ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОЙ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ

ПРИ РЕШЕНИИ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

1. Экспериментальные предпосылки. 2. Модельное описание

Авакян С.В.¹, Баранова Л.А.²

¹*Всероссийский научный центр ГОИ им. С.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия*

²*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия*

THE UTILIZATION OF SUPRAMOLECULAR SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS RESULTS FOR SOLVING COSMOLOGICAL PROBLEMS

1. Experimental premises. 2. Model Description

Avakyan S.V.¹, Baranova L.A.²

¹*All-Russian Scientific Center "S I Vavilov State Optical Institute", St.-Petersburg, Russia*

²*Ioffe Institute RAS, St.-Petersburg, Russia*

For the first time, a scheme for a supramolecular approach to the microwave energetics of interstellar molecular clouds is proposed and substantiated. The use of the introduced maser effect on the induced component of the relic radiation, when the pumping is associated with the occurrence of chemical reactions in space in the framework of hydrogen bonding, is discussed. In the physics of interstellar clouds, this means that we propose to consider a reservoir of energy of the Cosmos that has not been taken into account until now, possibly the one that is at least partially attributed in modern cosmology to latent ("dark") energy. This is what can provide a ratio of about 1:20 for ordinary baryonic matter (~ 4%) and the value of the average energy density for latent ("dark") energy (73%). We use the term "hidden" on purpose, because this, apparently, allows us to assume that there is no "dark" energy - it is only a part of the stimulated (induced) microwave relict radiation flux that is still not taken into account. Therefore, it is proposed to consider the addition of the channels of the well-known "maser effect in space" by taking into account the stimulated (induced) radiation from highly excited levels of Rydberg molecules, arising in accordance with the Einstein equation for thermal emission of a medium sensitive to equilibrium radiation, including background - relic radiation. Since in the Universe, for each atom there are up to one billion quanta of relic radiation, and the energy of a quantum with a wavelength of 1 mm is ~ 0.002 eV, then in the energy of the flux of induced microwave quanta in total this can give up to 10^6 eV

DOI: 10.31725/0552-5829-2021-23-30

Целью доклада являются исследования новых эффектов в межзвёздных молекулярных облаках, возникающих под воздействием двух из известных в космологии источников микроволнового излучения: реликтового и радиовсплеска от магнетара. Всё проведённое рассмотрение основано на квантово-механических подходах и расчётных оценках фундаментальной физической оптики с учётом процессов из физики атомных столкновений, успешно апробированных в рамках солнечно-земной физики нами ранее в приложении к климатологии и биофизике.

Супрамолекулярная солнечно-земная физика как рабочая парадигма космологического модельного рассмотрения

В исследованиях по физике солнечно-земных связей нами предложен новый фактор: микроволновое излучение земной ионосферы. Оно существует практически постоянно, спорадически возрастая в периоды повышения уровня солнечно-геомагнитной активности, в особенности при магнитных бурях и вспышках на Солнце. Выполненные исследования [1–7] по введению этого агента солнечно-земной физики для учёта его роли в ассоциатообразовании молекул воды привели к решению самых актуальных проблем современной физики солнечно-земных связей: влияния мировых магнитных бурь и солнечных вспышек на состояние жидких сред в организме человека, и на формирование оптически тонкой (и всегда разогревающей воздух приземных слоёв тропосферы) облачности, вносящей важный вклад в современное глобальное потепление. Самой распространённой жидкостью в организме человека является вода, но до нас не было полного понимания, как изменяется её структура при таких мощных гелиогеофизических возмущениях, как солнечные вспышки в крайнем ультрафиолетовом и рентгеновском диапазоне и, особенно, в периоды мировых геомагнитных бурь, когда сопутствующие вторжения в ионосферу электронов из радиационных поясов доходят до средних широт.

Все указанные проблемы исследовались на основе развития оригинальной «супрамолекулярной физики» – физики за пределами молекулы (атомно-молекулярного остова), в эволюции которой к надмолекулярным структурам (коллоидам – кластерам, ассоциатам, агрегатам) принимает участие внешний поток микроволнового излучения, поглощаемый ридберговски возбужденным компонентом молекулярного комплекса, с усилением его стабильности. Это достигается тем, что при поглощении кванта микроволн растёт орбитальный момент электрона (l), он не проникает в ионный остов, и поэтому выход устойчивых кластеров (ассоциатов) увеличивается [1–7].

