением развитого в последние годы подхода — супрамолекулярной физики окружающей среды представлены результаты рассмотрения вклада процессов физической оптики в формирование вынужденного микроволнового излучения двух наиболее мощных космических тепловых источников: фонового (реликтового) потока в абсолютном миллиметровом максимуме спектра и радиопотока мм-диапазона от Солнца. Учёт постулата А. Эйнштейна о возникновении кванта вынужденного испускания в среде с установившимся тепловым равновесием позволил на основе принципов теории подобия Г.С. Голицына количественно обосновать схему использования микроволновой энергетики межзвёздной/межпланетной среды при космических перелётах.

На основе физики столкновений в реакции переноса протона у основных простых гидридов в межзвёздных/межпланетных молекулярных облаках предложено иметь в виду возможность проявления дополнительного канала для мазерного эффекта в такой среде, впервые рассмотренного В.А. Амбарцумяном в 1979 г. в связи с близким расположением электронно-возбуждённых ридберговских уровней для молекул в этих облаках. Принята во внимание пионерская работа Н.С. Кардашёва о ридберговских переходах при излучении рекомбинационных радиолний, приведшая к открытию усилиями астрономов Физического института им. П.Н. Лебедева РАН и Главной (Пулковской) обсерватории РАН микроволнового потока от объектов дальнего космоса. Обсуждаются реальная энергетика и схемы использования микроволнового квантового движителя с возможностью выбора направления перелётов.

Ключевые слова: микроволновое реликтовое излучение, излучение межзвёздных молекулярных облаков, мм-излучение Солнца, вынужденное (индуцированное) испускание и “тёмная” энергия, микроволновое излучение и дальние космические перелёты, квантовый движитель.

DOI: 10.31857/S0869587324040047, EDN: GEUDTG

АВАКЯН Сергей Вазгенович — доктор физико-математических наук, иностранный член НАН Республики Армения, главный конструктор ВНЦ ГОИ им. С.И. Вавилова в международном проекте “Космический солнечный патруль”. БАРАНОВА Любовь Александровна — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории процессов атомных столкновений ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. КОВАЛЁНОК Владимир Васильевич — кандидат военных наук, лётчик-космонавт СССР, член президиума ФКР, главный научный консультант в международном проекте “Космический солнечный патруль”. САВИНЫХ Виктор Петрович — академик РАН, лётчик-космонавт СССР, президент МИИГАиК, главный научный консультант в международном проекте “Космический солнечный патруль”.

Основная (более 90%) доля известной электромагнитной энергии космоса сосредоточена в микроволновом диапазоне в виде реликтового излучения (РИ) на длинах волн от долей до нескольких мм. В работах [1–6] нами предложено использовать микроволновую энергетику космического пространства для дальних космических перелётов. При полётах же к Марсу и далее, вплоть до пояса астероидов, эффективным может оказаться использование потока мм-излучения Солнца. В обоснование этих идей энергетика межзвёздных молекулярных облаков рассматривается с позиций супрамолекулярной физики¹ образования надмолекулярных структур — ассоциатов из молекулы H_2 и простых гидридов (молекулы воды, аммиака и метана) при воздействии на них внешнего микроволнового излучения. Мы учитываем возможность активного протекания в космической среде химических реакций [7, 8] с добавлением протона соседней молекулы (из-за высокого к нему сродства). Образующиеся ионы затем нейтрализуются захватом электрона на ридберговскую орбиту с последующим рождением полиатомного комплекса — “ридберговской (возбуждённой в высоколежащее электронное состояние) молекулы” [7, с. 457]. Такой подход позволил впервые количественно обосновать возможность использования микроволновой энергетики межзвёздной/межпланетной среды в работе квантового движителя при космических перелётах [5, 6].

Здесь прослеживается аналогия с супрамолекулярной химией², в которой присутствует понятие молекулярной протоники: “перенос протонов имеет фундаментальное значение в биоэнергетике живого организма, направляя транспортные процессы и синтез АТФ — аденозинтрифосфорной кислоты — поставщика химической энергии для биохимических и физиологических процессов в организме” [10, с. 147]. В рамках супрамолекулярной химии принципиально сложны вопросы о роли и каналах влияния окружающей среды (в том числе основного космофизического фактора — вариаций солнечно-геомагнитной активности) в процессах ассоциатообразования. Затруднительны для объяснения и наблюдаемые экспериментально явления в среде обитания в условиях малых внешних воздействий, к которым можно отнести многие естественные и антропогенные источники. На помощь в поиске ответов может прийти супрамолекулярная физика,

в рамках которой признаются осуществимыми реакции на внешний источник микроволн.

Развитие супрамолекулярной физики началось с наших исследований излучения земной ионосферы, возмущённой в периоды вспышек на Солнце и мировых магнитных бурь. Эти работы проводились в интересах физики солнечно-погодного-климатических и биосферных связей и стали возможны в первую очередь благодаря пилотируемой космонавтике [11]. Констатировалось, например, что “изменения внеатмосферной солнечной радиации — требующий учёта климатообразующий фактор. Вклад этих изменений в радиационное воздействие обусловлен главным образом усилением во второй половине XX века внеатмосферной инсоляции” [12, с. 157, 158].

Итак, супрамолекулярная физика — физика за пределами молекулы (атомно-молекулярного остова), в эволюции которой к надмолекулярным структурам (кластерам, ассоциатам) принимает участие внешний поток микроволнового излучения, поглощаемый ридберговски возбуждённым компонентом молекулярного комплекса, с усилением его стабильности [9]. Это достигается благодаря тому, что при поглощении кванта микроволн растёт орбитальный момент электрона (l). Электрон реже проникает в ионный остов, и поэтому выход кластеров увеличивается. Таким образом, учитывается энергия кулоновского взаимодействия в среде, аккумулируемая в образующемся полиатомном комплексе, возбуждённом в очень высокое энергетическое электронное состояние, близкое к границе ионизации, то есть заведомо более ~ 10 эВ. Длительность этого состояния достигает 10 сек [13, с. 281], что легко реализуемо как раз в сильно разрежённой межзвёздной (межпланетной) среде [14, с. 123–126], где примерно половина массы водорода находится в молекулярной форме.

Ещё Дж. Максвеллом в 1874 г. фактически был предугадан используемый нами супрамолекулярный подход, применимый как к окружающей среде, так и к космическому пространству: «...Атомы... случайными объятиями породили всё, что есть. И хотя они, кажется, цепляются друг за друга и формируют здесь “ассоциации”, да рано или поздно они рвут свою привязь, в пользу *глубин космической карьеры*»³ (выделено нами — *авт.*). Что это, как не предложение учитывать использование супрамолекулярного подхода не только при изучении окружающей среды, но и межзвёздных молекулярных облаков? [5]. Мы специально выделили высказывание Максвелла о роли в космическом пространстве ассоциатов, чтобы привлечь внимание к работе К.Э. Циолковского, который начиная с 1919 г. [16] “...весьма опре-

¹ Термин “супрамолекулярная физика” был предложен нами в 2016 г. в ходе проходившей в Санкт-Петербурге международной конференции “Проблемы геокосмоса”.

