

КОСМИЧЕСКАЯ ОПТИКА

УДК 524.8; 53.08

DOI: 10.54503/0321-1339-2023.123.1-40

Иностранный член НАН РА С. В. Авакян¹, Л. А. Баранова²

Энергетика реликтового микроволнового излучения Вселенной в проблеме космических перелётов

(Представлено 27/II 2023)

Ключевые слова: микроволновый квантовый движитель, тёмная энергия Вселенной.

1. Введение. Основная доля известной электромагнитной энергии Космоса сосредоточена в микроволновом диапазоне в виде реликтового излучения (РИ) на длинах волн от долей до нескольких мм. В [1-4] нами предложено использовать эту энергию для межпланетных перелётов. История открытия микроволнового РИ Вселенной фактически в основном связана с вкладом отечественных учёных, включая Г. Гамова и Т. Шмаонова (см. обзор в [5], с.13–19), прежде всего, во времена Советского Союза. Ещё в середине 40-х гг. Георгий А. Гамов [6] опубликовал работу, в которой предложил так называемую модель «горячей» начальной фазы космологического расширения. Однако ни в одной из работ Гамова с коллегами *«не было отмечено, что микроволновое излучение, дошедшее до нас...и остывшее вследствие расширения Вселенной до нескольких кельвинов, можно измерить хотя бы в принципе»* (см. [5], с. 16). В нобелевской лекции А. Пензиаса [7] имеется такой вывод: *«Первое опубликованное признание реликтового излучения в качестве обнаруживаемого явления в радиодиапазоне появилось в [8]*. ...В этой замечательной статье не только выведен спектр РИ как чернотельного радиоволнового явления, но также сконцентрировано внимание на двадцати-*

* Отсылки к соответствующим работам для удобства приведены по списку литературы в настоящей статье.

фунтовом рупорном рефлекторе лаборатории «Белл» в Кроуфорд Хилл, как наиболее подходящем инструменте для его обнаружения!» Но по [5] «именно с помощью этого инструмента РИ было обнаружено [9] в 1965 году... Более того, этот инструмент – рупорная антенна является подобием той, что использовалась реально открывшим впервые это космическое радиоизлучение на длине волны 3.2 см учёным Тиграном А. Шмаоновым из Института радиотехники и электроники АН СССР [10]».

Целью настоящей статьи являлось развитие исследований [1-4] по конкретике 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 известных разработок электро-ракетных двигателей (ЭРД) и жидкостных ракетных двигателей. Впервые предложено использовать эту энергию для межпланетных перелётов. Рассмотрена также возможность учёта, в соответствии с постулатом А. Эйнштейна (1916) о процессе 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 [4]. Мы исходили из актуальности решения этой проблемы как космологической, так и современного естествознания, и реальных результатов верификации, в рамках мировой науки, постулата А. Эйнштейна об индуцированном испускании, подтверждаемого квантовой электродинамикой и функционированием мазеров и лазеров.

2. Основы методики. Учитываются возможности дополнительного индуцированного испускания квантов фонового – реликтового мм-излучения, а также как теплового (вне импульсной фазы радиовсплеска) мм-излучения от Солнца, так и энергетика ридберговских полиатомных молекул из простых гидридов и водорода межзвёздной/межпланетной среды. Согласно модели [11] межзвёздных облаков, верифицированной в Бюраканской астрофизической обсерватории им. В. А. Амбарцумяна НАН Республики Армения, основное содержание этих облаков (при их плотности от 10^2 до 10^7 см⁻³ (последняя величина относится к ядрам галактик)) составляют молекулы H₂ и тройка простых гидридов (воды, аммиака и метана). У таких молекул, и особенно у гидридов, очень велико сродство к протону, что быстро приводит через переход протона от соседней молекулы к образованию супрамолекулярных ионов H₃⁺, гидроксония H₃O⁺, аммония NH₄⁺ и CH₅⁺ и более сложных ассоциатов. Важнейшим обстоятельством в рамках развиваемой нами *супрамолекулярной физики окружающей среды и космического пространства* является учёт особой, *управляющей роли* микроволнового поглощения от внешнего источника [12] при образовании сразу высоковозбуждённой «полиатомной ридбер-

