

## АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В АТМОСФЕРЕ КАК ВОЗМОЖНЫЙ КАНАЛ КОСМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА БИОСФЕРУ

Знак З. О.<sup>1</sup>, Негода А. А.<sup>2</sup>, Сорока С. А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Национальный университет «Львовская политехника»

<sup>2</sup>Национальное космическое агентство Украины, г. Киев

<sup>3</sup>Львовский центр ИКИ НАН и НКА Украины

### Введение

Связь между космическими и биосферными явлениями была отмечена уже довольно давно. Например, отмечено влияние солнечной активности на различные по сложности организации уровни биосферы и ее компоненты: от весьма простых (воды) до поведения живых существ на уровне рефлекторной и умственной деятельности. Причинно-следственная связь в системах этих явлений до сих пор трактуется преимущественно действием электромагнитных излучений различных частотных диапазонов, которые находятся в области прозрачности атмосферы. Действительно, большая часть энергии космического воздействия сосредоточена в потоках корпускул и электромагнитных излучений. Однако их взаимодействие с атмосферой и ионосферой может трансформироваться в другие виды энергии. Следовательно, воздействие на биологические объекты будет комплексным, состоящим из нескольких видов энергии.

Известно, что в результате взаимодействия электромагнитного излучения космического происхождения с атмосферой могут генерироваться интенсивные акустические колебания в различных диапазонах частот — от слышимых звуков до акустико-гравитационных волн. Акустические волны влияют на динамику изменений общего содержания озона, который, в свою очередь, влияет на интенсивность поглощения электромагнитных излучений.

Таким образом, космическое энергетическое воздействие на биосферу Земли следует рассматривать как сложное акусто-электромагнитное воздействие. Следует ожидать, что совместное акустическое и электромагнитное воздействие на биообъекты значительно сильнее, чем действие каждого вида энергии в отдельности, то есть имеет место синергизм разных видов энергии. Поэтому такой комплекс излучений, как внешний энергетический фактор, с большей вероятностью нарушит неустойчивое равновесие в любых метастабильных системах, которые в той или иной мере присущи каждому биосферному уровню.

Известно, что акустические излучения способны интенсифицировать физические, химические и биохимические процессы. Воздействие акустических излучений в очень широком частотном диапазоне (включая ультразвуковые и инфразвуковые колебания) исследовалось преимущественно на физических и химических объектах. Во многих случаях имеет место весьма существенная интенсификация различных по природе процессов, что зачастую используют для интенсификации технологических операций.

Гораздо в меньшем объеме изучалась реакция биохимических и биологических систем и объектов на акустические воздействия, что, вероятнее всего, обусловлено их сложностью и возможностью непрямого отклика на возмущение. Полученные результаты носили преимущественно феноменологический характер. Так, например, отмечены факты интенсификации обменных процессов в тканях организмов, а наиболее показательным является общеизвестное влияние инфразвуков на психику человека. На возможность влияния инфразвуковых колебаний в атмосфере на биосферные процессы, а в связи с этим на необходимость изучения таких взаимосвязей, неоднократно указывалось в работах Б. М. Владимирского [1, 2].

Конкретные предложения о возможных механизмах, ответственных за эффекты в биосфере при воздействии энергии космического происхождения, позволили бы сделать сбор экспериментальных данных о процессах в биосфере и их связи с космическими явлениями более целенаправленными. Взаимное положение ближайших к Земле космических объектов, их энерговыделение могут породить в атмосфере, гидросфере и литосфере акустические колебания, влияющие на биосферные и, возможно, социальные процессы.

Качественная оценка возможных механизмов влияния акустической энергии космического происхождения на биосферу является предметом данной работы. Необходимо установить связь инфразвуковых колебаний с солнечной активностью и другими крупномасштабными космическими процессами. Это одна сторона проблемы. Другая — связана с выявлением механизмов влияния инфразвука на биообъекты. Поэтому одним из первых этапов нахождения таких механизмов было исследование процессов, протекающих в поле акустических колебаний инфразвукового диапазона в простейших системах, в частности капиллярных, которые можно причислить к элементам определенных уровней биосферы.

### **Акустический канал космического влияния на биосферу**

Под космическим энергетическим воздействием через акустический канал будем подразумевать непосредственное преобразование энергии космического происхождения в акустические колебания атмосферы, гидросферы и литосферы. «Акустические колебания» здесь понимаются в обобщенном смысле, без деления на различные виды возможных механических колебаний (акустико-гравитационных, акустических и т.д.). Указание на «непосредственное» преобразование космического воздействия в акустические колебания исключает из рассмотрения разнообразные колебания, вызванные запасенной энергией в различных земных процессах. К числу таких можно отнести акустические колебания, вызванные землетрясениями, ураганами, вулканической активностью и другими естественными процессами.

Можно выделить несколько механизмов непосредственного преобразования энергии космического происхождения в акустические колебания в геосферах. На рис. 1 представлены возможные космические факторы возбуждения акустических возмуще-

ний на Земле. Основными источниками энергии, порождающими акустические колебания на Земле являются Солнце и Луна. Они создают в основном периодические во времени акустические возмущения.

Такие возмущения порождают утренний и вечерний терминатор, солнечно-лунные приливные силы. Последние вызывают приливные колебания атмосферы и подземные звуки в результате деформации земной коры [3 – 5]. Совместное влияние солнечно-лунных приливных сил проявляется в 14-дневном изменении сейсмоакустической эмиссии. В работе [4] отмечается, что лунная и солнечная составляющие прилива вызывают различный акустический отклик в земной коре. Солнечные гармоники изменяют интенсивность на высоких частотах, а лунные - на низких.