² Супрамолекулярная химия изучает образование, структуру и свойства частиц, формирующихся в результате избирательной ассоциации двух и более молекул или различных фрагментов одной и той же молекулы за счёт невалентных взаимодействий: водородных связей, электростатических, дисперсионных и гидрофобных сил, образования металлокомплексов, инкапсуляции одной молекулы другими молекулами и т.д. (*Большая российская энциклопедия*.)

³ “...The atoms...by fortuitous embraces, Engendered all that being hath, And though they seem to cling together, And form ‘associations’ here, Yes, soon or late, they burst their tether, And through the depths of space career” (цитируется по [15, с. 217]).

делённо формулирует свои доводы о возможности концентрирования и практического использования рассеянной энергии окружающей среды: ...все химические процессы обратимы... без всякой видимой затраты, то есть за счёт окружающих холодных масс, при участии разных сил природы, тяжести, движения и проч.” (цитируется по [17, с. 37]).

Что касается “тёмной энергии” (термин введён в 1998 г.), то при интерпретации её возможной природы и выполнении количественной оценки потока скрытой энергии Вселенной нами использован постулат А. Эйнштейна (1916) о процессе вынужденного испускания в среде с установившимся тепловым равновесием [2]. Согласно утверждению американского физика Дж.А. Веллера, эффект тёмной энергии просто не имеет права на существование, ибо “никакое элементарное явление нельзя считать явлением, пока оно не будет наблюдаемым” [18, с. 535]. Здесь уместно уточнить историю научного открытия явления тёмной материи. Её существование было обнаружено в Тартуской обсерватории известным эстонским астрономом Е. Эпилом [19]. Именно он первым обратил внимание на тот факт, что количество светящейся материи в космических структурах (галактиках, скоплениях галактик) не всегда соответствует картине гравитационного взаимодействия звёзд в этих структурах в соответствии с законом Ньютона. Естественно, это явление и наблюдаемо, и измеряемо!

Единство модельного толкования в различных научных отраслях признано в отечественной науке об окружающем мире, в том числе с точки зрения теории подобия, развитой Г.С. Голицыным [20, 21]. В двух других его работах [22, 23] приводятся факты, анализ которых позволил достичь убедительных результатов в области статистических законов природы. В соответствии с ними “в больших размерах мироздание стремится устроиться по общим законам” [22, с. 95]. Такой подход Г.С. Голицын применил, например, при интерпретации Большого красного пятна на Юпитере как долгоживущего свободного вихря в атмосфере этой планеты, в некоторых чертах подобного тем, которые изучаются в климатологии Земли [23, 24].

История открытия реликтового (микроволнового) излучения Вселенной также связана с вкладом отечественных учёных, в частности, Г.А. Гамова и Т.А. Шмаонова [5]. В середине 1940-х годов Г.А. Гамов опубликовал работу, в которой предложил модель так называемой горячей начальной фазы космологического расширения [25]. Тремя десятилетиями позднее в нобелевской лекции американский астрофизик А.А. Пензиас (1978) [26], удостоенный награды за открытие космического микроволнового фонового излучения, упомянув работу Гамова, также отметил статью А.Г. Дорошкевича и И.Д. Новикова (1964) как первое опубликованное признание реликтового излучения в качестве обна-

руживаемого явления в радиодиапазоне [27]. По признанию А.А. Пензиаса, “в этой замечательной статье не только выведен спектр реликтового излучения как чернотельного радиоволнового явления, но также сконцентрировано внимание на двадцатифутовом рупорном рефлекторе лаборатории “Белл” в Кроуфорд Хилл как наиболее подходящем инструменте для его обнаружения!” [26, с. 590]. Именно с помощью этого инструмента РИ было обнаружено в 1965 г. [28]. Заметим, что рупорный рефлектор лаборатории “Белл” был подобен антенне, которую использовал открывший это космическое радиоизлучение на длине волны 3.2 см восемью годами раньше в то время аспирант Пулковской обсерватории, а позднее сотрудник Института радиотехники и электроники АН СССР Т.А. Шмаонов [29].

Ниже мы обсудим вклад процессов физической оптики в формирование вынужденного микроволнового потока двух наиболее мощных тепловых космических источников — реликтового излучения Вселенной и мм-радиоизлучения Солнца — а также пути возможного практического использования микроволновой энергетики межзвёздных/межпланетных молекулярных облаков в интересах дальних космических перелётов. Подход к обоснованию этой идеи (с использованием супрамолекулярной физики образования надмолекулярных структур) развивается в ГОИ им. С.И. Вавилова с 2004—2008 гг. и вначале был апробирован для нужд физики солнечно-земных связей при решении актуальных вопросов климатологии и гелиобиологии (при этом учитывался внешний источник микроволн, прежде всего эмиссионное излучение земной ионосферы). Рассматривается также возможность использования индуцированного компонента реликтового излучения в работе перспективных квантовых движителей и концепция выбора направления перелёта космического аппарата, оснащённого таким движителем с бортовым лазером, создающим дополнительный “мазерный эффект” в поле космического микроволнового излучения [1—5]. При этом мы берём за основу квантово-механические подходы и расчётные оценки фундаментальной физической оптики взаимодействия электромагнитного излучения с межзвёздной газовой средой с учётом процессов, исследуемых физикой атомных столкновений.

Ассоциатобразование в биофизике и окружающей среде. Развитие супрамолекулярной физики космического пространства предполагает изучение энергетики ридберговских молекул из числа простых гидридов (молекул воды, аммиака и метана) при их взаимодействии с микроволновым излучением космоса, микроволнового излучения земной ионосферы, возмущённой в периоды вспышек на Солнце и мировых магнитных бурь, а также физики солнечно-погодного-климатических и биосферных связей. В гелиобиологии без ответа долго оставался вопрос об агенте воздействия факторов гелио-

геофизической активности на живые организмы, поэтому в ГОИ при решении указанных проблем в 1994 г. было предложено учитывать новый фактор — микроволновую эмиссию с возбуждённых ридберговских состояний атомов молекул ионосферы Земли, возмущённой под действием коротковолнового излучения Солнца и корпускулярных высыпаний, в основном электронов из радиационных поясов [30].

Напомним, что ридберговские электронные состояния всех атомов, молекул, их ионов, их агрегатов (ассоциатов, кластеров) отличаются крайне высокой потенциальной энергией (близкой к потенциалу ионизации, то есть заведомо выше 10 эВ) и очень высокой чувствительностью [31, с. 354] к внешнему микроволновому излучению благодаря близкому взаимному расположению соседних ридберговских электронных уровней. В монографии [32] отмечено, что в межзвёздной среде ридберговский атом можно наблюдать с помощью инструментов радиоастрономии при его образовании в момент рекомбинации электрона с ионным остовом. Эта идея была теоретически обоснована в 1959 г. Н.С. Кардашёвым [33], а позднее составила предмет Научного открытия СССР сотрудниками ГАО РАН и Аэрокосмического центра ФИАН с приоритетом 1964 г. [13].

