

## МИКРОВОЛНОВЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ В ОНКОЛОГИИ: О ВОЗМОЖНОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОГО МИТОЗА

Авакян С.В.<sup>1</sup>, Баранова Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научный центр «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова»

*Биржевая линия 10, Санкт-Петербург, 199034, РФ*

<sup>2</sup> Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН

*Политехническая ул., 26, Санкт-Петербург, 194021, РФ; e-mail: l.baranova@mail.ioffe.ru*

Поступила в редакцию: 28.07.20

**Аннотация.** Рассмотрены известные экспериментальные результаты по влиянию на митоз раковых клеток двух факторов: - искусственно создаваемой невесомости; - потока микроволнового излучения из ионосферы Земли. Представлена интерпретация этих результатов в рамках супрамолекулярной физики. Рассмотрена генерация надмолекулярных структур (водосодержащих ассоциатов) в живом организме с учётом: - переноса протона в акте водородной связи из-за высокой степени сродства к протону у молекул воды; - поглощения кванта микроволн электроном на ридберговской орбитали, возбуждённым в это состояние при его захвате в процессе нейтрализации заряда, привнесённого протоном, что обеспечивает рост выхода стабильных водосодержащих ассоциатов; - генерации индуцированного микроволнового излучения в среде живого организма, образующего в нём направленное биополе; - образования, в процессах столкновений с водосодержащими ассоциатами, высоковозбуждённых ридберговских молекул биоматериалов живой среды. Обсуждены предложения по медицинскому применению облучения опухолей потоком микроволнами с пространственно-временной модуляцией, на экологически безопасном природоподобном уровне, в целях возможного торможения злокачественного деления клеток с учётом протонного переноса, появления в биосреде ридберговских молекул и возникновения при индуцированном излучении направленного биополя.

**Ключевые слова:** ассоциатообразование биорастворов, микроволновое облучение из ионосферы, индуцированное и спонтанное излучения

### Введение.

Одной из кардинальных проблем современной медицинской биофизики является отсутствие достаточного понимания биоэнергетики живого организма [1-3]. В первую очередь это касается механизмов воздействия внешних электромагнитных полей на водную среду организмов. Так что до сих пор актуально рассмотрение предположения Альберта фон Сент-Дьёрдьи, нобелевского лауреата по физиологии, 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»* [3], стр. 150.

Сегодня этот вопрос, в условиях сильно возрастающего электромагнитного загрязнения окружающей среды из-за прогресса в бытовой электронике и связи, ещё более актуален. Решение для этой задачи в широком диапазоне микроволн (в области длин волн от 1 мм до 10 дм, т.е. в диапазоне частот от 300 до 0,3 ГГц электромагнитного спектра: КВЧ-СВЧ-УВЧ) представлено в [1, 4, 5], где использован механизм, предложенный в рамках вновь развиваемой супрамолекулярной физики, названной по аналогии с известной супрамолекулярной химией – химией за пределами молекулы, изучающей организованные ансамбли более высокого уровня сложности, такие как ассоциаты двух (и более) молекул, удерживаемые межмолекулярными силами [6], стр. 22. Итак, супрамолекулярная физика – физика надмолекулярных структур за пределами молекулы, в эволюции которой в кластеры-ассоциаты участвует микроволновое излучение внешнего происхождения, поглощаемое ридберговски возбуждёнными составляющими молекулярного комплекса с увеличением его стабильности. В [1, 4, 5, 7] выполнена проверка адекватности развиваемых нами представлений с квантовомеханическими оценками при сравнении с экспериментальными данными, полученными ранее для тропосферных водосодержащих кластеров [8]. В [9] предложено рассматривать механизм [1, 2, 4, 5], как первичный акт водородной связи в химии.

Тем самым, мы полагаем, что фактически удалось предложить физическое решение проблемы, поднятой ещё в [3], по учёту влияния электромагнитных полей на водную среду живого организма. В нашем подходе задействованы и вода организма, и электромагнитное (микроволновое) поле окружающей среды [1, 2, 4, 5], в первую очередь – ионосферно-космической природы.

Основой нашего подхода явились результаты [10-12], где предложен механизм образования полиатомных ридберговских молекул, в том числе из молекулы воды, с учётом экспериментов в области физической оптики, проведённых, в [11, 12]. При этом в [12] подчёркивалось, что исследования проводились как в газовой, так и в жидкой фазах, а подробнее о регистрации в жидкой фазе ридберговски возбуждённых молекул, в том числе воды, в публикациях 1974-2004 гг., говорилось в [5]. Наконец, современного уровня экспериментальная работа по исследованию спектра ридберговских состояний в жидкой воде [13] может рассматриваться как дополнительное экспериментальное доказательство о существовании таких высоковозбуждённых состояний в жидкой среде

живого организма. Это снимает, по-видимому, окончательно вопрос о том, что развиваемая нами супрамолекулярная физика относится преимущественно к «разреженным» средам. Для биологов это есть новое подтверждение того, что ридберговские состояния с очень (вплоть до  $\sim 10$  эВ) высокими энергетическими уровнями возможны и в водосодержащих биорастворах живого организма.

Согласно [10], в случае ассоциации, т.е. образования сложных молекулярных комплексов, добавление новых молекул к прародительским молекулам идёт благодаря их высокому сродству к протону. Образующиеся положительные ионы нейтрализуются захватом электрона на ридберговскую орбиталь с высокими значениями главного квантового числа  $n$ . В этих ситуациях вероятность процессов ассоциации определяется значением величины орбитального момента ( $l$ ) ридберговского электрона: она уменьшается при малых величинах  $l$  и, наоборот, велика при больших значениях  $l > 2$ , при этом, согласно правилам отбора, рост  $l$  на единицу происходит при каждом поглощении кванта микроволнового диапазона от любого внешнего источника. Дело в том, что при увеличенных значениях  $l$  орбита электрона реже проходит в ионный остов, что уменьшает вероятность развала образующегося ассоциата [14, 15]. Таким образом, под воздействием потока микроволн ионосферного, либо антропогенного происхождения, включая, по-видимому, средства мобильной связи и бытовой электроники, происходит увеличение ассоциатообразования в водных растворах живых организмов.