Фактически первым, кто предположил, что жизнь и космос связывают коллоидные системы – надмолекулярные структуры водной среды с размерами (по определению) от 1 нм до 1 мкм, был наш знаменитый А.Л. Чижевский: *“В действительности жизнь обусловлена водной средой и коллоидной системой. Чувствительность той или иной химической системы к воздействию космических сил связана с её структурой... По мере изучения структуры воды и её коллоидов мнение это с каждым днём укрепляется”*.

Работами лауреатов Нобелевских премий [8–12] были обнаружены: – важность быстрого переноса протона в экспериментах в рамках определения роли водородной связи при ассоциатообразовании в воде и во льду [8], а Альбертом фон Сент-Дьёрдьи, во-первых, обращено внимание на необходимость для биофизики понять, как электромагнитное (включая и

микроволновое) излучение взаимодействует с водной средой живого организма [9, с. 150], и, во-вторых, был предвиден фактически наш биоэнергетический подход, привлекающий к рассмотрению нейтрализующий электрон в высоковозбуждённом (ридберговском) состоянии [10, с. 69]: *«Представление о переносе заряда вводит в игру возбуждённые уровни, ранее считавшиеся недоступными, ибо обычно энергия, необходимая для подъёма электрона на возбуждённый уровень молекулы, к которой он принадлежит, слишком велика»*. Позднее в [11] тот же автор определился, что облучение микроволнами, во-первых, ускоряет процесс ассоциатообразования в водных биорастворах, во-вторых, увеличивает их когезию: *«Раковые клетки обладают более низкой степенью организации, а вместе с этим и меньшей степенью структурности воды»* [11, с. 148], в них также низкая когезия, поскольку она *«...характерна для активного состояния (интенсивного деления), тогда как высокая – для состояния покоя»* [10, с. 67]. Важно, что автор [10] предвидел фактически наш подход в рамках супрамолекулярной физики (т.е., с включением в процесс ассоциатообразования перенос протона и захват электрона, нейтрализующего возникающий от появления протона положительный заряд, на высоко лежащую ридберговскую орбиту): *«Представление о переносе заряда вводит в игру возбуждённые уровни, ранее считавшиеся недоступными, ибо обычно энергия, необходимая для подъёма электрона на возбуждённый уровень молекулы, к которой он принадлежит, слишком велика»* [10, с. 69], при этом обсуждалась возможность (с. 99–100), что *«массивность реагирующих молекул благоприятствует переносу заряда»*. В рамках супрамолекулярной физики действительно ридберговский электрон оказывается сразу на энергетическом уровне ~ 10 эВ и ридберговская молекула как водного ассоциата, так и биоматериалов сравнительно велика. Затем Ж.-М. Лен предложил, с учётом, что скорости протонного переноса очень высоки, рассмотреть [12] роль молекулярной протоники: *«перенос протонов, имеющий фундаментальное значение в биоэнергетике живого организма, направляя транспортные процессы и синтез АТФ – аденозинтрифосфорной кислоты – поставщика химической энергии для биохимических и физиологических процессов в организме»*. Именно в рамках молекулярной протоники нами предложено считать перенос протона первым шагом водородной связи в окружающей среде [4] и выдвинута новая концепция солнечно-земных связей в периоды вариаций уровня солнечно-геомагнитной активности. До этого наиболее сложным являлось понимание физических механизмов воздействия на земные явления главных проявлений такой активности – увеличенных потоков рентгеновского и крайнего УФ излучения во время вспышек на Солнце и прихода на умеренные широты интенсивных потоков электронов кэВ-энергий, высыпающихся при мировых магнитных бурях из радиационных поясов. Как известно, все эти потоки проходят только до высот около 50–60 км и до нижней атмо-

сферы не доходят. Развиваемая супрамолекулярная физика представляет новую парадигму солнечно-магнитосферных – погодно-климатических и биосферных связей как раз для периодов наивысших проявлений активности: вспышек и геомагнитных бурь. Вплоть до начала наших работ оставалось актуальным рассмотрение предположения А. Сент-Дьёрдьи, сформулированного 60 лет назад, что *«взаимодействие между молекулами могут происходить без непосредственного вещественного контакта, либо посредством энергетических связей, либо посредством электромагнитного поля, которое, таким образом, представляется матрицей биологических реакций»* [9, с. 150].