В статье [34] были представлены результаты, как оказалось, пионерского исследования учёта возможности микроволнового вынужденного излучения с электронных ридберговских состояний. По дате поступления она на 2 месяца опередила первую публикацию астрофизиков на эту тему [35]. Именно учёт способности ридберговски возбуждённых состояний поглощать и испускать, в том числе в виде индуцированного (вынужденного) излучения, кванты микроволнового диапазона в разрешённых переходах с изменением орбитального квантового числа l на единицу, составляет главную особенность идеи, развиваемой в серии наших работ в области супрамолекулярной физики образования надмолекулярных структур в газовых и конденсированных средах. Это связано с резким ростом (до порядка величины) выхода стабильных комплексов — агрегатов, ассоциатов, кластеров при увеличении орбитального момента ридберговского электрона при $l > 2$, что связывается с падением степени проникновения его орбиты в ионный остов [9]. Промежуточный захват электрона, нейтрализующего заряд присоединённого протона, осуществляется уже через 10^{-12} с. Присоединение протона связывается с высокой величиной сродства к нему всех трёх упоминавшихся выше гидридов: для молекул воды, аммиака и метана, соответственно 7.1, 8.8, 5.3 эВ, для водорода 4.4 эВ [8].

О перспективах развития космонавтики с учётом микроволнового излучения Вселенной. Особенности микроволновой космической энергетики. В развитие идеи о возможностях дальних космических перелё-

тов с использованием надмолекулярных структур, образующихся в соответствии с закономерностями супрамолекулярной физики, представим результаты исследования микроволновой энергетики межзвёздных/межпланетных молекулярных облаков. Похожая задача в 2020 г. была продекларирована в США при учреждении новой государственной организации — Института дальнего космоса (<https://www.limitlesspace.org>).

Интересно вернуться к работе [17], в которой отмечается, что в природе должны существовать какие-то процессы, приводящие к концентрации энергии в некоторых местах Вселенной за счёт других мест, и делается отсылка к работам В.А. Амбарцумяна: “Открытия академика В.А. Амбарцумяна... свидетельствующие о непрекращающемся групповом возникновении звёзд, показывают, что в материи содержится *неисчерпаемая способность к концентрации энергии и превращению рассеянной теплоты в другие формы энергии*” [17, с. 58]. Действительно, в своих работах В.А. Амбарцумян несколько раз обращался к вопросам, которые имеют отношение к теме нашей статьи — механизмам усиления интенсивности излучения межзвёздной среды. Например, при исследовании предположения И. Боуэна о возможности (при благоприятных условиях в газовых туманностях) накопления атомов в метастабильных состояниях, в результате чего соответствующие спектральные линии достигают большой интенсивности, им впервые были получены адекватные оценки этого эффекта. “Амбарцумян предсказал явление просветления среды под влиянием падающего на неё излучения” [17, с. 67]. В его докладе по случаю награждения Большой золотой медалью имени М.В. Ломоносова АН СССР (1971) обращено внимание на статью 1933 г. [37], где при построении теории возбуждения запрещённых линий были выявлены благоприятные условия для накопления атомов в метастабильных состояниях, в результате которых “соответствующие спектральные линии достигают большой интенсивности” [36, с. 486, 487]. Наш подход к микроволновой энергетике Вселенной находится в согласии и с другим исследованием Амбарцумяна, где, по-видимому, впервые (ещё в 1979 г.) рассматривались, с учётом “инверсии населённости возбуждённых состояний ...заметного отрицательного поглощения и наличия лазерного излучения”, возможности одновременного возникновения инверсии заселённости и большой оптической плотности в сравнительно холодных молекулярных облаках, “в соответствующих спектральных линиях космических мазеров — линиях гидроксила ОН, в водородных линиях паров воды, а также в некоторых других молекулярных линиях” [38, с. 167]. При этом резюмируется: “... радиоастрономия с успехом наблюдает радиоизлучение, возникающее между двумя уровнями с очень высокими главными квантовыми числами (порядка нескольких десятков)” [38, с. 166]. (Здесь прослежи-

вается связь с упоминавшейся пионерской работой Н.С. Кардашёва [33].) А ведь это в современной терминологии и есть ридберговские уровни!

Перечисленные выше работы В.А. Амбарцумяна имеют прямое отношение к идее нашего проекта перелётов с помощью космического движителя, использующего микроволновую (в данном случае тепловую) часть энергии космоса [4, 5]. Более того, предполагаемое использование мазерного эффекта в космосе на основе ридберговских полиатомных молекул (с возбуждённым электроном на ридберговской орбите до энергии более 10 эВ) следует в русле научного предвидения Циолковского, касающегося обстановки в дальнем космосе. “Весьма вероятно, что температура тела ракеты дойдёт до абсолютного нуля, то есть будет иметь 273° холода по Цельсию: движение молекул остановится, но это не значит, что движение их частей, и тем более протонов и электронов прекратится” [17, с. 58]. В нашем случае наличие электронов на ридберговских орбитах автоматически обеспечивает их ещё и крайне высокой потенциальной энергией.

Об идее квантового движителя. Для обсуждения практических целей — космических перелётов на базе энергетики космического пространства в [3–5] предложен новый термин — микроволновый квантовый движитель: устройство для преобразования энергии среды в работу по перемещению транспортного средства. Это определение развивает описание движителя в [39, с. 363]: “устройство для преобразования работы двигателя *или источника энергии* (курсив наш — авт.) в работу по перемещению транспортной машины”. Мы включаем в понятие источника энергии (наравне с энергетикой, заложенной самой Природой в феномены окружающей нас среды: течение вод, в том числе Мирового океана, наличие ветра, особенности рельефа суши и т.п.) и микроволновую энергетику Вселенной. Наша идея таких движителей включает в себя и их предлагаемое совмещение с электрическими ракетными двигателями (ЭРД), а также жидкостными ракетными двигателями (ЖРД). Предложено более десятка типов таких ЭРД, в частности, описанный в [40, с. 164].

Принцип действия микроволнового квантового движителя (МКД).

1. МКД работает с использованием запасённой природой энергии двух космических источников: реликтового излучения (РИ) Вселенной, при этом на миллиметровую область его спектра приходится абсолютный максимум, так что существенно больше 90% потока располагается в диапазоне длин волн от 0.6 до 6 мм [41]; мм-излучения — основной части всего теплового радиопотока от Солнца, оно мало изменяется со временем, за исключением короткой (~мин) фазы солнечной вспышки.

2. МКД не является двигателем в общепринятом (в том числе и в космонавтике) понимании, хотя мо-

жет иметь сопло; он не тепловой (или химический, ядерный и т.д.), но тоже вторичный, поскольку использует энергию природных ресурсов (в данном случае космоса), но не непосредственно, а от накопителя [39, с. 362] такой энергии (камеры захвата в нашей терминологии [5, с. 43]).

3. В нашем МКД вся микроволновая энергия космоса поступает в накопитель — “стакан” ограниченного диаметра; из соображений целесообразности пока выбран минимальный диаметр (2 м), что необычно мало для других подобных систем (солнечный парус, гелиоракетоплан и т.п.).