Указанные публикации используются в настоящей работе для достижения объявленной в названии цели – представлению предложений по возможному торможению деления злокачественных клеток в живом организме. В задачу исследования входило определение предпосылок такой возможности и основных деталей схемы действий. Нами обращается 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 [16] в контексте способности задавать направление в «формообразовании», т.е. в регенерации утерянных органов и заживлении ран в живом организме, а также в делении раковых клеток. Она подкреплялась результатами оптико-биофизических экспериментов А.Г. Гурвича [17], в которых были обнаружены в начале прошлого века «митогенетические лучи» в живом организме, т.е. излучение, сопровождающееся процессы роста и деления клеток. Можно предположить важный вклад в это явление именно рассматриваемых нами процессов с участием таких, неучитываемых ранее физических механизмов, как возбуждение ридберговских состояний воды и биоматериалов, и спонтанное излучение, помимо индуцированного, с этих состояний, лежащее как известно в очень широкой области электромагнитного спектра, включая диапазон от УФ до радиоволн. Именно в УФ-, видимом и ИК-спектральных интервалах это явление в дальнейшем продолжало подробно изучаться, прежде всего в нашей стране [18], с. 166.

Ниже предлагается возможное общее модельное описание физической природы явления «митогенетических лучей». При этом авторы не претендуют на полное рассмотрение деталей этого явления, а считают необходимым прежде всего – на этом, первом этапе, создать оригинальную, физически адекватную картину и предложить полностью непротиворечивое пошаговое модельное представление на основе разработанного подхода (в рамках развиваемой нами супрамолекулярной физики ассоциатообразования в биосредах с участием молекул воды). Для обеспечения физической непротиворечивости общему смыслу явления, мы констатируем, что наш подход целиком и полностью соответствует, по-видимому, предположению А.Г. Гурвича [17] о природе носителей эффекта как «...ассоциации химически несвязанных молекул, существование которых поддерживается непрерывным поступлением энергии». Мы действительно всегда привлекаем внешний источник «непрерывного поступления энергии» к исследуемым образцам биосред. Это поток микроволн от земной ионосферы, меняющийся, во-первых, с изменением времени суток от дня к ночи, а во-вторых, что самое главное, спорадически резко возрастающий (до тысяч раз в мировую магнитную бурю) при солнечно-геомагнитных возмущениях. Кроме того, это и микроволновая (прежде всего - миллиметровая) часть потока теплового фонового излучения в лабораторном помещении при 300 К [19], очевидно, с вкладом температурного излучения от персонала. Величина такого СВЧ-излучения по данным [20] может быть того же порядка, что дают и наши оценки потока из ионосферы при сильных возмущениях.

Следует напомнить, что по [16], стр.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.

Итак, схему явлений А.Г. Гурвича предлагается описать как совокупность следующих последовательных событий с участием механизма поглощения электромагнитного (микроволнового) излучения в веществе живого организма, содержащим молекулы воды, т.е. водных биосред:

1). Протонный перенос между молекулами воды [10-12] с появлением возбуждённого электрона, захватываемого всегда на ридберговскую высоковозбуждённую орбиталь в процессе нейтрализации положительного заряда вновь образованного агрегата с протоном.

2). Поглощение кванта микроволн из потока внешнего происхождения, приводящее к переходу ридберговского электрона на уровень с увеличенным на единицу значением орбитального квантового числа  $l$ , что обеспечивает рост вероятности образования стабильного ассоциата.

3). Возникновение индуцированного излучения (испускания) квантов той же частоты и в том же направлении, что имело микроволновое излучение внешнего происхождения.

4). Спонтанное излучение квантов УФ-, видимого и ИК-диапазонов, 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. Напомним, что вероятность спонтанных переходов много ниже, чем вероятность индуцированных, но всегда имеет место [10, 19]. Вообще, по [22], стр. 424/5, обычно вероятности излучательных переходов больше в тех случаях, когда  $n$  и  $l$  изменяются в одинаковом направлении (это как раз наш случай). Кроме того, при больших  $l$  вероятность перехода выше для  $\Delta n = 1$ , чем  $\Delta n \geq 2$ . Но следует также учитывать, что, благодаря квадратичной зависимости от частоты перехода, они имеют относительно большие значения для переходов между далеко отстоящими уровнями.

Мы предполагаем, что микроволновая составляющая биополя формируется внутри организма как поток при индуцированном испускании квантов той же частоты, в том же направлении, что имело излучение внешнего происхождения. Это обусловлено тем фактом [10, 19], что кванты микроволновой частоты между ридберговскими состояниями уже в мм-диапазоне (а тем более, в длинноволновых: см- и дм- спектральных интервалах) практически полностью попадают в область излучения, где очень велики матричные элементы электрических дипольных переходов между соседними уровнями (из-за их крайне близкого расположения). А одновременно наблюдаемое в серии экспериментов типа [16, 17] широкополосное оптическое (в УФ-, видимом и ИК- диапазоне) излучение [18], стр. 165, генерируется по нашему мнению в спонтанных электрических дипольных переходах (в соответствии с известным с 1917 г. уравнением Эйнштейна см., например, [22], стр. 394) с ридберговских состояний с максимумом интенсивности при изменениях: из  $n l$  в состояние  $n'=l$ ,  $l'=l - 1$  [21]. Итак, к спонтанному излучению, по-видимому, можно отнести в большой мере и «митогенетические лучи» [19]. Напомним, что вероятность спонтанных переходов при данном  $n$  сильно зависит [23] от величины  $l$ . При малых  $l$  радиационное время жизни пропорционально  $n^3$ , а при высоких  $l$  оно пропорционально уже  $n^5$ , т.е. для малых  $l$  время жизни много меньше, чем для больших. Это в первом приближении означает, что (при прочих близких условиях) испускание УФ-квантов происходит в  $n^5/n^3$  раз чаще, чем ИК-квантов, т.е., например, уже при  $n \sim 10$ , выход УФ-квантов будет на два порядка выше, чем ИК-квантов. В [16] как раз и получено, что УФ-излучение составляет основную часть «митогенетических лучей». Важно, что этим «митогенетическим лучам» приписывалось участие в «формообразовании», т.е. в регенерации утерянных органов и заживлении ран в живом организме, а также в делении раковых клеток [16, 17]. По [24], стр. 380, «задача формообразования – главная проблема биологии XXI века».

#### **Ассоциатообразование в водных биорасборах при микроволновом облучении.**

В предлагаемом подходе к биофизике водных биорасстворов [1, 2, 4, 5, 9] в рамках учёта известных квантово-электронно-молекулярных процессов:

- задействованы и вода организма и электромагнитное поле окружающей среды;

- введены механизмы индуцированного испускания электромагнитного (микроволнового: КВЧ-СВЧ-УВЧ) излучения и столкновительной безызлучательной передачи энергии возбуждения от водных ассоциатов к молекулам биоматериалов, включая ДНК, в жидкой среде [5].