Спорадические акустические возмущения создают: солнечные затмения, локальные затенения движущимися тучами, болидные явления, полярные сияния. В первых двух случаях механизм генерации акустических возмущений связан с образованием неустойчивостей при движении границы свет-тьень, который рассмотрен во многих работах [6-9]. Еще одним источником спорадических акустических колебаний могут быть локальные зоны с различным коэффициентом поглощения солнечного излучения. В этом случае генерация акустических колебаний возможно происходит за счет оптико-акустического эффекта [10, 11]. Сущность этого эффекта состоит в том, что за счет вариации поглощения солнечного излучения в различных зонах атмосферы образуются температурные градиенты, порождающие низкочастотные акустические колебания. Вариации поглощения солнечного излучения определяются наличием в воздухе аэрозолей, водяных паров и других химических примесей, которые зависят от солнечной активности.

Представляет интерес и генерирование звуков в атмосфере при движении метеоров. В процессе горения метеорного тела, движущегося со скоростью 30-70 км/с, происходит интенсивное выделение энергии, часть которой преобразуется в акустические колебания [12]. Большинство метеоров сгорают на больших высотах. Возмущение давления на поверхности Земли при пролете метеора с начальной массой 1 кг составляет около  $25 \text{ дин/см}^2$  [12]. Максимальная амплитуда давления наблюдается в плоскости, перпендикулярной к оси следа метеора. Частота появления метеоров с начальной массой  $10^{-4} \text{ г} < m < 10 \text{ кг}$  находится в пределах  $10^8 > v > 5$  в сутки. Крупные метеориты появляются редко, однако акустические возмущения, вызванные их движением, значительны.

Звуки метеоритных потоков являются экзотикой в «ансамбле звуковых инструментов Земли». Более часто наблюдаются акустические возмущения при магнитных бурях [13]. Эти возмущения находятся в области инфразвуковых частот. Механизм преобразования ионосферных электромагнитных возмущений в инфразвуковые колебания в атмосфере в настоящее время не известен, и требуются дальнейшие экспериментальные и теоретические исследования этой проблемы.

Главными источниками акустических колебаний в атмосфере можно считать утренний и вечерний солнечный терминатор и взаимодействие солнечного излучения с

изменяющейся прозрачностью атмосферы. Кратко рассмотрим механизмы генерации акустических возмущений в этих случаях. Движение терминатора образует зоны быстрого изменения параметров атмосферы: температуры, давления, концентрации ионов и электронов, химического состава. Неоднородности атмосферы, вызванные движением терминатора порождают возмущения во всей толще атмосферы. Наибольшие возмущения возникают в зонах максимального поглощения солнечной энергии, которое зависит от спектра, высоты над уровнем Земли и неоднородностей атмосферы [7]. Солнечный терминатор представляет собой движущуюся границу с различными значениями потока энергии. В работах В. М. Сомсикова [7–9] доказано, что при движении такой границы в газовой среде возникают колебания в широком диапазоне частот.

Есть связь инфразвуковых волн с солнечной активностью. На рис. 2 показано изменение энергии инфразвука и солнечной активности на протяжении 1999 года. Значения энергии и солнечной активности пронормированы к максимальным годовым значениям. Как видно, интенсивность инфразвуковых колебаний находится в противофазе к солнечной активности. Максимальные значения амплитуд инфразвука наблюдаются в моменты снижения солнечной активности. Можно предположить, что уровень инфразвуковых колебаний зависит от галактических космических лучей (ГКЛ). Возможный сценарий зависимости инфразвука от ГКЛ и солнечных космических лучей (СКЛ) показан на рис. 3. Изменения СА приводит к модуляции ГКЛ за счет форбуш-эффекта. Увеличение солнечной активности уменьшает интенсивность ГКЛ. Модулированный поток ГКЛ при взаимодействии с атмосферой изменяет ее прозрачность [14] за счет образования аэрозолей и вариации малых составляющих атмосферы ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$  и других).

Вариации прозрачности могут быть обусловлены и изменением электрических полей в атмосфере [15]. В этом случае изменения прозрачности происходит в результате электрозамораживания воды и образования кристаллов льда, которые стимулируют процесс льдообразования в облаках.

Образование аэрозолей в атмосфере может происходить не только при воздействии ГКЛ. Экспериментально обнаружено возрастание аэрозольной концентрации в атмосфере при значительном увеличении корпускулярной активности Солнца [16].

Изменения оптической прозрачности приводят к пространственным вариациям поглощения солнечной энергии в атмосфере. Учитывая, что зоны с повышенной поглощающей способностью подвижны, то можно ожидать прямое преобразование солнечной энергии в акустические колебания за счет упомянутого уже оптико-акустического эффекта [10,11].

Образовавшиеся акустические колебания могут влиять на флуктуации интенсивности космических лучей. Подобный эффект обнаружен экспериментально [6]. Отсюда следует, что акустические колебания могут локально интенсифицировать процессы взаимодействия солнечного излучения с атмосферными аэрозолями. На рис. 3 это отображено введением обратной связи. Акустические колебания могут усилить модуляцию прозрачности и эффект оптико-акустического преобразования в атмосфере.