В задачу исследования входило обратить внимание на взаимообусловленность образования микроволнового «вектора биополя» и генерации супрамолекулярных ассоциатов в живой среде с участием молекул воды и биополимеров. Концепция клеточных биополей (внутри и между клетками) привлекалась в [13] в контексте способности задавать направление в «формообразовании», т.е. в регенерации утеранных органов и заживлении ран в живом организме, а также в делении раковых клеток. Она подкреплялась результатами оптико-биофизических экспериментов А.Г. Гурвича [14], в которых были обнаружены в начале прошлого века «митогенетические лучи» в живом организме, т.е. излучение, сопровождающееся процессы роста и деления клеток. Следует напомнить, что по [13, с. 188–190], крайне важно *«стимулирующее действие митогенетических лучей»* ... на этапе... *«подготовки к митозу и самому циклу митоза, которые, как мы знаем, можно охарактеризовать как наиболее яркое проявление «структурированных процессов»»*. Поэтому структурирование, включающее ассоциатообразование, – определяющий процесс в явлении А.Г. Гурвича. Важно, что этим «митогенетическим лучам» приписывалось участие в «формообразовании» [13, 14]. По [15, стр. 380], «задача формообразования – главная проблема биологии XXI века».

В [16] предположено наличие высокой эффективности вклада возбуждения ридберговских состояний в молекулах воды, аммиака и метана при переносе протона из-за высокого к нему сродства с образованием очень стабильных ионов гидроксония (H_3O^+), аммония (NH_4^+) и CH_5^+ . Эта выдающаяся экспериментальная статья группы Г. Герцберга использована в [17] для обоснования возможности генерации полиатомных Ридберговских молекул через промежуточный захват электрона, нейтрализующего заряд присоединённого протона уже через 10^{-12} с. В свою очередь, присоединение протона связывается с высокой величиной сродства к протону у всех трёх названных выше гидридов: 7,1 эВ, 8,8 эВ, 5,3 эВ, соответственно, для молекул воды, аммиака и метана, а также трёхатомного водорода, 4,4 эВ. Следует обратить внимание на то, что основной процесс, предложенный в схеме [17], основан на оптических экспериментах, выполненных как раз для перечисленных молекул H_2 и трёх гидридов [16].

Модельное космологическое рассмотрение

Для межзвёздных газопылевых облаков мы пользуемся моделью, апробированной в Бюраканской астрофизической обсерватории им. В.А. Амбарцумяна НАН Республики Армения [18], с преобладанием H_2 , для которой характерен диапазон концентраций порядка $\sim 10^2 - 10^4 \text{ см}^{-3}$. Основным источником ионизации во внутренних частях облака являются космические лучи, которые ионизуют атомы и молекулы водорода с образованием молекулярного иона H_3^+ , инициирующего цепочку ион-молекулярных реакций с образованием простых гидридов (молекул воды, аммиака и метана).

Итак, в рамках супрамолекулярного подхода к явлениям в окружающей среде, включая атмосферу, биосферу и космическое пространство, оказывается возможным учитывать энергию кулоновского взаимодействия разноимённых зарядов в любой среде, содержащей молекулы воды. Эта энергия аккумулируется в образующемся полиатомном комплексе – Ридберговской молекуле, возбуждённой в очень высокое энергетическое электронное состояние, близкое к границе ионизации, т.е. более $\sim 10 \text{ эВ}$.

Индукцированное излучение межзвёздной среды

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 внешнее излучение. Мы распространили это вслед за [17, 19] на микроволновое излучение, т.к. молекулярные ассоциаты в ридберговских состояниях очень чувствительны (из-за большой величины матричных элементов для дипольных переходов между соседними ридберговскими уровнями) к внешнему микроволновому (миллиметровому) облучению. Поэтому возможно рассматривать дополнение каналов известного "мазерного эффекта в космосе" при учёте вынужденного (индуцированного) излучения с высоковозбуждённых уровней Ридберговских молекул, чувствительного к тепловому равновесному излучению среды, включая фоновое – реликтовое излучение. По [20, с. 388], в космическом мазере накачка м.б. связана «с поглощением излучения ближайшего источника (вкл. звезду), или с протеканием в космосе химических реакций». В физике межзвёздных облаков это означает, что мы предлагаем рассматривать неучитываемый до сих пор резервуар энергии Космоса, возможно, тот, который, хотя бы частично относят в современной космологии к скрытой («тёмной») энергии. В [5], на основе результатов ряда биофизических экспериментов, а также с учётом выводов [17, 19] предложено описывать возникновение индуцированного излучения (испускания) квантов микроволн, в дополнение к спонтанному излучению в электрических дипольных переходах с ридберговских состояний с максимумом интенсивности, возникающем при изменениях из nl в состояние $n' = l, l' = l - 1$ [21, с.183]. Согласно [17, 19],

изотропное спонтанное излучение (обычно и регистрируемое астрофизиками во всём спектральном интервале от радио до рентгена!) меньше на порядок, чем величина индуцированного микроволнового потока в миллиметровом диапазоне. Возможно, именно это даёт соотношение около 1:20 для обычного барионного вещества (~4%) и величины средней плотности энергии для скрытой («тёмной») энергии (73%) [22]. Мы специально использовали (не первые!) термин «скрытая», т.к. это, по-видимому, и позволяет полагать, что «тёмной» энергии нет – это лишь неучитываемая ещё часть потока вынужденного микроволнового реликтового излучения.