Предложенные физические механизмы детально разрабатывались, начиная с 2004-2007 гг. в ГОИ им. С.И. Вавилова в рамках программы исследований в области физики солнечно-земных связей с учётом нового фактора воздействия – микроволнового излучения земной ионосферы, в том числе, в периоды проявлений солнечной вспышечной активности и при геомагнитных бурях [25].

Почему понадобилось учитывать потоки микроволн из ионосферы? Дело в том, что в многочисленных космических экспериментах к настоящему времени усилиями мировой науки определены вариации всех энергетических потоков, связанных с солнечной и геомагнитной активностью [26, 27]. Полученные результаты свидетельствуют, что эти потоки не доходят до нижней атмосферы и, следовательно, прямое воздействие эффектов солнечных вспышек и магнитных бурь на биосферу и нижние слои атмосферы (тропосферу и её погодно-климатические характеристики) невозможно. В то же время в десятках отечественных и зарубежных радиофизических измерениях на наземных обсерваториях обнаружено микроволновое излучение земной ионосферы в периоды солнечных вспышек и магнитных бурь (полярных сияний) (например, [28, 29]), но его природа была неопределена. Мы предложили [30], в качестве модельного механизма генерации этого излучения, учитывать известный, как наиболее эффективный, канал возбуждения ридберговских состояний атомов и молекул для газов верхней атмосферы - электронный удар быстрыми электронами. Они возникают при ионизации ионосферы потоком рентгеновского и крайнего УФ излучения солнечных вспышек [30] и (в периоды магнитных бурь) потоками электронов, высыпавшимися из радиационных поясов Земли и прямо из геомагнитосферы. Микроволновое эмиссионное излучение генерируется в разрешённых электрических дипольных переходах между подуровнями тонкой структуры высоковозбуждённых - ридберговских уровней при  $n \geq 10$  (где  $n$  – главное квантовое число) с изменением (уменьшением) орбитального квантового числа ( $l$ ) на единицу, а также и в переходах с небольшим уменьшением  $n$  [25].

Наземные измерения в СССР [29] показали, что в период солнечных вспышек сигнал от потока микроволнового излучения земной ионосферы превышал интенсивность потока микроволн от спокойного Солнца в 2-40 раз (на длине волны 50 см). Ширина всплеска достигала 1 ГГц. Тогда поток ионосферного микроволнового излучения на длине волны 50 см в период солнечной вспышки составляет по данным измерений [29]  $\sim 3 \cdot 70 \cdot 10^{-16}$  Вт/см<sup>2</sup>. Во время магнитных бурь такие наблюдения проведены в зоне полярных сияний [28]. В период магнитной бури величина потока может возрастать до  $10^{-11} - 10^{-12}$  Вт/см<sup>2</sup> [31]. Это на порядки выше, чем порог чувствительности биологических объектов к микроволнам [32], с. 142.

Источники спорадического усиления потока микроволн из ионосферы связаны в основном с авроральной возмущённостью. Она как известно наиболее сильна в области овала полярных сияний ( $\sim 67^\circ$  геомагнитной

широты), где сияния наблюдаются практически постоянно [33], варьируя по интенсивности на 4 порядка. При мировых магнитных бурях возникает второй максимум на средних широтах (связанный с высыпаниями электронов из радиационных поясов), что надёжно зарегистрировано в долговременных пилотируемых космических полётах [33]. Непосредственными наземными измерениями потока СВЧ-излучения ионосферы этот факт подтверждается [34].

Важным в учёте источника микроволн в ионосфере для физики солнечно-земных связей в приложении к биофизическим проблемам, являются два обстоятельства:

1) поток микроволнового ионосферного излучения пропорционален по энергетике как мощности вспышки, так и силе бури, то есть хорошо отражает степень текущей солнечно-геомагнитной активности;

2) весь спектр микроволнового излучения солнечного и ионосферного происхождения почти свободно (за исключением пяти узких полос поглощения) проникает до земной поверхности, в том числе в биосферу.

В то же время наш новый подход позволил учитывать роль молекул воды при решении самых важных проблем современной физики солнечно-земных связей:

- влияния мировых магнитных бурь на состояние жидких сред в организме человека и

- вклада в современное глобальное потепление климата парникового эффекта на оптически тонкой (разогревающей воздух приземных слоёв тропосферы) облачности. Действительно, как регистрируемое последние десятилетия глобальное повышение приземного воздуха [35], так и многочисленные фактические данные о роли солнечных вспышек и геомагнитных бурь в ухудшении самочувствия человеческого организма, ослабленного различными болезнями, являются предметом повышенного внимания физиков, биофизиков и медиков.

Однако, до наших работ не было реальных результатов как по учёту парникового эффекта на парах воды в тропосфере, так и оценки количественных эффектов по вкладу структурирования водной среды в живом организме, хотя именно молекулы воды являются основным парниковым газом в тропосфере, а в организме человека жидкой воды 70 % и более по объёму и более 90 % по количеству молекул.

#### **Возможная роль потока микроволн ионосферно-космической природы в эволюции земной жизни.**

Происхождение земной жизни со времени зарождения и всю дальнейшую её эволюцию нами предложено рассматривать с учетом микроволнового излучения ионосферно-космической природы [36]. Это обосновывается результатами проведённого в [36] анализа, где учитываются известные подходы к модельным описаниям зарождения и эволюции жизни как непосредственно на ранней Земле, так и при ее внесении из космоса (в атмосферах и ядрах комет, на астероидах и в метеоритах). Микроволновое излучение земной ионосферы воздействует всегда – как в спокойных условиях, так и в любые периоды увеличения потоков той ионизирующей радиации из космоса, которая поглощается в земной верхней атмосфере, при этом оно способно влиять на величину концентрации сложных надмолекулярных структур. Это происходит благодаря непременно возбуждению высоковольтных (ридберговских) состояний электрона, захватываемого кулоновским полем при нейтрализации положительного заряда образующегося ассоциата. Поэтому такой электрон способен поглощать кванты внешнего поля микроволн: из окружающей среды, прежде всего, приходящие из ионосферы, а также, например, микроволнового солнечного излучения. При этом совокупность уже выполненных экспериментов подтверждает, что микроволновое излучение, особенно наиболее низкой интенсивности и с амплитудной модуляцией на частотах в единицы и десятки Гц, вызывает устойчиво наблюдаемые эффекты ассоциации при синтезе органики, а также биоэффекты в живых средах: от стимулирования роста цианобактерий (по-видимому, первых живых существ на древней Земле), прокариотных и эукариотных фотосинтезирующих организмов [37].