говской молекулы [1-4]». Это позволяет рассматривать дополнение каналов известного «мазерного эффекта в космосе» при учёте вынужденного излучения с высоковозбуждённых уровней ридберговских молекул, чувствительного к внешнему микроволновому источнику и тепловому равновесному излучению среды, включая РИ. Как известно, такой мазерный эффект может быть обусловлен не только вынужденным (индуцированным) испусканием излучения под действием внешнего источника, но и возбуждением, возникшим из-за протекания в космической среде химических реакций, в нашем случае – при переносе протона. Кроме того, кванты микроволн даже в мм-диапазоне полностью попадают в область излучения, где очень велики матричные элементы электрических дипольных переходов между соседними уровнями [1-4]. Мы учитываем возможность в космической среде химических реакций – в рамках переноса протона от соседней молекулы (из-за высокого к нему сродства), с последующим рождением (при нейтрализации заряда присоединённого протона) полиатомного комплекса – «ридберговской (возбуждённой в высоколежащее электронное состояние) молекулы [13]».

Итак, супрамолекулярная физика [12] – *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*. Это достигается тем, что при поглощении кванта микроволн растёт орбитальный момент электрона (l), он реже проникает в ионный остов, и поэтому выход кластеров увеличивается. Таким образом, учитывается энергия кулоновского взаимодействия в водосодержащей среде, аккумулируемая в образующемся полиатомном комплексе, возбуждённом в очень высокое энергетическое электронное состояние, близкое к границе ионизации, т.е. более ~ 10 эВ. Время жизни этого состояния доходит до 10 с ([14], с. 281), что заведомо реализуемо в межзвёздной среде ([15], с. 123-126), где «примерно половина массы водорода находится в молекулярной форме». В [16] Д. К. Максвелл в 1874 г. предугадал *используемый нами подход*: «...Атомы... случайными объятиями породили все, 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». Что это, как не предложение учитывать использование супрамолекулярного подхода в межзвёздных молекулярных облаках? Публикация [17] оказалась пионерским исследованием учета возможности микроволнового вынужденного (induced) излучения с электронных ридберговских состояний. По дате поступления она на два месяца опережает первую публикацию астрофизиков на эту тему [18].

В [4] показано, что, с учётом *средней плотности* 10^3 см^{-3} для H_2 и гидридов [11] 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 за-

хвата налетающего потока диаметром 2 м суммарное значение поступающей энергии достигнет 0.15 Дж/м, что соответствует тяге в **0.15 Н**. Полученная величина при сопоставлении с данными параметров ЭРД ([19], 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 ([19], с. 447), что *«проектные исследования показали целесообразность применения ЭРД в ...качестве маршевых двигателей КА, совершающих ...межпланетные перелёты»*. Напомним, что оценочный расчёт сделан для величины *средней* плотности H_2 и гидридов, а для её верхних по [11] значений (10^4 и 10^7 см⁻³) тяга квантового движителя на микроволновом РИ может достигать **от 1.5 до 1500 Н**.

В [20] (с. 258-268) представлены варианты двигателя космического звездолёта, использующие в работе межзвёздный газ с вкладом скоростного напора (ram-effect), что может увеличить тягу и нашего квантового движителя в согласии с расчётными оценками [21] 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 КА как минимум в линейной зависимости. Это позволяет рассчитывать на величины тяги (при 100 км/с) до **30 МН**. Данное значение может, по-видимому, существенно увеличиваться за счёт «подсветки» микроволновым шумовым излучением ЭРД при параллельном его функционировании. Такой шум исследовался на частотах ниже 20 ГГц [22], и наши оценки показывают, что 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.

3. Оценка роли вынужденного испускания. Согласно [23] при вынужденном (индуцированном) испускании:

- элементарные процессы изменения энергии атомных систем ... следует рассматривать как мгновенные и считать, что каждый процесс может произойти в любой момент времени независимо от остальных процессов того же типа (в рамках «статистической независимости случайных процессов») (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* (с. 123). Это практически всегда осуществляется для человеческого организма [12,

17]. В случае космического реликтового микроволнового фона действующий масштаб вообще безграничен;

- вынужденное испускание обусловлено поглощаемым излучением; поглощение и вынужденное испускание – оба являются вынужденными процессами: 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 для проведённого [1-4] рассмотрения, что интенсивность спонтанного (всенаправленного) излучения (испускания) примерно на порядок ниже, чем индуцированного (вынужденного). Соотношения между коэффициентами, позволяющие вычислить вероятность спонтанного испускания, если известна вероятность поглощения, установлены в 1916 г. А. Эйнштейном и могут быть строго обоснованы методами квантовой электродинамики (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 (с. 117/118), что и использовано нами при *интерпретации возможной природы* и выполнении количественной оценки *потока тёмной энергии Вселенной* [4].