4. Начиная с первой авторской публикации по этой космологической тематике [1], как и во всех последующих наших статьях, обращено внимание на безусловную необходимость использования факта практического удвоения тепловых мм-потоков РИ в силу наличия дополнительного индуцированного (вынужденного) излучения по А. Эйнштейну, до нас его относили к тёмной, скрытой энергии Вселенной.

5. В тех же публикациях [1–6] показана возможная роль энергетики полиатомных ридберговских молекул [7], согласно экспериментальной работе по физической оптике [8], образующихся из простых гидридов и водорода — основного наполнения молекулярных облаков межзвёздной/межпланетной среды по модели Бюраканской астрофизической обсерватории НАН Армении [42]. Эта роль связывается нами с повышенным значением величины энергии сродства к протону, ибо, когда протон отнимается, то у образующейся супрамолекулы его заряд быстро (10^{-12} с) нейтрализуется в процессе “кулоновской” рекомбинации с электроном, который вначале захватывается на высоколежащую (по энергии) ридберговскую орбиту.

При наличии “подсветки” мм-излучения (из-за отмечаемой очень высокой чувствительности ридберговски возбуждённых молекул к внешнему микроволновому излучению [7, 31]) этот процесс приводит к более вероятному появлению супрамолекулы (полиатомной ридберговской молекулы) [7], да ещё и в очень высоковозбуждённом состоянии, которое как минимум на 10 эВ больше энергии основного энергетического уровня атомно-молекулярного комплекса. В энергетике космических перелётов нами учтён [5] известный с 1979 г., благодаря пионерской работе В.А. Амбарцумяна [38], ещё один канал мазерного эффекта в космосе. Он использует энергетику чисто кулоновского взаимодействия ненадолго разделённых зарядов — протона и электрона — под “присмотром” даровой энергии космоса. Тем самым в нашем предложении схемы быстрых космических перелётов полностью отсутствует какая-либо “новая физика”, а учитываются только хорошо известные физикам и астрофизикам подходы из радиоастрономии, космологии и фундаментальной физической оптики. В [43] подчёркнуто,

что В.А. Амбарцумян принял решение о создании отдела радиоастрономии в Бюраканской обсерватории в рамках наблюдательных работ по космологии. Именно в рамках этих исследований, включая период взаимодействия с ФИАН в 1964–1968 гг., был разработан квантовый усилитель на волне 21 см со связанными активными резонаторами, успешно применённый, как первый в СССР, в радиоастрономии. После старта советской космической программы в Институте радиофизики и электроники АН Армянской ССР в Аштараке была разработана специальная аппаратура для измерения параметров передающих систем, которая прекрасно работала на советских космических кораблях и на станции “Мир”.

Микроволновое описание межзвёздных молекулярных облаков. Для межзвёздных газопылевых облаков мы пользуемся моделью, апробированной в Бюраканской астрофизической обсерватории им. В.А. Амбарцумяна НАН Республики Армения [42]. Модель предполагает, что в их составе преобладает H_2 с характерным диапазоном плотности газа порядка $\sim 10^2$ – 10^4 см $^{-3}$ (с содержанием пыли $\sim 1\%$). Основным источником ионизации во внутренних частях облака при этом служат космические лучи, которые ионизируют атомы и молекулы водорода с образованием молекулярного иона H_3^+ , инициирующего цепочку ион-молекулярных реакций с образованием молекул простых гидридов: воды, аммиака, метана. По-видимому, можно полагать в первом приближении, что состав межпланетных молекулярных облаков аналогичен, а плотность даже выше.

Индукцированное микроволновое излучение межзвёздной среды. Как известно, в 1916 г. А. Эйнштейн предположил возникновение индуцированного (вынужденного) излучения в среде с установившимся тепловым равновесием, кванты которого имеют ту же частоту и летят в том же направлении, что имело проходящее внешнее излучение. Мы распространили это предположение, вслед за [7, 31, 32], на миллиметровое излучение применительно к супрамолекулярному подходу. Согласно этим работам, молекулярные ассоциаты в ридберговских состояниях очень чувствительны (из-за большой величины матричных элементов для дипольных переходов между соседними ридберговскими уровнями) к воздействию внешнего микроволнового, начиная с миллиметрового диапазона, облучения, что и приводит к генерации индуцированного излучения. Поэтому возможно рассматривать аналог мазерного эффекта в космосе за счёт генерации вынужденного излучения с высоковозбуждённых уровней ридберговских молекул при прохождении квантов теплового равновесного излучения среды — фонового реликтового излучения Вселенной. Нами также учитывается оценка Д.А. Варшаловича, подчеркнувшего, что в космическом мазере накачка может быть связана “с поглощением излучения

ближайшего источника (включая звезду) или с протеканием в космосе химических реакций” (курсив наш — авт.) [41, с. 388]. Действительно, в проблеме использования квантового движителя мы рассматриваем водородную связь молекул с большим сродством к протону, которая и является одним из вариантов химической связи [9]. Для мазерного эффекта мы учитываем мм-излучение звезды с активностью современного Солнца, поток от которого практически весь равновесно-тепловой, исключая крайне короткую импульсную фазу солнечных вспышек. Это весьма близко к описанию ситуации с тепловым излучением в полости, для которой в [7, 31, 32] и получены используемые нами выводы о возможности генерации микроволнового потока.

В нашем случае большое сродство к протону позволяет считать, что для молекул, составляющих ассоциаты межзвёздных/межпланетных молекулярных облаков, первым шагом при их образовании становится перенос протона. Выход супрамолекул при этом определяется как раз уровнем “подсветки” от звезды (Солнца), что соответствует идее [41, с. 388], а в общем случае — микроволновому потоку реликтового излучения [5].

Энергетика реликтового микроволнового излучения Вселенной в проблеме космических перелётов. В работе [5] представлены количественные оценки ожидаемой энергетики при работе микроволнового квантового движителя для космических перелётов с использованием мм-излучения: реликтового и солнечного теплового радиопотока. Учитывалась возможность совместной работы движителя и ЭРД, ЖРД. Рассмотрена также возможность учёта в соответствии с постулатом А. Эйнштейна (1916) процесса индуцированного испускания (с участием среды — межзвёздных/межпланетных молекулярных облаков) квантов той же частоты, фазы и поляризации, движущихся в том же направлении, что и падающий поток квантов. Поскольку каждый распространяющийся квант способен сопровождаться вновь образующимся квантом индуцированного испускания, была выполнена расчётная оценка возможного вклада этого эффекта в величину тёмной энергии Вселенной [2]. Мы исходили из актуальности решения этой проблемы не только с позиции космологии, но и современного естествознания в целом, а также важности получения реальных результатов верификации постулата А. Эйнштейна об индуцированном испускании.