Для целей нашей работы важно, что раннее («молодое») Солнце излучало поток мягкого рентгеновского и крайнего УФ излучения примерно в сотни-тысячу раз сильнее [38] (в сравнении с нынешним Солнцем). Такие потоки дают ионосферные возмущения в степени ионизованности среды в несколько десятков раз, а, согласно нашим оценкам [36], в степени оптического и микроволнового (ридберговского) возбуждения ионосферы – до 500 раз. Однако в жизни Солнца, как и других звезд подобного типа, не известно серьезных катаклизмов, а идет постепенная эволюция. Поэтому, очень важно, что если ионизирующая и проникающая радиация обычно ведет к разрушению организмов в биосфере, то микроволновое излучение способно зарожать жизнь через стимуляцию процессов образования сложного из более простого.

Из представленного в [36] анализа следуют выводы, очень важные для определения возможностей управления торможением клеточного деления в злокачественном и доброкачественном митозе под воздействием микроволновых потоков природоподобного уровня:

1). Эпохе появления и эволюции земной жизни соответствовала пониженная интенсивность ГКЛ – основного естественного фактора, ответственного за оптимальную интенсивность образования значимых мутаций в клетках в современных условиях. Поэтому заведомо низкие величины микроволновых потоков, которые планируется применять при предлагаемой терапии, позволяют рассчитывать, что незлокачественные, здоровые клетки не будут реагировать на таком же уровне, учитывая их благоприобретённую приспособленность к изменению стимулов окружающей среды, включая возмущения в земной ионосфере, выработанную в процессе эволюции.

2). Жизнь на Земле всегда испытывала воздействие микроволнового потока из ионосферы, на абсолютном уровне и с величиной вариаций, не меньшими (а как правило, большими), чем в настоящее время.

Высокий уровень потока микроволн от раннего Солнца и, особенно, из ионосферы, наличие почти наивысших значений сродства к протону у основных компонентов (молекул воды, аммиака и метана) гипотетической атмосферы на древней Земле, позволяют нам предлагать возможность физико-химической самоорганизации в её атмосфере и водоёмах по сценариям супрамолекулярных химии, физики и биофизики [9]. Кстати, верхние слои воды любых открытых водоёмов находятся под перманентным облучением микроволнами ионосферно-космической природы на глубинах как минимум от долей мм до полутора десятков см (в положительной зависимости от значения длины радиоволны).

#### **Торможение злокачественного митоза микроволновым облучением.**

В [39], стр. 4, так сформулирован парадокс современной онкологии: *«три активных рычага снижения смертности (профилактика, ранняя диагностика и адекватное эффективное лечение) не работают или малоэффективны, несмотря на колоссальные интеллектуальные и финансовые усилия...»*. В итоге авторами обосновывается необходимость профилактики метастатической болезни уже на самых ранних этапах лечения. Но в большинстве случаев врач-онколог определяет наличие опухоли на 7 – 10-м году бессимптомного, скрытого роста до размера  $\sim 1 \text{ см}^3$ , что диктуется реальными возможностями современной диагностики [39]. При этом, хирургическая травма при удалении первичной опухоли может сопровождаться активацией дормантных («дремлющих») опухолевых клеток [39]. Поэтому, по нашему мнению, наиболее актуальным является именно развитие новых неинвазивных методов эффективного лечения, включая и способы торможения процесса деления раковой клетки микроволновым облучением.

Нами предлагается попытаться затормаживать процесс злокачественного деления клеток облучением микроволнами, когда возрастает величина орбитального квантового числа  $l$ . Это как показано в [1, 2, 4, 5, 14, 15] ведёт к росту выхода ассоциатов. Облучение микроволнами одновременно увеличивает и когезию - сцепление, притяжение молекул в биосреде, обусловленную межмолекулярным взаимодействием высоковозбуждённых ридберговских атомно-молекулярных частиц, которые обладают большой поляризуемостью [40]. Такой вывод ранее был обоснован квантовомеханическими оценками при описании возможной природы шаровой молнии [41]. Итак, 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»* [42], с. 148, в них также низкая когезия, поскольку она *«...характерна для активного состояния (интенсивного деления), тогда как высокая – для состояния покоя»* [43], с.67. Важно, что автор [3, 42] – Альберт фон Сент-Дьёрдьи 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 энергии, необходимой для подъёма электрона на возбуждённый уровень молекулы, к которой он принадлежит, слишком велика»* [43], с. 69, при этом обсуждалась возможность (стр. 99-100), что *«массивность реагирующих молекул благоприятствует переносу заряда»*. В рамках супрамолекулярной физики действительно ридберговский электрон оказывается сразу на энергетическом уровне  $\sim 10 \text{ эВ}$  и ридберговская молекула как водного ассоциата, так и биоматериалов сравнительно велика.

#### **Эксперименты микроволновой терапии с низкочастотной модуляцией.**

Микроволновое излучение давно используется при физиотерапии, при этом показано, что:

1). Более эффективно импульсное микроволновое излучение. Одной из первых работ в этом направлении была [44], где излучение источника микроволн с частотой 30-300 ГГц низкой интенсивности (от 50 мкВт) могло модулироваться в широком интервале низких частот от 1 до 1000 Гц. Лечение импульсным ЭМП показывает лечебный эффект 77-85 % (при восстановлении соединительной ткани) [45]. При этом наиболее широко изученное применение касается восстановления костей и ускорения заживления свежих переломов, отсроченных и несращённых, костных трансплантатов, остеопороза и остеонекроза, а также восстановление хряща и мягких волокнистых тканей. Во всех этих экспериментальных системах и клинических применениях наблюдалось ускорение синтеза внеклеточного матрикса и заживления тканей. В [46] подтверждено в рамках экспериментов, стимулирующее влияние модуляции на частотах менее 100 Гц при облучении микроволнами на процессы развития патологических эффектов. Позднее в [47] показано воздействие низкоэнергетического импульсного СВЧ-излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью различной длины волны на ионный транспорт, проницаемость клеточных мембран, процессы агрегации клеток и развития злокачественных образований. В недавнем исследовании Global Quantech [48] подтверждается, что облучение низкоинтенсивными ЭМИ вызывает торможение роста опухоли и подавление жизнеспособности раковых клеток более чем в 1,5 раза за счёт молекулярного структурирования водной среды живого организма;