Квантовомеханические оценки времени

расплывания микроволнового импульса от магнетара 1900+14.

Квантовомеханические оценки для магнетара 1900+14 от взрыва сверхновой на расстоянии 15000 световых лет показывают, что зарегистрированное (в ~2500 раз) расплывание во времени микроволнового импульса на частотах от 1,4 до 8,4 ГГц по сравнению с гамма-/рентгеновским всплеском, можно связать с вкладом цепи актов индуцированного испускания в электрических дипольных переходах с уровней от $n \sim 25$ –45 (в мм-диапазоне) [23]. Наблюдаемое расплывание импульса микроволн от магнетара целиком обусловлено задержкой при эстафетном переиспускании индуцированного компонента при времени жизни Ридберговских состояний относительно спонтанных переходов, от 3×10^{-2} до 5×10^{-2} с. Для этого пересчитаны (в рамках модельного подобия, с учётом величин концентраций молекул межзвёздных облаков) результаты квантовомеханических оценок, выполненных и опубликованных нами при исследованиях по супрамолекулярной физике солнечно – погодно-климатических и биосферных связей. Конкретные результаты получены именно для диапазона (1,4–8,4 ГГц = 21,4–3,57 см), который использовался при регистрации всплесков магнетара 1900+14 местной ночью 27.08.1998 г. в США в National Radio Astronomy Observatory в Socorro, NM, [<http://www.nrao.edu/pr/1998/magnetar/>]. Этот магнетар входит в тройку самых выдающихся с 1979 года по величине пика исходной энергии [24].

При модельных значениях до $\sim 10^4 \text{ см}^{-3}$ в межзвёздных облаках эта плотность в $1,7 \times 10^{-18}$ раз меньше, чем плотность жидкой воды, для которой известны пробеги в зависимости от длины волны. Тогда для длины волны 21 см пробег при плотности 10^4 см^{-3} составляет $1,8 \times 10^{17} \text{ см}$, т.е. на расстоянии 15000 св. лет ($\sim 10^{22} \text{ см}$) происходит ~50000 актов поглощения.

Степень численных ошибок оценочных расчётов в этой работе составляет, по-видимому, не более 100% (судя по уже выполненным вычислениям), хотя возможны и расхождения до порядка величины, поскольку в гигантских молекулярных облаках наблюдается наличие центрального сгущения – ядра с плотностью до 10^5 – 10^7 см^{-3} [18]. Напомним, что расчёты на этом первом этапе наших исследований основывались на пересчёте ре-

зультатов собственных квантово-механических оценок, опубликованных ранее [2–7].

Заключение

1). В настоящей работе предложена и обоснована схема супрамолекулярного подхода к микроволновой энергетике межзвёздных молекулярных облаков.

2). Обсуждаются использование введенного мазерного эффекта на индуцированном компоненте реликтового излучения. В физике межзвёздных облаков это означает, что мы предлагаем рассматривать неучитываемый до сих пор резервуар энергии Космоса, возможно, тот, который, хотя бы частично относят в современной космологии к скрытой («тёмной») энергии. Мы специально использовали (не первые!) термин «скрытая», т.к. это, по видимому, и позволяет полагать, что «тёмной» энергии нет – это лишь неучитываемая ещё часть потока вынужденного микроволнового реликтового излучения.

3). Поэтому предложено рассматривать вынужденное (индуцированное) излучение с высоковозбуждённых уровней Ридберговских молекул, чувствительных к тепловому равновесному излучению среды, включая фоновое – реликтовое излучение. Поскольку во Вселенной на каждый атом приходится до одного миллиарда квантов реликтового излучения [25, с. 135], а энергия кванта с длиной волны 1 мм составляет $\sim 0,002$ эВ, то в энергетике потока индуцированных микроволновых квантов в сумме это способно дать до 10^6 эВ.

Авторы выражают искреннюю признательность за полезные консультации и интерес к проводимым исследованиям профессорам А.З. Девдариани (СПбГУ и СПбПУ им. А.И. Герцена) и А.И. Шерстюку, и члену-корреспонденту РАН А.В. Степанову (ГАО и ФТИ РАН).