В работах [2, 5] показано, что, с учётом средней плотности 10^3 см $^{-3}$ для H_2 и гидридов в среде передвижения космического аппарата (КА), ему может передаваться не более 0.005 Дж/м 3 микроволновой энергии РИ, при этом учитывается, что количество атомов в H_2O — три. При наличии камеры захвата налетающего потока диаметром 2 м суммарное значение поступающей энергии достигнет 0.15 Дж/м, что соответствует тяге в 0.15 Н. Полученная вели-

чина при сопоставлении с данными параметров ЭРД [40, с. 446] реально входит в диапазон вариаций табличных параметров тяги ЭРД: от 0.0001 до 1 Н. Тогда в паре с ЭРД, имеющим удельный импульс до 100 км/с и более (см. там же), это позволяет обеспечивать всю энергетику межпланетных перелётов за счёт совокупности тяги на рабочих средах — как РИ, так и плазмы в камере ЭРД. Здесь мы учитываем, что “проектные исследования показали целесообразность применения ЭРД в... качестве маршевых двигателей КА, совершающих... межпланетные перелёты” [40, с. 447]. Напомним, что оценочный расчёт сделан для величины средней плотности H_2 и гидридов, а для её верхних по [42] значений (10^4 и 10^7 см $^{-3}$) тяга квантового движителя на микроволновом РИ может достигать от 1.5 до 1500 Н.

В энциклопедии [44, с. 258–268] представлены варианты двигателя космического звездолёта, использующего в работе межзвёздный газ с вкладом скоростного напора (ram-effect), что может увеличить тягу и нашего квантового движителя в согласии с расчётными оценками [45] не менее чем в 2000 раз — от 3 кН до 3 МН даже при первой космической скорости. Реально величина скоростного напора может расти с увеличением скорости космического аппарата как минимум в линейной зависимости. Это позволяет рассчитывать на величины тяги (при 100 км/с) до 30 МН. Данное значение может, по-видимому, увеличиваться за счёт “подсветки” микроволновым шумовым излучением ЭРД при параллельном его функционировании. Такой шум исследовался на частотах ниже 20 ГГц [46]. Наши оценки показывают, что подобный шумовой поток микроволн может даже превышать поток РИ. Солнечный радиопоток (на орбите Земли) даёт на порядок большую (до 10^7 эВ) величину в энергетике потока квантов мм-диапазона, чем РИ, с достижением (при плотности межпланетной среды 10^4 см $^{-3}$) значения тяги от десятка кН, в том числе при полётах к Марсу.

При выборе направления перелёта космического аппарата с квантовым движителем предлагалось использовать бортовой лазер, задающий дополнительный мазерный эффект в космической среде [3, 4]. Действительно, луч, испускаемый таким лазером, способен на своём пути в среде межзвёздных облаков ионизовать все высоковозбуждённые ридберговские молекулы, в том числе и с малым сродством к протону. Далее следует обычный процесс нейтрализации с кулоновским захватом электрона в механизме диссоциативной рекомбинации с возбуждением многочисленных ридберговских состояний нейтральных молекул [15, 47, 48]. Следовательно, появляется увеличенное количество потенциальных вариантов вынужденного испускания в среде под действием реликтового микроволнового излучения. При этом продолжает работать и супрамолекулярный механизм мазерного эффекта с участием мо-

лекул с высоким сродством к протону: они вновь присоединяют протон, который нейтрализуется электроном с образованием ридберговской молекулы, способной к индуцированному испусканию кванта микроволн под воздействием реликтового микроволнового излучения либо внешнего микроволнового источника (звезда, включая Солнце), других галактических радиоисточников, включая магнетары [2]. А предлагаемое, с учётом отечественных проектных разработок, совмещение квантовых движителей с электрическими двигательными установками, а также жидкостными ракетными двигателями позволяет применять их для коррекции траектории в космических перелётах, в том числе при движении галактиками. Гипотетически, конечно, есть возможность использования подвижного (прицельного) сопла, с выбором направления полёта путём его соответствующей ориентации.

Принципы оценки роли вынужденного испускания. Согласно [49] при вынужденном (индуцированном) испускании [5] элементарные процессы изменения энергии атомных систем следует рассматривать как мгновенные, считая, что каждый процесс может произойти в любой момент времени независимо от остальных процессов того же типа (в рамках “статистической независимости случайных процессов”) [49, с. 79]. При полном тепловом (термодинамическом) равновесии в нём участвуют не только частицы вещества, но и излучение, находящееся в равновесии с веществом — равновесное (чернотельное) излучение. Равновесие вещества и излучения всегда осуществляется в некотором объёме: замкнутой полости, замкнутом, заполненном веществом объёме, если средний пробег квантов мал по сравнению с размерами объёма [49, с. 123]. Это практически всегда осуществляется для человеческого организма [9]. В случае космического реликтового микроволнового фона действующий масштаб вообще безграничен.

Вынужденное испускание обусловлено поглощаемым излучением. Поглощение и вынужденное испускание — вынужденные процессы, их отличие состоит в том, что под воздействием излучения при элементарном процессе поглощения число квантов уменьшается на единицу, а при элементарном процессе вынужденного испускания — увеличивается на единицу. Очень важно, что интенсивность спонтанного (всенаправленного) излучения (испускания) примерно на порядок ниже, чем индуцированного (вынужденного) [1–5]. Соотношения между коэффициентами, позволяющие вычислить вероятность спонтанного испускания, если известна вероятность поглощения, установлены, как упоминалось, в 1916 г. А. Эйнштейном и могут быть строго обоснованы методами квантовой электродинамики [49, с. 81].

В силу того, что вынужденное испускание квантов происходит в направлении распространения

падающего излучения той же частоты при сохранении поляризации, роль потока вынужденно испущенных квантов сводится к тому, что практически убыль числа квантов и мощность поглощения пучка на частоте падающего излучения становятся меньше [49, с. 117, 118], что и использовано нами при интерпретации возможной природы и выполнении количественной оценки потока скрытой (тёмной) энергии Вселенной [2].

* * *

Подведём некоторые итоги.

1. Около полувека назад в серии научных изданий АН СССР “Планета Земля и Вселенная” [24] в рамках разработки теории принципов подобия была продемонстрирована эффективность возможной интерпретации проверенной в климатологии Земли самой известной детали Юпитера (Большое красное пятно) как долгоживущего свободного вихря в атмосфере [23, с.161]. Нашей статье предшествуют оригинальные публикации (см. например, [9]), где как раз и учитывалась теория принципов подобия [20–23] при исследовании проблем глобального потепления и медицинской биофизики. Сейчас на этой основе мы предложили подходы для получения новых результатов в современном естествознании и космической технике. Такая задача была изложена в докладе [6] и поддержана на Пятой международной конференции “Физика — наукам о жизни”, проходившей в октябре 2023 г. в ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН.

2. Представлено развитие оригинальной супрамолекулярной физики космического пространства на основе введения в рассмотрение ридберговских молекул из числа простых гидридов (прежде всего молекул воды) при их взаимодействии с микроволновым излучением — реликтовым, а также солнечным миллиметровым. Тем самым предложена и обоснована схема супрамолекулярного подхода к микроволновой энергетике межзвёздных/межпланетных молекулярных облаков — основного наполнения Вселенной.

3. Принято во внимание, что реликтовое (фоновое) излучение имеет наивысший энергетический максимум как раз в микроволновом диапазоне (от 6 до 0.6 мм), при этом во Вселенной на каждый атом приходится до одного миллиарда квантов.