Вследствие взаимодействия акустических колебаний с ионосферной плазмой, объемными зарядами в атмосфере, акустические возмущения должны порождать вариации электромагнитных излучений в широком диапазоне частот. Такие вариации наблюдаются при восходе и заходе Солнца, солнечном затмении и других крупномасштабных возмущениях в атмосфере. Такие же эффекты наблюдаются при искусственном акустическом возмущении атмосферы.

Таким образом, акустические возмущения в атмосфере, вызванные космическим воздействием, сопровождаются одновременно и электромагнитными возмущениями. В акустических возмущениях должны наблюдаться циклы солнечной активности, приливных сил солнечно-лунного гравитационного воздействия. Акустические возмущения могут проявляться как в атмосфере, так и в литосфере, и быть одним из факторов космического влияния на биосферу.

### **Возможные механизмы воздействия акустических возмущений на биосферу**

Общеизвестно психоэмоциональное воздействие музыки и звуков на человека. Воздействуют звуки и на животных, микроорганизмы, микрофлору, на кинетику физических и физико-химических процессов в геосферах. Однако мы редко задумываемся над тем, что все живое на Земле находится под воздействием акустических возмущений космического происхождения. Оценка их роли для биосферы Земли, влияние на отдельные организмы представляет интерес для медико-биологических исследований.

Известно, что даже непродолжительная изоляция от звуков в специальной заглушенной камере является тяжелым испытанием для психики человека. И наоборот, длительное пребывание в акустических полях высокой интенсивности вызывает значительные нарушения психики, функциональных расстройств [17]. Смертельно опасным считается пребывание человека в акустических полях с уровнем интенсивности свыше 140 дБ. Особенно чувствителен человеческий организм к частотам 7–8 Гц. Следует отметить, что верхняя частота звуков, проникающих в заглушенные камеры, составляет 4 Гц. Звуки с частотой ниже 4 Гц проникают практически в любые помещения.

Обладая свойством проникновения во все области существования живых организмов и распространяясь на огромные территории, акустические колебания могут быть синхронизирующим фактором для биосферных процессов. Биосфера является единой взаимосвязанной системой, то акустическое воздействие необходимо рассматривать как воздействие, нарушающее равновесие процессов как в отдельных биообъектах, связи между биообъектами, так и параметров среды обитания.

Общая схема акустического воздействия на биосферные процессы показана на рис. 4. Реализация акустического воздействия может проходить путем изменения параметров среды обитания или путем изменения кинетики процессов внутри биообъекта.

Прохождение акустических волн через среду с наличием электрических зарядов может порождать электромагнитные излучения в широком диапазоне частот. Низкочастотные электромагнитные колебания образуются при распространении акустиче-

ских волн в атмосфере и ионосфере. Акустические волны могут порождать электромагнитные колебания как в среде обитания, так и внутри самих биообъектов.

Наиболее распространенным элементом в биосфере являются капиллярные системы. Они широко распространены в живой материи и неживой природе. Это проводящие ткани растений, кровеносные сосуды человека и животных. Почвенные процессы также протекают в развитых капиллярных системах. Были проведены экспериментальные исследования влияния инфразвука на капиллярные процессы.

### **Экспериментальные исследования влияния инфразвука на капиллярные процессы**

Исследования влияния акустических колебаний на капиллярные системы, а впоследствии и на физико-химические параметры водных растворов, проводились на установке, изображенной на рис. 5. Она состоит из герметичного бокса 1, в котором размещались капиллярные системы 2, вискозиметр 3, датчик для измерения электропроводности 4, термометр 5, поршневого пульсационного генератора инфразвука 6, емкость с раствором 7, кондуктометра 8, дифференциального манометра 9, трехходового крана 10.

Для обеспечения постоянной температуры во время проведения исследований бокс помещали в воздушно-сухой термостат типа ТС-80М2, снабженный прозрачной уплотненной дверкой, необходимой для визуальных наблюдений.

Влияние акустических колебаний на капиллярные явления исследовали с использованием капилляров различных диаметров (от 0.04 до 1.1 мм) и длин (от 80 до 250 мм), с различным наклоном относительно горизонта. Глубина погружения в раствор одного из концов вертикально расположенных капилляров составляла от 3 до 30 мм, диаметр емкостей, в которые погружались капилляры — от 6 до 110 мм.

Применяли следующие капиллярные системы:

- единичный частично открытый вертикальный капилляр (нижняя часть погружена, верхняя — открыта), рис. 6, а;
- U-образная закрытая система из двух последовательно соединенных капилляров, обращенная концами книзу (оба конца погружены в раствор); рис. 6, б;

Электролитическую проводимость водных растворов определяли кондуктометром N-5721 с кондуктометрическим датчиком N-5981, которые дают возможность измерять проводимость в границах  $3 \cdot 10^{-4} \dots 10$  С/м (в десяти поддиапазонах) с погрешностями  $\pm 1\%$  для  $3 \cdot 10^{-4}$  С/м и  $\pm 2\%$  для 10 С/м.

Кинематическую вязкость растворов определяли вискозиметром ВПЖ-1 с ручным хронометражем времени.

Необходимо отметить, что данные, полученные при исследовании капиллярных эффектов и явлений в поле действия акустических колебаний различных частот и интенсивностей, зачастую являются эпизодическими, характеризуются недостаточной воспроизводимостью. Это можно объяснить тем, что жидкость в капилляре находится в

поле действия сразу нескольких факторов одновременно: гравитации, электромагнитных и низкочастотных акустических природных излучений; кроме того, в узких капиллярах весьма существенную роль играют силы поверхностного натяжения и смачивания, тепловое движение. Действие всех внешних сил, особенно акустики, исключить невозможно.