2). Важна, как это следует из нашей концепции, геометрическая направленность микроволнового воздействия, обуславливающая эффект заданности направления в вынужденном испускании потока микроволн в живой среде. В этой связи вызывают интерес детали недавних экспериментов по влиянию искусственной невесомости на гибель до 90 % раковых клеток [49]. Автор этих исследований Dr. Joshua Chou (University of Technology Sydney) считает, что в них нарушается общность – коммуникация клеток друг с другом: *«...it stops them communicating with each other»*. В [50] приведены результаты по исследованию механизмов клеточной гравичувствительности. Эти лабораторные модели для экспериментов с культивируемыми клетками обычно всегда включают [50], с. 39, однонаправленное или разнонаправленное вращение исследуемого объекта вокруг одной или нескольких осей: быстрое (90 об/мин), и медленное (6-10 об/мин). В условиях орбитальных

космических полётов, т.е. также в отсутствии силы тяжести, неоднократно проводились эксперименты на определение влияния невесомости на раковые клетки, но снижение их жизнеспособности ненамного превышала 10-15 %. Такие количественные различия результатов наземного [49] и орбитальных экспериментов связаны, в соответствии с концепцией супрамолекулярной физики, по-видимому, с превалирующей ролью наличия облучения направленными потоками микроволн. Для использования указанных экспериментальных фактов в настоящей работе при обосновании конкретных предложений по возможности торможения деления злокачественных клеток требуется более подробная информация о степени экранировки от потока ионосферных микроволн. Важным является наличие или отсутствие металлического контейнера в первом случае и расположение экспериментальных образцов на борту космической станции относительно иллюминаторов, прозрачных для ионосферного потока микроволн во втором случае, поскольку орбитальные полёты всегда проходят в пределах земной ионосферы. Внутри Международной космической станции также формируется свой суммарный переменный направленный поток микроволн от компьютеров, функциональной, научной и бытовой техники, средств микроволновой связи. Это и микроволновая (прежде всего - миллиметровая) часть потока теплового фонового излучения в лабораторном отсеке с вкладом температурного излучения от персонала. В последнем случае, величина такого СВЧ-излучения по данным [20] может быть того же порядка ( $\sim 10^{-11}$  Вт/см<sup>2</sup>•ГГц), что дают и наши оценки [4, 5] потока из ионосферы при геофизических возмущениях (вплоть до  $\sim 10^{-10}$  Вт/см<sup>2</sup>). Всё это экологически безопасные, природоподобные уровни, кроме того, выполняется условие близости интенсивностей потоков, необходимое для возможного участия явления стохастического резонанса в усилении эффекта облучения в узкой полосе от антропогенно обусловленного источника микроволн за счёт сбора энергии естественного электромагнитного эмиссионного (микроволнового) излучения возмущённой земной ионосферы [51, 52].

#### **Заключение.**

1. В рамках современного прочтения гелиобиологии – науки, развитой столетие назад великим российским учёным А.Л. Чижевским, предложен новый агент солнечно-земных связей: 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. Нами уже более двух десятилетий ведутся исследования по введению этого агента солнечно-земной физики для учёта его роли в ассоциатообразовании молекул воды при решении 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.

2. До наших работ не было практических результатов как по учёту парникового эффекта на парах воды в тропосфере, так и количественной оценки вклада структурирования водной среды в живом организме [2, 5], хотя именно молекулы воды являются основным парниковым газом в тропосфере, а в организме человека жидкой воды более 70 %. В статье представлен подход к биофизическим проблемам на основе известных квантово-электронно-молекулярных процессов из физической оптики [1, 2, 4, 5, 7, 31]. При этом рассмотрены и вода организма и электромагнитное (микроволновое) поле окружающей среды, и впервые введены в биофизику механизмы: индуцированного испускания строго направленного электромагнитного (микроволнового: КВЧ-СВЧ-УВЧ) излучения в жидкой среде живого организма, а также и процессы столкновительной безызлучательной передачи потенциальной энергии ридберговского возбуждения от водных ассоциатов к молекулам биоматериалов, включая ДНК.

3. Проведённое в статье исследование ряда экспериментальных результатов, опубликованных в последние десятилетия, а также учёт оригинального подхода к биофизическим механизмам при электромагнитном облучении водосодержащих биосред живого организма [1, 2, 4, 5], привёл нас к выводу о перспективности постановки работ по определению эффективных модуляционных частот и амплитуд для природоподобных, соответствующих по интенсивности ионосферным, уровней потока микроволнового воздействия, которые могут оказаться способными затормаживать митоз злокачественных клеток в каждом органе. Заведомо низкие величины потоков, применяемые при таком лечении, позволяют рассчитывать, что незлокачественные, здоровые клетки не будут реагировать аномальным режимом пролиферации, учитывая их приспособленность к изменению стимулов окружающей среды, выработанную в процессе эволюции на фоне относительно низкого естественного мутационного эффекта, создаваемого ГКЛ на древней Земле. Поэтому, согласно нашей концепции (в рамках супрамолекулярной физики) раковая клетка, по-видимому, будет более восприимчива к терапии микроволнами с эффективными частотами и амплитудами модуляции, чем здоровая. Зарегистрированные в [45] в экспериментальных системах и клинических применениях эффекты ускорения синтеза внеклеточного матрикса и заживления тканей позволяют также рассчитывать, что микроволновое облучение в эффективном терапевтическом режиме снизит уровни тех опухолевых воспалений, которые часто затрудняют противораковую терапию [39]. Кроме того, поскольку хирургическая травма при удалении первичной опухоли может сопровождаться активацией dormantных («дремлющих») опухолевых клеток, то, по-видимому, наиболее актуальным является именно развитие неинвазивных методов эффективного лечения, включая, по нашему мнению, и предлагаемые способы торможения процесса деления раковой клетки облучением потоком микроволн с пространственно-временной модуляцией.