4. В рамках проблематики дальних космических перелётов введён новый термин — квантовый движитель, то есть устройство для преобразования энергии, микроволновых потоков Вселенной в работу по перемещению транспортного средства. Идея таких движителей включает в себя их предлагаемое совмещение с ЭРД, а также ЖРД. Для сокращения сроков полёта в межпланетных/межзвёздных перелётах важно, что ЭРД способны иметь исключительно высокий удельный импульс — до 100 км/с и более.

5. Выполнены оценки энергетики как реликтового, так и солнечного микроволнового излучения в интересах работы квантового движителя, достигающей при энергии кванта с длиной волны 1 мм величины 10^6 – 10^7 эВ/атом. Оценён возможный вклад физико-химической механики эффекта скоростного напора в увеличение тяги самого квантового движителя. Предложенная схема межпланетного перелёта может стать основой для снижения на порядок величины достигнутого до сих пор минимального времени полёта к Марсу (около 130 суток).

6. В физике межзвёздных облаков предложено рассматривать не учитываемый до сих пор резервуар энергии космоса, который в современной космологии относят к скрытой энергии. По-видимому, тёмная энергия — это лишь не учитываемая часть потока вынужденного микроволнового излучения, обеспечивающая 100%-ный вклад в скрытую энергию Вселенной [2].

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую благодарность за поддержку работы академикам РАН Г.С. Голицыну, В.А. Драгавцеву и Г.А. Попову, академикам НАН Республики Армения Р.Б. Костаняну и Р.М. Мартиросяну, иностранному члену РАН, членам-корреспондентам РАН Ю.Ю. Ковалёву, И.Д. Новикову и А.В. Степанову, профессорам Г.А. Галечяну, А.З. Девдариани, Ю.В. Кулешову, Т.И. Ларченковой, Ю.А. Наговицыну, В.Е. Панчуку и доктору Г. Шмидтке (ФРГ).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авакян С.В., Баранова Л.А.* Использование результатов супрамолекулярной солнечно-земной физики при решении космологических проблем: 1. Экспериментальные предпосылки. 2. Модельное описание // Труды XXV Всероссийской ежегодной научной конференции “Солнечная и солнечно-земная физика” / Под ред. А.В. Степанова, Ю.А. Наговицына. ГАО РАН, 2021. С. 23–30.
Avakyan S.V., Baranova L.A. Using the results of supramolecular solar terrestrial physics in solving cosmological problems: 1. Experimental background. 2. Model description // Proc. of XXV All-Russian annual scientific conference “Solar and solar-terrestrial physics” / Eds. A.V. Stepanov, Yu.A. Nagovitsin. GAO RAS, 2021. P. 23–30. (In Russ.). DOI: 10.31725/0552-5829-2021-23-30.
2. *Авакян С.В., Баранова Л.А., Ковалёнок В.В., Савиных В.П.* Первооткрыватель роли ридберговского возбуждения микроволнового излучения в дальнем космосе. // Доклад на первом заседании конференции АКЦ ФИАН “Вселенная: от большого взрыва до наших дней”, посвящённой 90-летию академика Н.С. Кардашёва, 25–26 апреля 2022. М.: АКЦ ФИ РАН, 2022.

- Avakyan S.V., Baranova L.A., Kovalenok V.V., Savinykh V.P.* Pioneer of the role of the Rydberg excitation of microwave radiation in deep space // Conference AeroKosmic Center of FIAN on the occasion of the 90-th anniversary of Academician N.S. Kardashev "The Universe – from the Big Bang to the present day", April 25–26, 2022. M.: AKC FIAN. (In Russ.)
3. *Авакян С.В., Баранова Л.А.* Микроволновая энергетика межзвёздного/межпланетного пространства: модельное описание. // Труды XXVI Всероссийской ежегодной научной конференции "Солнечная и солнечно-земная физика", 3–7 октября 2022 / Под ред. А.В. Степанова, Ю.А. Наговицына. ГАО РАН, 2022. С. 331–336.
Avakyan, S.V., Baranova, L.A., 2022. Microwave energetics of interstellar/interplanetary space: Model write-up // Proc. of XXVI All-Russian annual scientific conference "Solar and solar-terrestrial physics". 3–7 Oct. 2022 / Eds. A.V. Stepanov, Yu.A. Nagovitsin. GAO RAS, Pulkovo, 2022. P. 331–336. (In Russ.). DOI: 10.31725/0552-5829-2022-331-336
 4. *Авакян С.В., Баранова Л.А., Ковалёнок В.В., Савиных В.П.* Супрамолекулярная физика и микроволновое излучение космического пространства: к проблеме дальних полётов // Материалы VII Всероссийской научной конференции "Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля природной среды", 24–26 мая 2022 г. / Под ред. Ю.В. Кулешова. СПб.: Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, 2022. С. 292–300.
Avakyan S.V., Baranova L.A., Kovalenok V.V., Savinykh V.P. Microwave radiation in the problem of long-range space flights // Proc. of the VII All-Russian scientific conference "Problems of military-applied geophysics and control of the natural environment, 24–26, May 2022. Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky. St. Petersburg, 2022. P. 292–300. (in Russ.)
 5. *Авакян С.В., Баранова Л.А.* Энергетика реликтового микроволнового излучения Вселенной в проблеме космических перелётов // Доклады НАН Республики Армения. 2023. Т. 123. № 1. С. 40–47.
Avakyan S.V., Baranova L.A. Energetics of the relict microwave radiation of the Universe in the problems of space flights // Reports of the National Academy of Science of Armenia. 2023. V. 123. № 1. P. 40–47. DOI: 10.54503/0321-1339-2023.123.1-40
 6. *Авакян С.В., Баранова Л.А.* Микроволновые излучения в аспекте современного естествознания. Тезисы докладов Пятой международной конференции "Физика – наукам о жизни", 16–19 октября 2023 г. СПб.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2023.
Avakyan S.V., Baranova L.A. Microwave radiation in the aspect of modern natural science. Abstracts of reports of the Fifth International Conference "Physics – Life Sciences", October 16–19, 2023. St. Petersburg: Ioffe Institute, 2023. (In Russ.)
 7. *Gallas J.A.C., Leuchs G., Wallher H., Figger H.* Rydberg atoms: high-resolution spectroscopy and radiation interaction – Rydberg molecules // Adv. Atomic and Molec. Phys. 1985. V. 20. P. 413–466.
 8. *Dabrowski I., Herzberg G.* The electronic emission spectrum of triatomic hydrogen // Canad. J. Phys. 1980. V. 58. № 8. P. 1238–1249.
 9. *Авакян С.В.* Супрамолекулярная физика окружающей среды: климатические и биофизические эффекты // Вестник РАН. 2017. № 5. С. 458–466.
Avakyan S.V. Environmental Supramolecular Physics: Climatic and Biophysical Effects // Herald of the RAS. 2017. № 3. P. 276–283.
 10. *Лен Ж.-М.* Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы. Новосибирск: Наука, 1998.
Lehn J.-M. Supramolecular chemistry. Concepts and Perspectives. Weinheim. N.-Y. Cambridge. VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1995.
 11. *Ковалёнок В.* Родина крылья дала. Документальная повесть. Минск Юнацтва, 1989.
Kovalenok V. The Motherland Gave Wings. Documentary story. Minsk: Yunatstva, 1989. (In Russ.)
 12. *Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П.* Перспективы развития цивилизации. Многомерный анализ. М.: Логос, 2003.
Kondratyev K.Ya., Krapivin V.F., Savinykh V.P. Prospects for the development of civilization. Multivariate analysis. M.: Logos, 2003. (In Russ.)
 13. *Миронова Г.А.* Конденсированное состояние вещества: от структурных единиц до живой материи. Т.1. М.: Физфак МГУ, 2004.
Mironova G.A. Condensed state of matter: from structural units to living matter. V. 1. M.: Physical Department of MSU, 2004. (In Russ.)
 14. *Сороченко Р.Л., Гордон М.А.* Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия. М.: Физматлит, 2003;
Gordon M.A., Sorochenko R.L. Radio Recombination Lines: their physics and astronomical applications. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. 2002
 15. *Mitchell J.B.A.* The dissociative recombination of molecular ions // Physics Reports. 1990. V. 186. № 5. P. 215–248.
 16. *Циолковский К.Э.* Кинетическая теория света. Книга 3. Калуга: Известия Калужского общества изучения природы, 1919.
Tsiolkovsky K.E. Kinetic theory of light. Book 3. Kaluga: News of the Kaluga Society for the Study of Nature, 1919. (In Russ.)
 17. *Гвай И.И.* К.Э. Циолковский о круговороте энергии / Отв. ред. П.К. Ощепков. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
Gwai I.I. K.E. Tsiolkovsky about the energy cycle / Rep. ed. P.C. Oshchepkov. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1957. (In Russ.)