### **Влияние качественного и количественного состава водного раствора на капиллярные явления**

Установлено, что весьма существенное влияние на капиллярные эффекты имеет качественный и количественный состав водного раствора. Так, в подавляющем большинстве случаев при использовании в качестве исследуемой системы дистиллированной воды эффекты были слабее. Значительно чаще и с большей воспроизводимостью наблюдались капиллярные эффекты при использовании водных растворов солей. Так, например, водные растворы натрия хлорида перемещались в капиллярах на большую высоту, чем дистиллированная вода (рис. 7). На этом и последующих рисунках период генерирования акустических возмущений отмечен горизонтальным отрезком.

Увеличение концентрации раствора способствует протеканию капиллярных процессов. Например, при одинаковых условиях проведения опытов (без учета внешнего влияния электромагнитных и акустических излучений) в ряду концентраций растворов (М) калия хлорида 0.01, 0.1 и 1 вероятность наблюдения капиллярных эффектов составляет приблизительно 10, 25 и 40 %.

### **Капиллярные процессы в U-образных капиллярных системах**

Системы такого типа имитируют системы капилляров типа ксилема-флоема в растениях. В цикле проведения исследований установлено, что в капиллярных системах именно такого типа влияние акустических колебаний является наиболее ощутимым. В этих системах наблюдалось более или менее интенсивное перемещение жидкости даже в тех случаях, когда в единичных капиллярах таких же размеров влияние акустики не наблюдалось вовсе. В этой системе отмечено влияние температурного фактора на направление перемещения жидкости в одинаковых капиллярах: при температурах выше 15...17 °С движение жидкости является восходящим (рис. 8), а при температурах ниже 14...15 °С — нисходящим (рис. 9).

### **Влияние инфразвука на вязкость и электропроводность растворов**

Установлено, что акустические колебания могут приводить к изменениям электропроводности и вязкости растворов, причем увеличение значений одного параметра приводит к соответствующему уменьшению другого.

Наиболее достоверные и воспроизводимые результаты были получены на физрастворах при частоте генерации инфразвука менее 1 Гц при пульсации давления в области 65...110 Па. Типические зависимости изменения параметров физраствора приведены на рис. 10, из которого четко видно, что сразу после начала генерации излучений наблюдается уменьшений вязкости раствора и одновременное увеличение его электропроводности. Изменение этих параметров при акустическом воздействии хотя и не монотонно, однако сохраняет начальную тенденцию. После прекращения акустического воздействия наблюда-

ется кратковременное увеличение вязкости при дальнейшем увеличении кондуктивности. Через некоторое время изменение параметров раствора практически прекращается.

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что одной из причин проявления капиллярных эффектов под воздействием низкочастотных акустических колебаний является изменение свойств жидкостей (хотя не исключено, что в поле действия акустики изменяются также свойства нежестких капилляров).

Известно, что капиллярные процессы играют весьма важную роль в работе человеческого организма, в частности головного мозга: подвод питательных веществ и кислорода и отвод продуктов жизнедеятельности клеток из тканей органов происходит с участием чрезвычайно развитой системы капилляров. Поэтому интенсификация либо торможение процессов массообмена под воздействием внешних сил, в том числе акустики, может существенно нарушить естественное равновесие окислительно-восстановительных клеточных реакций, что повлияет на энергетические (тепловые, электрические и т.д.) процессы, а в конечном итоге и на информационные потоки (их формирование, передачу, восприятие). Очевидно, чем сложнее организация и структура ткани, органа, организма, тем большим будет влияние внешних сил (акустики) на их функционирование и прежде всего функционирования столь «тонкого» органа как мозг. Учитывая обратную связь между головным мозгом и всеми органами (компонентами), логично предположить, что информационные потоки в организме, находящемся в поле воздействия акустических возмущений, будут «искажаться», передавать неточные параметры функционирования, выдавать неадекватные ситуации «исполнительные команды». То есть возможен «информационный сбой» в организме, что в известных случаях может влиять на психическое состояние человека, его рефлекторную и умственную деятельность. Продолжая цепь рассуждений и экстраполируя их на социальную сферу (и биосферу в общем), можно ожидать неадекватного поведения членов сообщества при действии акустики в низкочастотной области. Экспериментальные исследования, проведенные в работе [17], подтверждают влияние инфразвука на работу мозга.

### Обсуждение

Длительное игнорирование научным обществом акустического канала космического воздействия на биосферу объясняется, вероятней всего, наличием маскирующих электромагнитных возмущений. Практически все крупномасштабные акустические события сопровождаются и электромагнитными возмущениями.

Как было показано выше, изменения уровня инфразвуковых колебаний в атмосфере находятся в противофазе к изменениям солнечной активности. Аналогично ведут себя и интенсивность потока нейтронов, и скорость многих химических и биохимических процессов [18, 19].

В период захода и восхода Солнца наблюдались закономерные изменения скорости реакции аскорбиновой кислоты с дихлорфенолиндофенолом [19]. Аналогичные изменения этой реакции наблюдались и при солнечных затмениях. Скорость химических реакций слабо зависела от наличия металлических экранов. Восход и заход Солнца,

солнечные затмения сопровождаются возрастанием инфразвуковых колебаний в атмосфере, которые не ослабляются металлическими экранами.