4. Заключение. 1) Предложена и обоснована схема супрамолекулярного подхода к микроволновой энергетике межзвёздных/межпланетных молекулярных облаков.

2) Рассматривается дополнение каналов известного «мазерного эффекта в космосе» при учёте излучения с высоковозбуждённых уровней ридберговских молекул, чувствительного к внешнему микроволновому источнику и тепловому равновесному излучению среды, включая РИ. Такой мазерный эффект может быть обусловлен переносом протона от соседней молекулы, с последующим рождением ридберговской молекулы.

3) В физике межзвёздных облаков мы предлагаем рассматривать неучитываемый до сих пор резервуар энергии Космоса, который в современной космологии относят к скрытой энергии. По-видимому, «тёмная» энергия – это лишь неучитываемая часть потока индуцированного микроволнового РИ, обеспечивающая 100%-ный вклад в скрытую энергию Вселенной [4].

Благодарности. Авторы рады возможности выразить глубокую благодарность за поддержку работы академику НАН Республики Армения Р.Б. Костаняну, академику РАН Г.А. Попову, членам- корреспондентам РАН Ю.Ю. Ковалёву, И.Д. Новикову и А.В. Степанову, профессорам Г.А. Галечяну, А.З. Девдариани, Ю.В. Кулешову, Ю.А. Наговицину и д-ру Г. Шмидтке, ФРГ.

¹Всероссийский научный центр
Государственный оптический

институт им. С. И. Вавилова, Санкт-Петербург, РФ
² Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, РФ
e-mail: l.baranova@mail.ioffe.ru

Иностранный член НАН РА С. В. Авакян, Л. А. Баранова

**Энергетика реликтового микроволнового излучения
Вселенной в проблеме космических перелётов**

Представлены результаты исследования энергетических предпосылок для межпланетных/межзвёздных перелетов. Показана возможность использования микроволнового реликтового и солнечного *мм*-излучения для таких полетов. Учитывается особая, управляющая роль микроволнового поглощения в космических молекулярных облаках при образовании супрамолекулы непосредственно в высоковозбужденном состоянии – «полиатомной ридберговской молекулы». Для практических целей – космических полетов на основе энергии пространства Космоса выдвинут новый термин – квантовый движитель: устройство для преобразования энергии окружающей среды, в том числе микроволнового фонового реликтового излучения Вселенной, в работу по движению космического аппарата. Идея такого движителя включает в себя его сочетание с электрическими и жидкостными ракетными двигателями. Проведено количественное рассмотрение этой идеи на основе сопоставления с аналогами: электроракетными двигателями и двигателем гипотетического звездолёта.

ՀՀ ԳԱԱ արտասահմանյան անդամ Ս. Վ. Ավագյան, Լ. Ա. Բարանովա

**Տիեզերքի մնացորդային միկրոալիքային ճառագայթման
էներգետիկան տիեզերական թռիչքների պրոբլեմում**

Ներկայացված են միջմոլորակային/միջաստղային թռիչքների էներգետիկ նախադրյալների ուսումնասիրության արդյունքները: Ցույց է տրված նման թռիչքների համար մնացորդային միկրոալիքային և արեգակնային մմ-ճառագայթման օգտագործման հնարավորությունը: Հաշվի է առնվում միկրոալիքային կլանման հատուկ, վերահսկիչ դերը տիեզերական մոլեկուլային ամպերում անմիջականորեն բարձր զրգոված վիճակում գտնվող գերմոլեկուլի՝ «բազմատոմ Ռիդբերգի մոլեկուլի» ձևավորման ժամանակ: Գործնական նպատակների՝ տիեզերական տարածության էներգիայի հիման վրա տիեզերական թռիչքների իրականացման համար առաջարկվել է նոր տերմին՝ քվանտային շարժիչ սարք, որը փոխակերպում է շրջապատող միջավայրի էներգիան, ներառյալ Տիեզերքի միկրոալիքային ֆոնային ճառագայթումը և օգտագործում այն տիեզերանավի շարժման աշխատանքում: Նման շարժիչի գաղափարը ներառում է դրա համադրումը էլեկտրական և հեղուկ հրթիռային շարժիչների հետ: Այս գաղափարի քանակական դիտարկումն իրականացվել է անալոգների՝ էլեկտրական հրթիռային շարժիչներ և հիպոթետիկ աստղանավերի շարժիչների համեմատության հիման վրա:

Foreign member of NAS RA S. V. Avakyan, L. A. Baranova

**Energetics of the Relict Microwave Radiation of Universe
in the Problem of Space Flights**

The results of the study of energy preconditions for interplanetary/interstellar flights are presented. The possibility of using microwave relic and solar mm-radiation for such flights to Mars is shown. The special, controlling role of microwave absorption in cosmic molecular clouds during the formation of a supramolecule directly in a highly excited state, a «polyatomic Rydberg molecule», is taken into account. For practical purposes – space flights based on the energy of the space of the Cosmos, a new term has been put forward – a quantum propulsor device: a device for converting the energy of the environment, including the microwave relict radiation of the Universe, into work on the movement of a spacecraft. The idea of such a propulsor includes its combination with electric and liquid rocket engines. A quantitative consideration of this idea was carried out on the basis of comparison with analogues: electric rocket engines and the engine of hypothetical starship.

Литература

1. *Авакян С. В., Баранова Л. А.* В: Труды XXV Всерос. ежегодн. науч. конф. «Солнечная и солнечно-земная физика» / Под ред. Степанова А. В., Наговицына Ю. А., 4 - 8.10.2021, ГАО РАН. 2021. С. 23-30.
2. *Авакян С. В., Баранова Л. А., Ковалёнок В. В., Савиных В. П.* Первооткрыватель роли ридберговского возбуждения микроволнового излучения в дальнем космосе. Докл. на Конф. АКЦ ФИАН «Вселенная: от большого взрыва до наших дней», посв. 90-летию акад. Н. С. Кардашева. М. АКЦ ФИ РАН. 25-26.04.2022. 9 с.
3. *Авакян С. В., Баранова Л. А., Ковалёнок В. В., Савиных В. П.* В: Материалы VII Всерос. науч. конф. «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля природной среды» / Под ред. Кулешова Ю. В., 24-26 мая 2022 г. Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского. СПб. 2022. С. 292-301.
4. *Авакян С. В., Баранова Л. А.* В: Труды XXVI Всерос. ежегодн. науч. конф. «Солнечная и солнечно-земная физика» / Под ред. Степанова А. В., Наговицына Ю. А., 3 - 7.10.2022. ГАО РАН. 2022. С. 331-336.
5. *Насельский П. Д., Новиков Д. И., Новиков И. Д.* Реликтовое излучение Вселенной. М. Наука. 2003. 390 с.
6. *Gatov G.* – Phys. Rev. 1946 V 70. P. 572-573.
7. *Penzias A.* – Rev. Mod. Phys. 1979. V. 51. P. 430.
8. *Дорошкевич АГ, Новиков ИД.* – ДАН СССР. 1964. Т. 154. С. 809.
9. *Penzias A.A., Wilson R.W.* – Astrophys. J. 1965. V. 142. P. 419-421.
10. *Шмаонов Т.А.* – ПТЭ. 1957. Т. 1. С. 83-86.
11. *Егикян А. Г.* – Астрофизика. 2009. Т. 52. С. 311-324.
12. *Авакян С. В.* – Вестник РАН. 2017. Т. 87. С. 458-466.

13. *Gallas J.A.C., Leuchs G., Wallher H., Figger H.*, – Adv. in Atomic and Molec. Phys. 1985. 20, 413-466.
14. *Миронова Г.А.* Конденсированное состояние вещества: от структурных единиц до живой материи. М.: Физфак МГУ. 2004. Т. 1. 532с.
15. *Сороченко Р.Л., Гордон М.А.* Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия. М. ФИЗМАТЛИТ. 2003.
16. *Maxwell J. C.* Molecular Evolution. Belfast. 1874.
17. *Авакян С.В., Баранова Л.А.* – Биофизика. 2019. Т. 64. С. 12-20.
18. *Emig K.L., Salas P.O., de Gasperin F., Oonik J.B.R., Toribio M.G., Rottgerring H.J.A., Tielens A.G.G.M.* – Astronomy & Astrophysics. 2019. V. 622. A7.
19. Космонавтика. Энциклопедия. (Гл. ред. В.П. Глушко). М. Советская энцикл. 1985. 528 с.
20. *Gatland K.* The illustrated Encyclopedia «SpaceTechnology. A comprehensive history of space exploration». L. Salamander Books LTD. 1982. 295 p.
21. *Rantanen R.O., Gordon T.D.* – Proc. SPIE. 1987. V. 777. P. 26-33.
22. *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. 432 с.
23. *Ельяшевич М. А.* Атомная и молекулярная спектроскопия. М. Физматгиз. 1961. 892 с.