18. *Whelller J.A.*, Quantum and Universe // “Centenario di Einstein” 1879–1979 / *Astrofisica e Cosmologia, Gravitazione, Quanti e Relativita negli sviluppi del pensiero scientifico di Albert Einstein*. Giunti Barbera, Firenze, 1979; *Астрофизика, кванты и теория относительности* / Пер. с итал. под ред. Ф.И. Фёдорова. М.: Мир, 1982. С. 535–558.
19. *Гнедин Ю.Н.* Солнце как физическая лаборатория для поиска частиц тёмной материи // *Оптический журнал*. 2005. Т. 72. № 8. С. 20–32.
Gnedin Yu.N. The sun as a physical laboratory for searching for dark matter particles // *Optical Journal*. 2005. V. 72. № 8. P. 20–32.
20. *Голицын Г.С.* Путь в науке об окружающем мире // *Вестник РАН*. 2021. № 1. С. 69–81.
Golitsyn G.S. The Road in Environmental Science // *Herald of the RAS*. 2021. № 1. P. 1–12.
21. *Голицын Г.С.* Статистика и динамика природных процессов и явлений: методы, инструментарий, результаты. Изд. 2-е. М.: КРАСАНД, 2013.
Golitsyn G.S. Statistics and dynamics of natural processes and phenomena: methods, tools, results. Ed. 2nd. M.: KRASAND, 2013. (In Russ.)
22. *Голицын Г.С.* Работа А.Н. Колмогорова 1934 г. — основа для объяснения статистики природных явлений микромира // *УФН*. 2024. Т. 194. № 1. С. 86–96.
Golitsyn G.S. A.N.Kolmogorov’s 1934 paper is the basis for explaining the statistics of natural phenomena of macrocosm // *Physics-Uspekhi*. 2024. V. 67 P. 80–90. DOI:10.3367/UFNe.2023.05.039355
23. *Голицын Г.С.* Вероятностные структуры макромира: землетрясения, ураганы, наводнения. М.: Физматлит, 2022.
Golitsyn G.S. Probabilistic structures of the macrocosm: earthquakes, hurricanes, floods. M.: Fizmatlit, 2022. (In Russ.)
24. *Ксанфомалити Л.В.* Планеты, открытые заново. Сер. “Планета Земля и Вселенная” / Отв. ред. Г.С. Голицын. М.: Наука. 1978.
Ksanfomality L.V. Planets rediscovered. Ser. “Planet Earth and the Universe” / Rep. ed. G.S. Golitsyn. M.: Science, 1978. (In Russ.)
25. *Gamov G.* Expanding Universe and the origin of elements // *Phys. Rev.* 1946. V. 70, P. 572–573.
26. *Penzias A.* The origin of elements. Nobel lecture, December 1978 // *Rev. Mod. Phys.* 1979. V. 51. P. 430; *Пензиас А.* Происхождение элементов. Нобелевские лекции по физике 1978 г. // *УФН*. 1979. Т. 129. № 4. С. 581–593.
27. *Дорошкевич А.Г., Новиков И.Д.* Средняя плотность излучения в метagalактике и некоторые вопросы релятивистской космологии // *ДАН СССР*. 1964. Т. 154. С. 809.
Doroshkevich A.G., Novikov I.D. Average radiation density in metagalaxy and some questions of relativistic cosmology // *DAN USSR*. 1964. V. 154. P. 809. (In Russ.)
28. *Penzias A.A., Wilson R.W.* A measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s // *Astrophys. J.* 1965. V. 142. P. 419–421.
29. *Шмаонов Т.А.* Методика абсолютных измерений эффективной температуры радиоизлучения с низкой эквивалентной температурой // *Приборы и техника эксперимента*. 1957. Т. 1. № 1. С. 83–86.
Shmaonov T.A. Methodology for absolute measurements of the effective temperature of radio emission with low equivalent temperature // *Instruments and experimental equipment*. 1957. V. 1. №. 1. P. 83–86. (In Russ.)
30. *Avakyan S.V.* New possible mechanism of sporadic ionospheric radioemissions // *Book of Abstracts of papers presented at the 25-th General assembly of URSI*. August–Sept. 1996. France. G1. Ionospheric models and indices, 1996.
31. *Haroche S., Raimond J.M.* Radiative properties of Rydberg states in resonant cavities // *Adv. Atom. Mol. Phys.* 1985. V. 20. P. 347–411.
32. *Haroche S., Raimond J.M.* Exploring the quantum. Atoms, cavities, and photons / N.-Y.: Oxford Un. Press, 2006.
33. *Кардашёв Н.С.* О возможности обнаружения линий атомарного водорода в радиодиапазоне // *Астрономический журнал*. 1959. Т. 36. № 5. С. 838–844.
Kardashev N.S. On the possibility of detecting lines of atomic hydrogen in the radio range // *Astronomical Journal*. 1959. T. 36. №. 5. P. 838–844. (In Russ.)
34. *Авакян С.В., Баранова Л.А.* Влияние электромагнитного излучения окружающей среды на ассоциатообразование в водных растворах // *Биофизика*. 2019. Т. 64. № 1. С.12–20.
Avakian S.V., Baranova L.A. Influence of electromagnetic radiation of the environment on association formation in aqueous solutions // *Biophysics*. 2019. V. 64. №. 1. P. 7–12.
35. *Emig K.L., Salas P.O., de Gasperin F. et al.* The first detection of radiorecombination lines at cosmological distances // *Astronomy and Astrophys.* 2019. V. 622. A7.
36. *Амбарцумян В.А.* “Ломоносовский доклад” (по случаю награждения Золотой медалью АН СССР) // Виктор Амбарцумян. Посвящается 100-летию со дня рождения Виктора Амбарцумяна. 1971 / Сост. член-корр. НАН РА Э.С. Парсамян. Ереван: Изд-во “Гитутюн” НАН Республики Армения, 2008. С. 486–487.
Ambartsumyan V.A. “Lomonosov report” (on the occasion of being awarded the Gold Medal of the USSR Academy of Sciences) // Viktor Ambartsumyan. Dedicated to the 100th anniversary of the birth of Victor Ambartsumyan. 1971 / Comp. corresponding member NAS RA E.S. Parsamians. Yerevan: Publishing house