Исходя из этих фактов, можно предположить, что возможно акустические колебания являются существенно определяющим фактором поведения живого вещества на Земле. Обычно эта роль отводилась только электромагнитным полям.

### Выводы

1. Установлена связь между уровнем инфразвуковых колебаний в атмосфере и солнечной активностью. Уровень инфразвуковых колебаний, как и скорость некоторых биохимических и химических процессов, находится в противофазе к солнечной активности.

2. Акустические колебания инфразвукового диапазона, вероятно, изменяют структуру водных растворов и влияют на капиллярные процессы, о чем свидетельствуют проведенные эксперименты.

1. Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. – М.: Наука, 1971, с. 259.
2. Владимирский Б. М. Работы А. Л. Чижевского по солнечно-земным связям: гелиобиология в канун XXI века – итоги, проблемы, перспективы // Биофизика, 1998, т.43, в.4 с. 566-570.
3. Беляков А. С., Верещагин Г. М., Кузнецов В. В.. Лунно-солнечные приливы и акустическая эмиссия во внутренних точках геофизической среды // ДАН СССР. 1990, т.313, № 1, с.52.
4. Беляков А. С., Лавров В. С., Николаев А. В., Худзинский Л. Л. Подземный фоновый звук и его связь с приливными деформациями // Изв.АН. Физика Земли, 1999, № 12, с.39.
5. Беляков А. С., Лавров В. С., Николаев А. В., Худзинский Л. Л. О вариациях подземного фонового звука // ДАН России. 1996, т.348, № 3, с.383.
6. Антонова В. П., Гусейнов Ш. Ш., Дробжев В. И. и др. Комплексное экспериментальное исследование волн в атмосфере, генерируемых солнечным терминатором // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана., 1988.- т.24. № 2.- с.134-142.
7. Сомсиков В. М. Солнечный терминатор и динамика атмосферы. – Алма-Ата: Наука, 1983, с.192.
8. Сомсиков В. М. Волны в атмосфере, обусловленные солнечным терминатором // Геомагнетизм и аэрономия. 1991. Т.31. № 1. с.1-12.
9. Сомсиков В. М., Троицкий Б. В. Генерация возмущений в атмосфере при прохождении через нее солнечного терминатора // Геомагнетизм и аэрономия. 1975. Т.15. № 5. с. 856-860.
10. Голубицкий Б. М., Танташев М. В. О применении оптико-акустического эффекта для исследования поглощения аэрозолей // Изв. АН.СССР. Физика атмосферы и океана,1976, т.12.- № 4.- с. 934-935.
11. Елисеев А. А. Оптико-акустический метод прямого измерения лучистого притока тепла в атмосфере // Изв. АН.СССР. Физика атмосферы и океана, 1977, т.13.- № 10.- с. 1018-1024.
12. Голицын Н. Д., Гуревич А. В. Излучение акустико-гравитационных волн при движении метеоров в атмосфере // Изв. АН.СССР. Физика атмосферы и океана, 1977, т.13.- № 9.-с.926-935.
13. Госсард Э., Хук У. Волны в атмосфере. – М.: Мир, 1978, с. 532.
14. Пудовкин М. И., Распопов О. М. Механизм воздействия солнечной активности на состояние нижней атмосферы и метеопараметры // Геомагнетизм и аэрономия, 1992, т.32, № 5, с.1.
15. Tinsley B. A., Deen G. W.Apparent tropospheric response to Mev-GeV particle flux variations a connection via electrofreezing of supercooled water in high-level clouds // J. Geophys.Res.1991, v.96, ND 12, p.22283-22296.
16. Касаткина Е. А., Шумилов О. И., Ващенко Е. В. Корпускулярная активность Солнца как источник аэрозолей в атмосфере // Космические исследования, 1999,т.37, № 2, с.163-167.
17. Delyukov A. A., Didyk L. The effects of extra-low-frequency atmospheric pressure oscillations on human mental activity // International Journal of Biometeorology. Vol.43, № 1 (1999), p.31-37.
18. Дж. Пиккарди. Солнечная активность и химические тесты // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. – М.: Наука, 1971, с.259.
19. Удальцова Н. В., Коломбет В. А., Шноль С. Э. Возможная космофизическая обусловленность макроскопических флуктуаций в процессах разной природы. – Пущино: ОНТИ НЦБИ, 1987, с.96.