**Список литературы/References:**

1. Avakyan S.V. *Supramolecular physics of the ionosphere - biosphere links*. In: Proc. of the 11<sup>th</sup> International School and Conference “Problems of Geocosmos” (Oct. 03-07, 2016, St. Petersburg, Russia). Eds. by V.S. Semenov, M.V. Kholeva, S.V. Apatenkov, N.Yu. Bobrov, A.A. Kosterov, A.A. Samsonov, N.A. Smirnova, T.B. Yanovskaya. SPbSU. Saint Petersburg. *VVM Publ.*, 2017, pp. 180-186.
2. Avakyan S.V., Baranova L.A. *How does the geocosmos control the biosphere? 1. Formation of associates in high delited water biosolutions under the influence of the microwave flux from the ionosphere. 2. DNA, ionospheric microwaves and water*. In Books of Abstracts. 12<sup>th</sup> Int. Conf. and School “Problems of Geocosmos”. (Oct. 8-12, 2018, St. Petersburg, Russia). Eds. by V.S. Semenov, S.V. Apatenkov, et al. SPbSU. Saint Petersburg. *VVM Publ.*, 2018, pp. 135-136.
3. Сент-Дьёрдьи А. *Биоэнергетика*. М.: Физматгиз, 1960, 155 с. [Szent-Györgyi, A. *Bioenergetics*. N.-Y. Acad. Press Inc., 1957. (In Russ.)]
4. Авакян С.В. Супрамолекулярная физика окружающей среды: климатические и биофизические эффекты. *Вестник РАН*, 2017, т. 87, № 5, с. 458-466. [Avakyan S. V. Environmental supramolecular physics: climatic and biophysical effects. *Herald Rus. Acad. Sci.*, 2017, vol. 87, no. 3, pp. 276-283. (In Russ.)]
5. Авакян С.В., Баранова Л.А. Влияние электромагнитного излучения окружающей среды на ассоциатообразование в водных растворах. *Биофизика*, т. 64, № 1, с. 12-20. [Avakyan S.V., Baranova L.A. The influence of environmental electromagnetic radiation on associate formation in aqueous solutions. *Biophysics*, 2019, vol. 64, no. 1, pp. 7-13. (In Russ.)]
6. 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.]
7. Авакян С.В., Девдариани А.З. Роль ридберговских состояний и микроволнового излучения в тропосферной кластеризации паров воды. *Оптический журнал*. 2016, т. 83, № 5, с. 327-328. [Avakyan S.V., Devdariani A.Z. The role of the Rydberg states and microwave radiation in the tropospheric clusterization of a water vapor. *Journal of Optical Technology*, 2016, vol. 83, no. 5, pp. 327-328. (In Russ.)]
8. Ивлев Л.С., Аэрозольное воздействие на климатические процессы. *Опт. атмосф. и океана*, 2011, т. 24, № 5, с. 392-410. [Ivlev L.S. Aerosol impact at the climate processes. *Optics of the atmosphere and ocean*, 2011, vol. 24, no. 5, pp. 392-410. (In Russ.)]
9. Avakyan S.V., Baranova L.A. *Molecular protonics and supramolecular chemistry, physics and biophysics. Invited Lecture*. Book of Abstracts of XXI Mendeleev Congress on general and applied chemistry, Symp. of UNESCO “Self-Assembly and Supramolecular Organization”. Saint Petersburg, 2019, vol. 6, p. 216.
10. Gallas J.A.C., Leuchs G., Wallher H., Figger H. Rydberg atoms: high-resolution spectroscopy and radiation interaction-Rydberg molecules. *Adv. At. Mol. Phys.*, 1985, vol. 20, pp. 413-466.
11. Dabrowski I., Herzberg G. The electronic emission spectrum of triatomic hydrogen. 1. *Can. J. Phys.*, 1980, vol. 58, no. 8, pp. 1238-1249.
12. Herzberg, G. Rydberg molecules. *Annu. Rev. Phys. Chem.*, 1987, vol. 38, pp. 27-56.
13. Elles C.G., Rivera C.A., Y. Zhang P.A., Pieniazek P.A., Bradforth S.E. *J. Chem. Phys.*, 2009, vol. 130, no. 8, p. 084501. DOI: 10.1063/1.3078336.
14. Bates D.R. Electron-ion recombination in an ambient molecular gas. *J. Phys. B. At. Mol. Phys.*, 1981, vol. 14, no. 18, pp. 3525-3534.
15. Авакян С.В. Физика солнечно-земных связей: результаты, проблемы и новые подходы. *Геомагнетизм и аэрномия*, 2008, т. 48, № 4, с. 435-442. [Avakyan S.V. Physics of the solar-terrestrial coupling: results, problems, and new approaches. *Geomagn. Aeron.*, 2008, vol. 48, no. 4, pp. 417-424. (In Russ.)]
16. Гурвич А.Г. *Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей*, М.: Наука, 1991, 288 с. [Gurwitsch A.G. *The principles of the analytic biology and the theory of cellular fields*. М.: Наука, 1991, 288 p. (In Russ.)]
17. Гурвич А.А. *Проблема митогенетического излучения как аспект молекулярной биологии*. Медицина, Л., 1968. [Gurwitsch A.A. *The problem of mitogenetic emission as aspect molecular biology*. L., Medicine, 1968. (In Russ.)]
18. Самойлов В.О. *Медицинская биофизика: Учебник для ВУЗов*. 3-е изд., СПб., СпецЛит (ВМА), 2013, 591 с. [Samoilov V.O., *Medical biophysics. Textbook for the Universities*. 3-rd edition. Saint Petersburg, SpetsLit, 2013, 591 p. (In Russ.)]
19. Haroche S., Raimond J.M., Radiative properties of Rydberg states in resonant cavities. *Adv. At. Mol. Phys.*, 1985, vol. 20, pp. 347-411.
20. Гуляев Ю.В. Физические поля и излучение человека: новые методы медицинской диагностики. *Наука и культура: избр. лекции*. СПб., БАН, 2009, с. 171-207. [Gulyaev Yu.V. The physical fields and radiation of human: new methods medical diagnostics. *Science and culture: The elect lectures*. Saint Petersburg, BAS, 2009, pp. 171-207. (In Russ.)]
21. Смирнов Б.М. *Возбуждённые атомы*. М.: Энергоиздат, 1982, 231 с. [Smirnov B.M. *Excited atoms*. М.: Energoizdat, 1982, 231 p. (In Russ.)]
22. Фриш С.Э. *Оптические спектры атомов*. Гос. изд-во физикомат. Литературы, М.-Л., 1963, 640 с. [Frish S. E. *Optical spectra of atoms*. Fizmatgiz, Moscow-Leningrad, 1963, 640 p. (In Russ.)]
23. Kleppner D. An introduction to Rydberg atoms. *Atoms in unusual situations* (Ed. J.P. Briand). NATO ASI. ser. B, 1986, vol. 143, pp. 57-76.