- “Gitutyun” NAS of the Republic of Armenia, 2008. P. 486–487. (In Russ.)
37. *Ambartsumian V.* The excitation of the metastable states in the gaseous nebulae // *Pulkovo Obs. Circ.* 1933. № 6. P. 10–17.
 38. *Амбарцумян В.А.* Значение эйнштейновских коэффициентов вероятностей переходов для астрофизики // *Проблемы физики: классика и современность* / Под ред. Г.Ю. Тредера. М.: Мир, 1982. С.164–167.
Ambartsumyan V.A. The significance of Einstein transition probability coefficients for astrophysics // *Problems of physics: classics and modernity* / Ed. G.Yu. Trader. M.: Mir, 1982. P.164–167. (In Russ); *V.A. Ambartsumian.* Einstein-Centenary 1979. Für das Einstein-Komitee der DDR, herausgegeben von Hans Jürgen Treder. 1979. Akademie-Verlag Berlin.
 39. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1984. Soviet encyclopedic dictionary. M.: Soviet Encyclopedia, 1984 (In Russ).
 40. Космонавтика. Энциклопедия / Гл. ред. В.П. Глушко. М.: Советская энциклопедия, 1985.
Astronautics. Encyclopedia / Chief ed. V.P. Glushko. M. Soviet encyclopedia. 1985. (In Russ.)
 41. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред А.М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1983.
Physical Encyclopedic Dictionary / Chief ed. A.M. Prohorov. M.: Soviet Encyclopedia, 1983. (In Russ).
 42. *Егикян А.Г.* Об облучении пыли в молекулярных облаках. 1. УФ дозы // *Астрофизика*. 2009. Т. 52. № 2. С. 311–324.
Yeghikyan A.G. On dust irradiation in molecular clouds. 1. UV doses // *Astrophysics*. 2009. V. 52(2). P. 311–324. (in Russ.)
 43. *Мартirosyan P.M.* Новое поколение учёных должно быть достойно предшественников. К 70-летию Национальной Академии наук Армении // *Вестник РАН*. 2013. № 10. С. 915–917.
Martirosyan P.M. The new generation of scientists should be worthy of their predecessors. To the 70th anniversary of the National Academy of Sciences of Armenia // *Herald of the RAS*. 2013. № 10. P. 915–917. (In Russ.)
 44. *Gatland K.* The illustrated Encyclopedia “Space Technology. A comprehensive history of space exploration”. Salamander Books LTD, 1982; *Гэтланд К.* Иллюстрированная энциклопедия “Космическая техника”. М.: Мир, 1986.
 45. *Rantanen R.O., Gordon T.D.* Contaminant buildup on ram facing spacecraft surfaces *Proc. // SPIE*. 1987. V. 777. P. 26–33.
 46. *Важенин Н.А., Обухов В.А., Плохих А.П., Попов Г.А.* Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи. М.: Физматлит, 2013.
Vazhenin N.A., Obukhov V.A., Plokhikh A.P., Popov G.A. Electric rocket engines of space vehicles and their influence on the radio systems of space communications. M.: Fizmatlit. 2013. (In Russ.)
 47. *Авакян С.В., Девдариани А.З.* Роль ридберговских состояний и микроволнового излучения в тропосферной кластеризации паров воды // *Оптический журнал*. 2016. Т. 83. № 5. С. 76–78.
Avakyan S.V., Devdariani A.Z. The role of the Rydberg states and microwave radiation in the tropospheric clusterization of a water vapor // *J. Opt. Technol.* 2016. V. 83. № 5. P. 327–328. <https://doi.org/10.1364/JOT.83.000327>
 48. *Schmidtke G., Avakyan S.V., Berdermann J. et al.* Where goes the Thermospheric Ionospheric GEospheric Research (TIGER) Program do? // *Adv. Space Res.* 2015. V. 56. P. 1547–1577.
 49. *Ельяшевич М.А.* Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Физматгиз, 1961.
Elyashevich M. A. Atomic and Molecular Spectroscopy. M.: Physmatgiz. 1961. (In Russ.)

MICROWAVE RADIATION OF SPACE AND PROSPECTS FOR ITS USE IN QUANTUM PROPULSORS

S.V. Avakyan^{a,*}, L.A. Baranova^{b,**}, V.V. Kovalenok^{c,***}, V.P. Savinykh^{d,****}

^a*All-Russian Scientific Center "S.I. Vavilov State Optical Institute", St. Petersburg, Russia*

^b*Ioffe Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia,*

^c*Federation of Cosmonautics of Russia, Moscow, Russia*

^d*Moscow State University of Geodesy and Cartography and RAS, Moscow, Russia*

^{*}*E-mail: SVANANRA@yandex.ru*

^{**}*E-mail: l.baranova@mail.ioffe.ru*

^{***}*E-mail: fkr1978@yandex.ru*

^{****}*E-mail: vp@miigaik.ru*

Using the original approach developed in recent years – supramolecular physics of the environment, the results of considering the contribution of physical optics processes to the formation of induced microwave radiation are presented. The two most powerful cosmic thermal sources: the background (relict) flux in the absolute millimeter maximum of the spectrum, and the mm-wave radio flux from Sun are considered. The postulate of A. Einstein about the emergence of an induced emission quantum in a medium with established thermal equilibrium is taken into account. This made it possible to quantitatively substantiate, based on the principles of the similarity theory of G.S. Golitsyn, a scheme for the use of microwave energy of the interstellar/interplanetary medium during space flights. Based on the physics of collisions, in the proton transfer reaction of the main simple hydrides in interstellar/interplanetary molecular clouds, it is proposed to take into account the possibility of the manifestation of an additional channel for the maser effect in such a medium (first considered by V.A. Ambartsumian in 1979) due to the close location of electronically excited Rydberg levels for molecules in these clouds. The pioneering work of N.S. Kardashev on the study of Rydberg transitions during the emission of recombination radio lines was taken into account. Due to the efforts of astronomers from the Lebedev Physical Institute and the State Astronomical Observatory of the Russian Academy of Sciences (at Pulkovo), this work led to the discovery of the microwave flux from deep space objects. Real energy and schemes for using a microwave quantum propulsor device with the ability to choose the direction of flights are discussed.

Keywords: background microwave relict radiation, radiation from interstellar molecular clouds, mm-radiation from the Sun; induced emission and “dark” energy; microwave radiation and long-distance space flights, quantum propulsor.