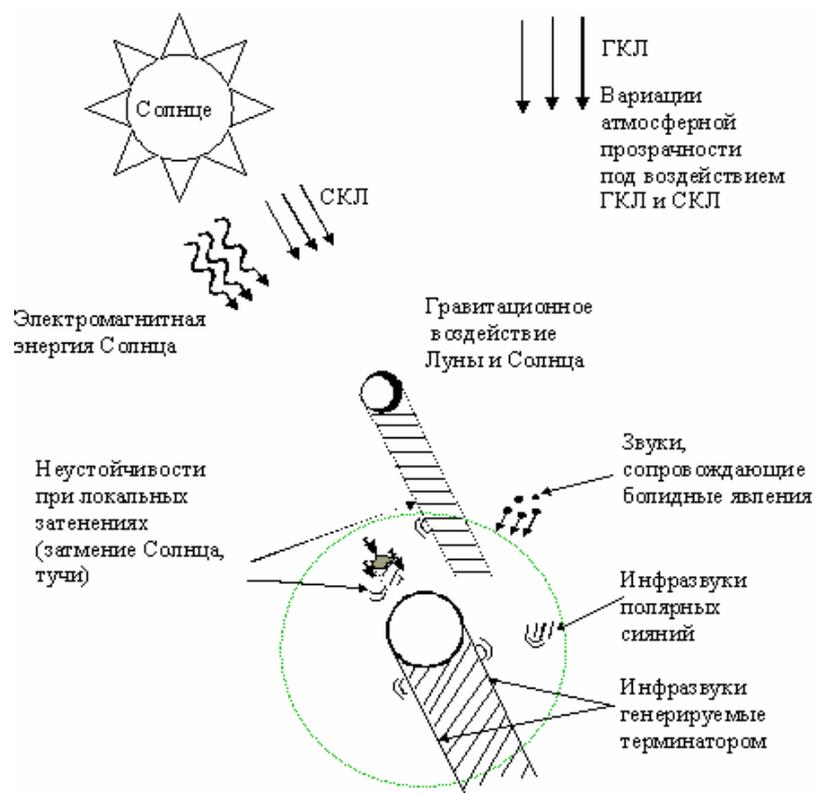


Рис. 1. Космические факторы возбуждения акустических колебаний на Земле

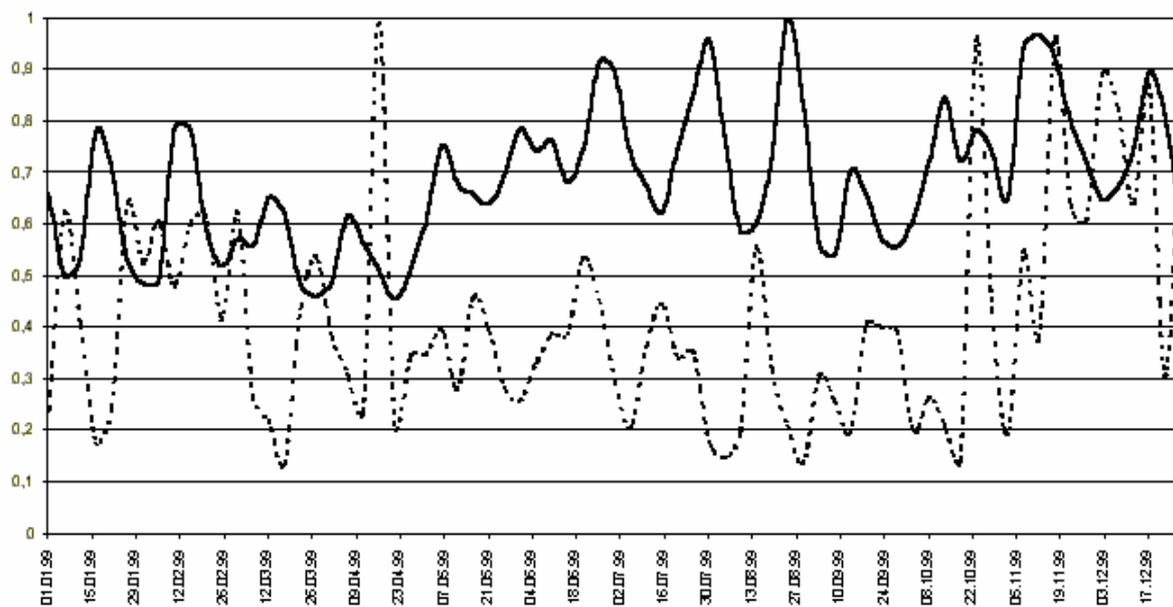


Рис. 2. Изменение энергии инфразвука (пунктир) и солнечной активности на протяжении 1999 г.

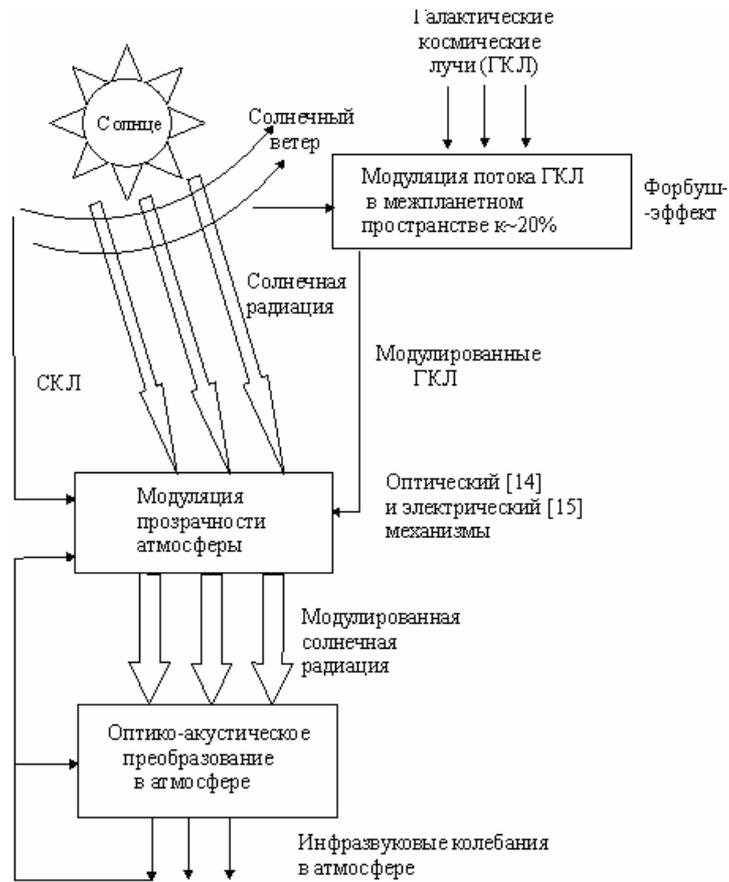


Рис. 3. Возможная схема связи уровня инфразвука в атмосфере с солнечной активностью