24. Галль Л.Н. *Физические принципы функционирования материи живого организма*. СПб, Изд-во Полит. Университета, 2014, 399 с. [Gall' L.N. *Physical principles at the functioning of the substance for living organism*. Saint Petersburg, Publishing-house of SPbPU, 2014, 399 p. (In Russ.)]
25. Avakyan S.V. *New possible mechanism of sporadic ionospheric radioemissions*. Abstracts of papers presented at the 25-th General assembly of URSI. August-Sept. France. G1. Ionospheric models and indices, 1996, p. 136.
26. Авакян С.В., Вдовин А.И., Пустарнаков В.Ф. *Ионизирующие и проникающие излучения в околоземном космическом пространстве. Справочник*. СПб, Гидрометеоздат, 1994, 501 с. [Avakyan S.V., Vdovin A.I., Pustarnakov V.F. *Near-Earth space ionization and penetration radiations. Handbook*. Saint Petersburg, Gidrometeozdat, 1994, 501 p. (In Russ.)]
27. Schmidke G., Avakyan S. V., Berdermann J., Bothmer V., Cessateur G., Ciraolo L., Didkovsky L., Dudoc de Wit T., Eparvier F.G., Gottwald A., Haberreiter M., Hammer R., Jacobi N., Jakowski Ch., Kretzschmar M., Lilensten J., Pfeifer M., Radicella S.M., Schäfer R., Schmidt W., Solomon S.C., Thuillier G., Tobiska W.K., Wieman S., Woods T.N. Where goes the Terrestrial Ionospheric GEospheric Research (TIGER) Program do? *Adv. Space Res.*, 2015, vol. 56, no. 8, pp. 1547-1577.
28. Forsyth P.A., Petrie W., Currie B.W. On the origin of ten centimeter radiation from the polar aurora. *Can. J. Res.*, 1950, vol. 28, no. A3, pp. 324-325.
29. Троицкий В.С., Стародубцев А.М., Бондарь Л.Н., Зелинская М.Р., Стрежнева К.М., Китай М.С., Сергеева А.И. Поиск спорадического радиоизлучения космического пространства на сантиметровых и дециметровых длинах волн. *Известия ВУЗов. Радиофизика*, 1973, т. 16, № 3, с. 323-341. [Troitskii V.S., Starodubtsev A.M., Bondar' L.N., Zelinskaya M.R., Strezhneva K.M., Kitay M.S., Sergeeva A.I. Search for sporadic radio emission from cosmic space at centimeter and decimeter wavelengths. *Radiophys. Quant. Electron.*, 1973, vol. 16, no. 3, pp. 239-522. (In Russ.)]
30. Авакян С.В., Серова А.Е., Воронин Н.А. Роль ридберговских атомов и молекул в верхней атмосфере. *Геомагнетизм и аэронаука*, 1997, т. 37, № 3, с. 99-106. [Avakyan S.V., Serova A.E., Voronin N.A. The role of Rydberg atoms and molecules in the upper atmosphere. *Geomagn. Aeron.*, 1997, vol. 37, no. 3, pp. 331-335. (In Russ.)]
31. Авакян С.В., Воронин Н.А. Возможные механизмы влияния гелиогеофизической активности на биосферу и погоду. *Оптич. журн.*, 2006, т. 73 б, № 4, с. 78-83. [Avakyan S.V., Voronin N.A. Possible mechanisms for the influence of heliogeophysical activity on the biosphere and the weather. *J. Opt. Technol.*, 2006, vol. 73, no. 4, pp. 281-285. (In Russ.)]
32. Бинги В.Н. *Магнитобиология: Эксперименты и модели*. М., МИЛТА, 2002. [Binhi V.N. *The magnetobiology. Experiments and models*. Moscow, MILTA, 2002. (In Russ.)]
33. Авакян С.В., Евлашин Л.С., Ковалёнок В.В., Лазарев А.И., Титов В.Г. *Наблюдения полярных сияний из космоса*. Л., Гидрометеоздат, 1991, 229 с. [Avakyan S.V., Evlashin L.S., Kovalenok V.V., Lazarev A.I., Titov V.G. *The observations of aurora from space*. L., Gidrometeozdat, 1991, 229 p. (In Russ.)]
34. Буренин А.Н., Клименко В.В., Осипов Н.К., Чернов А.А. Радиоизлучение авроральной ионосферы в СВЧ-диапазоне и овал полярных сияний. *Геомагнетизм и аэронаука*, 1981, т. 21, № 2, с. 367-369. [Burenin A.N., Klimentenko V.V., Osipov N.K., Chernov A.A. SHF radio emission of auroral ionosphere and the oval of aurora. *Geomagn. Aeron.*, 1981, vol. 21, no. 2, pp. 367-369. (In Russ.)]
35. Авакян С.В. Роль активности Солнца в глобальном потеплении. *Вестник Российской Академии наук*, 2013, т. 83, № 5, с. 425-436. [Avakyan S.V., The Role of solar activity in global warming. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2013, vol. 83, no. 3, pp. 275-285. (In Russ.)]
36. Авакян С.В. *Методология В.И. Вернадского, историометрия и гелиобиология А.Л. Чижевского, этногенез Л.Н. Гумилёва и современная солнечно-земная физика*. В сб. «В.И. Вернадский и ноосферная парадигма развития общества, науки, культуры, образования и экономики в XXI веке: коллективная монография» под научной ред. А.И. Субетто и В.А. Шамахова, 2013, т. 2, с. 245-256, СПб., Астерион. [Avakyan S.V. *Methodology of V. I. Vernadsky, historiometricity and heliobiology of A.L. Tchijevsky, ethnogenes of L. N. Gumilev and the modern solar-terrestrial physics*. In Proc. "V.I. Vernadsky and noospheric paradigm of the development of the society, science, culture, education and economics at XXI century: collective monography". Scientific Eds. by A. I. Subetto and V.A. Shamahov, 2013, vol. 2, pp. 245-256. Saint Petersburg. Asterion (In Russ.)]
37. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Бецкий О.В., Гуляев Ю.В. *Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы*. Ред. Гуляев Ю.В., Тамбиев А.Х. М.: Радиотехника, 2003, 176 с. [Tambiev A.H., Kirikova N.N., Betsky O.V., Gulyaev Yu.V. *Millimeter waves and photosynthesis organisms*. Eds. Gulyaev Yu.V., Tambiev A.H. M.: Radiotehniks, 2003, 176 p. (In Russ.)]
38. Tehrany M. G., Lammer H., Selsis F. et al. *The particle and radiation environment of the early Sun*. The 10th European Solar Physics Meeting, 9 - 14 Sept. 2002. Prague. Czech Republic. Ed. A. Wilson. ESA SP-506. Noordwijk. *ESA Publications Division*, 2002, vol. 1, pp. 209-212.
39. Ашрафян Л.А., Киселёв В.И. *Современная онкология, молекулярная биология и перспективы эффективной терапии*. М.: Молодая гвардия, 2015, 96 с. [Ashrafyan L.A., Kiselev V.I. *Modern oncology, molecular biology and the perspectives of effective therapy*. M.: Molodaya gvardiya, 2015, 96 p. (In Russ.)]
40. Gallagher T. Rydberg atoms. *Rep. Prog. Phys.*, 1988, vol. 51, no. 2, pp. 143-188.
41. Gilman J.J. Cohesion in ball lightning. *Appl. Phys. Lett.*, 2003, vol. 83, no. 11, pp. 2283-2284.
42. Сент-Дьёрдьи А., *Биоэлектроника. Исследование в области клеточной регуляции, защитных механизмов и рака*. М.: Мир, 1971, 80 с. [Szent-Gyorgyi A. *Bioelectronics. A study in cellular regulations, defense, and cancer*. N.-Y.: L. Academic Press Inc., 1968. (In Russ.)]