Литература

1. Авакян С.В. Физика солнечно-земных связей: результаты, проблемы и новые подходы // Геомагнетизм и аэрономия. 2008. 48 (4). 435–442
2. Авакян С.В. Супрамолекулярная физика окружающей среды: климатические и биофизические эффекты // Вестник РАН. 2017. 87 (5). 458–466.
3. Авакян С.В., Баранова Л.А. Влияние электромагнитного излучения окружающей среды на ассоциатообразование в водных растворах // Биофизика, 2019. 64 (1). 12–20.
4. Avakyan S.V., Baranova L.A. Molecular protonics and supramolecular chemistry, physics and biophysics. Invited Lecture. Book of Abst. XXI Mendeleev Congress on general and applied chemistry, Symp. of UNESCO “Self-Assembly and Supramolecular Organization”. SPb, 2019. V. 6. P. 216.
5. Авакян С.В., Баранова Л.А. Микроволновые излучения в онкологии: О возможности торможения злокачественного митоза // Актуал. вопр. биол. физики и химии, 2020, 5, 680–688.
6. Ковалёнок В.В., Иванченков А.С., Савиных В.П., и др. Земля и Космос: возможности пилотируемой космонавтики при решении проблем климатологии и безопасности

- внемагнитосферных миссий // Сб. статей Всер. конф. с межд. участием «Земля и космос» к столетию ак. К.Я. Кондратьева. 20-21 октября 2020 г., Санкт-Петербург, СПб, 2020, с. 37-41.
7. *Avakyan S.V., Baranova L.A.* The influence of microwave radiation from the geocosmos on the state of a living organism // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2021, 853, 012003.
 8. *Eigen M., and De Maeyer L.* // Proc. Royal Soc., ser. Mathem. and Phys. Sci. 247, 1251, 505, 1958.
 9. *Сент-Дьёрдьи А.* Биоэнергетика. – М.: Физматгиз. – 1960. [Szent-Györgyi A. Bioenergetics. N.-Y. Acad. Press Inc., 1957].
 10. *Сент-Дьёрдьи А.* Введение в субмолекулярную биологию. М.: Наука, 1964, [Szent-Györgyi A. Introduction to a molecular biology. N.-Y.-L., Acad Press, 1964].
 11. *Сент-Дьёрдьи А.* Биоэлектроника. Исследование в области клеточной регуляции, защитных механизмов и рака. – М.: Мир. – 1971. [Szent-Györgyi A. Bioelectronics. A study in cellular regulations, defense, and cancer. N.-Y., L. Academic Press Inc., 1968].
 12. *Лен Ж.-М.* Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы. – Новосибирск: Наука – 1998). [Lehn, J.-M. Supramolecular chemistry. Concepts and Perspectives. Weinheim, N.-Y., Basel, Cambridge, Tokio, VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1995].
 13. *Гурвич А.Г.* Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей. – М.: Наука. – 1991.
 14. *Гурвич А.А.* Проблема митогенетического излучения как аспект молекулярной биологии. Л.: Медицина. – 1968.
 15. *Галль Л.Н.* Физические принципы функционирования материи живого организма. – СПб: Изд-во Полит. Университета, 2014.
 16. *Dabrowski I, Herzberg G.* The electronic emission spectrum of triatomic hydrogen. 1. // Canad. J. Phys. 1980. V. 58. N8. P. 1238-1249.
 17. *Gallas J.A.C., Leuchs G., Wallher H., Figger H.* Rydberg atoms: high-resolution spectroscopy and radiation interaction - Rydberg molecules // Adv. in Atomic and Molec. Phys. V. 20. P. 413-466. 1985.
 18. *Егикян А.Г.* Об облучении пыли в молекулярных облаках. 1. УФ дозы // Астрофизика, 2009, 52, 2, 311-324.
 19. *Haroche S., Raimond J.M.* Radiative properties of Rydberg states in resonant cavities // Adv. in Atomic and Molec. Phys. V. 20. P. 347-411. 1985.
 20. Физический Энциклопедический Словарь. – М.: 1995, с. 388,
 21. *Смирнов Б.М.* Возбуждённые атомы. – М., Энергоиздат. – 1982, 231 с.
 22. *Гнедин Ю.Н.* Солнце как физическая лаборатория для поиска частиц тёмной материи // Оптический журнал, 72, 8, 20-32, 2005.
 23. *Сороченко Р.Л., Гордон М.А.* Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2003, 391 с.
 24. *Степанов А.В.* Радиоизлучение магнетаров // Всер. конференция «Наземная радиоастрономия в России. XXI век». 21-25 сент. 2020 г. СПб: САО РАН. – 2020.
 25. Физическая энциклопедия, т. 3. – М.: Большая Росс. Энци. – 1992, 672 с.