Рис. 4. Общая схема воздействия инфразвука на биосферу

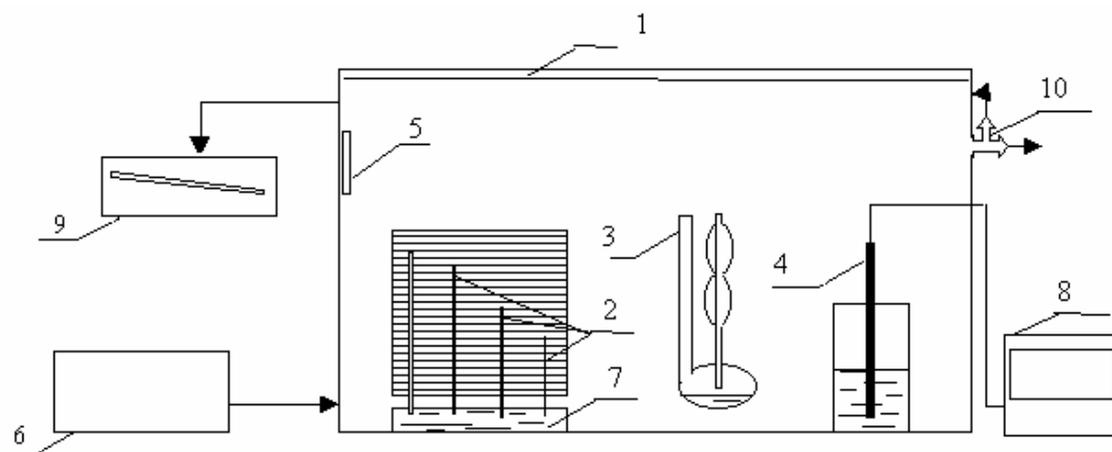


Рис. 5. Схема лабораторной установки для исследования влияния инфразвука на капиллярные процессы и свойства водных растворов

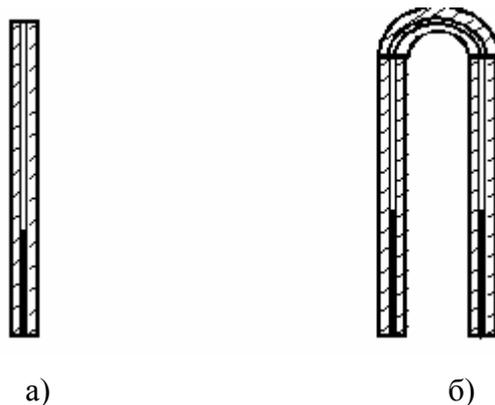


Рис.6. Капилляры, которые использовались при исследованиях

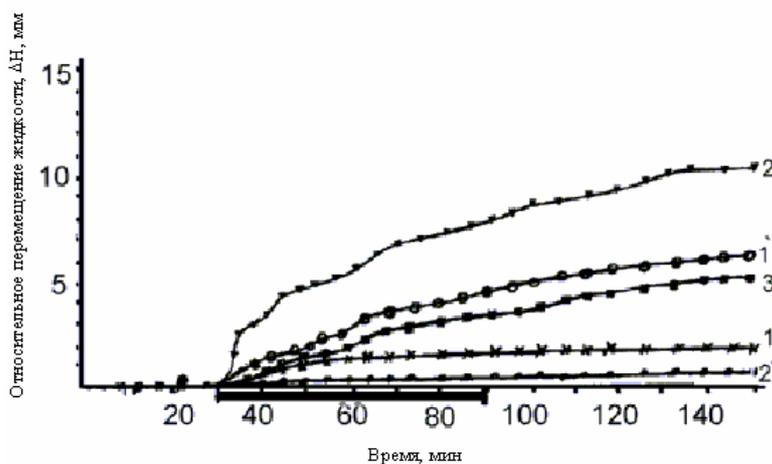


Рис. 7. Влияние инфразвука на относительное перемещение жидкости в открытом капилляре:

Частота 0.08 Гц,  $\Delta P = 110$  Па,  $T = 19,5$  °C,  $P_{\text{атм}} = 996 \cdot 10^5$  Па.

Среда: 1', 2' — дистиллированная вода; 1, 2, 3 — физраствор.