43. Сент-Дьёрдьи А. *Введение в субмолекулярную биологию*. М.: Наука, 1964, 164 с. [Szent-Gyorgyi A. *Introduction to a molecular biology*. N.-Y.-L.: Academic Press Inc., 1964. (In Russ.)]
44. Авакян Р.С., Габриэлян Г.Г., Мадосян Л.В., Меликян Р.Л., Таубе А.Л., Тевосян А.Л. Устройство «Арцах» для микроволновой резонансной терапии. *Электронная промышленность*, 1990, № 12, с. 30-31. [Avakyan R.S., Gabrielyan G.G., Madosyan L.V., Melikyan R.L., Taube A.L., Tevosyan A.L. Device "Arctchah" for microwave resonance therapy. *Electronic industry*, 1990, no. 12, pp. 30-31. (In Russ.)]
45. Aaron R.K., McK. Ciombor D., Therapeutic effects of electromagnetic fields in the stimulation of connective tissue repair. *J. Cell Biochem.*, 1993, vol. 52, no. 1, pp. 42-46.
46. Григорьев Ю.Г. Роль модуляции в биологическом действии электромагнитных излучений. *Радиационная биология. Радиоэкология*, 1996, т. 35, № 5, с. 659-670. [Grigoriev Yu.G. The role of modulation in biology effect of electromagnetic radiation. *Radiation biology. Radioecology*, 1996, vol. 35, no. 5, pp. 659-670. (In Russ.)]
47. Девятков Н.Д., Плетнёв С.Д., Бецкий О.В., Файкин В.В. *Воздействие низкоэнергетического импульсного СВЧ-излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью различной длины волны на ионный транспорт, проницаемость клеточных мембран, процессы агрегации клеток и развития злокачественных образований*. Сб. докл. 12-го Росс. симп. «Миллиметровые волны в медицине и биологии». М.: ИРЭ РАН 2000. [Devyatkov N.D., Pletnev S.D., Betsky O.V., Faikin V.V. *The impact of low-energy pulsed microwave radiation of nanosecond duration with a large peak power of various wavelengths on ion transport, the permeability of cell membranes, cell aggregation and the development of malignant tumors*. Collection of reports of the 12th Russian Symposium. "Millimeter waves in medicine and biology". Moscow. IRE RAS. 2000. (In Russ.)]
48. Smirnov I. *The effect of low intensity electromagnetic fields on water molecular structure and its medical applications*. Тез. Докл. Третьей межд. конф. «Физика – наукам о жизни», СПб., ФТИ, 2019, с. 113. [Smirnov I. *Book of Abst. of Third Int. confer. "Physics – to sciences about life"*, SPb., Ioffe Inst., 2019, p. 113. (In Russ.)]
49. Space the new frontier in the battle against cancer. ABC News, 2019, vol. 27.
50. *Механизмы клеточной гравичувствительности*, под ред. Л.Б. Буравковой. М.: ГНЦ РФ-ИМБП РАН. 2018, 244 с. [*The mechanisms of the cellular gravisensitivity*. Ed. by L.B. Buravkova). М.: GNTCH RF IMBP RAS. 2018, 244 p. (In Russ.)]
51. Makeev V.M. Стохастический резонанс и его возможная роль в живой природе. *Биофизика*, 1993, т. 38, № 16, с. 194-201. [Makeev V.M. Stochastic resonance and its possible role at live nature. *Biophysics*, 1993, vol. 38, no. 1, pp. 194-201. (In Russ.)]
52. Бинги В.Н. *Принципы электромагнитной биофизики*. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011, 592 с. [Binhi V.N. *The principles of electromagnetic biophysics*. М.: Fizmatlit, 2011, 592 p. (In Russ.)]

## MICROWAVE RADIATIONS IN ONCOLOGY: ABOUT POSSIBILITY OF INHIBITION OF MALIGNANT MITOSIS

Avakyan S.V.<sup>1</sup>, Baranova L.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Center "S.I. Vavilov State Optical Institute "

*Birjevaia lane, 10, Saint-Petersburg, 199034, Russia*

<sup>2</sup> Ioffe Institute

*Politechnicheskaya st., 26, Saint Petersburg, 194021, Russia; e-mail: l.baranova@mail.ioffe.ru*

**Abstract.** Known experimental results on the influence of two factors on the mitosis of cancer cells are considered: - artificially created weightlessness; - the flow of microwave radiation from the Earth's ionosphere. An interpretation of these results in the framework of supramolecular physics is presented. The generation of supramolecular structures (water-containing associates) in a living organism is considered taking into account: - proton transfer in the hydrogen bonding act due to the high degree of proton affinity for water molecules; - absorption of a quantum of microwaves by an electron on the Rydberg orbital, excited to this state upon its' capture during neutralization of a charge introduced by a proton, which ensures an increase in the yield of stable water-containing associates; - generation of induced microwave radiation in the media of a living organism, forming a directed biological field in it; - formation, in the processes of collisions with water-containing associates, highly excited Rydberg molecules of biomaterials in living media. The proposals on the medical application of irradiation of tumors by a flow of microwaves with spatiotemporal modulation at an environmentally friendly nature-like level were discussed with a view to the possible inhibition of malignant cell division taking into account proton transfer, the appearance of Rydberg molecules in the biological media and the appearance of directed biological field due to induced emission.

**Key words:** *associate formation in biological solutions, microwave irradiation from the ionosphere, induced and spontaneous radiations.*