Длина капилляра ( $D = 0.2$  мм), мм: 1, 1' — 220; 2, 2' — 110; 3 — 100

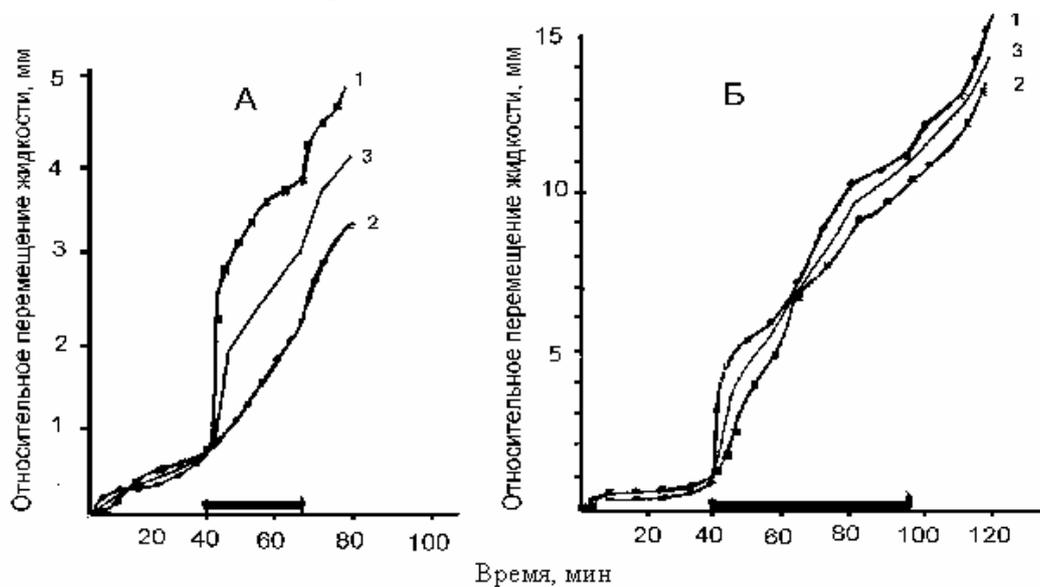


Рис. 8. Влияние инфразвука на относительное перемещение физраствора в U-образной системе капилляров при температуре (°C):

А — 19.5; Б — 19. 1 — левый капилляр, 2 — правый капилляр; 3 — результирующая

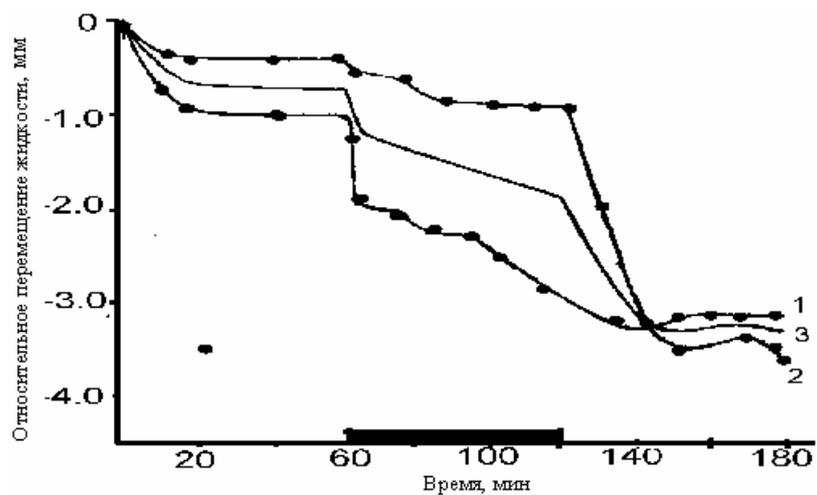


Рис. 9. Влияние инфразвука на перемещение физраствора в U-образной системе капилляров при температуре 13 °С. 1 — левый капилляр, 2 — правый капилляр; 3 — результирующая

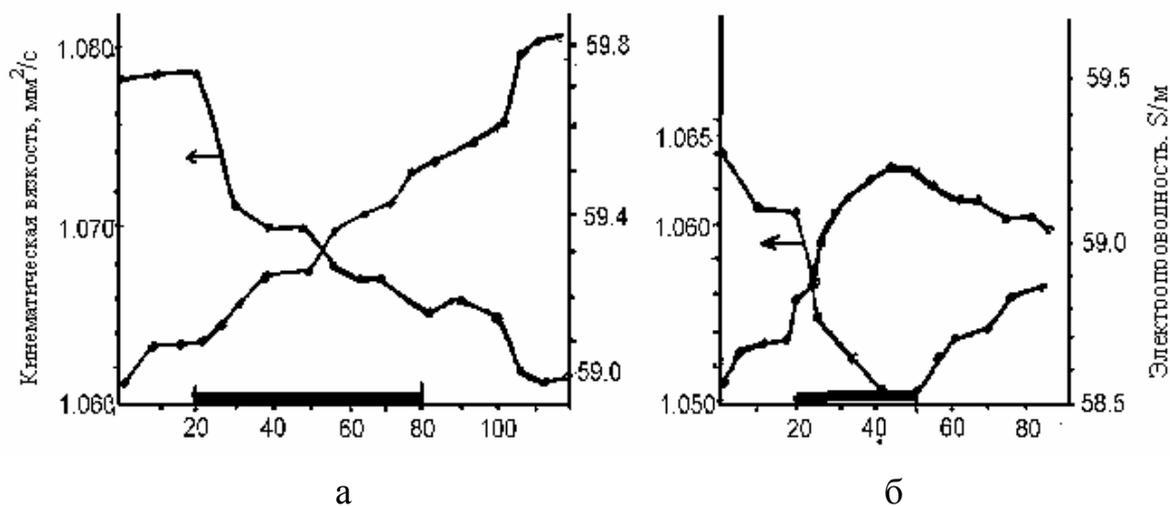


Рис. 10. Изменение вязкости и электропроводности растворов:  
 а) Частота 0.08 Гц,  $\Delta P = 75$  Па,  $T = 19$  °С,  $P_{\text{атм}} = 0.995 \cdot 10^5$  Па;  
 б) Частота 0.08 Гц,  $\Delta P = 65 \dots 75$  Па,  $T = 19.5$  °С,  $P_{\text{атм}} = 0.992 \cdot 10^5$  Па