

УДК 621.391.812.4

DOI 10.47813/nto.3.2022.6.242-249 EDN [TBCNVZ](#)



Аппаратно-программные средства моделирования микроволнового излучения Солнца и природных магнитосферных возмущений

И.И. Прокопов, П.М. Шоназаров*, С.Н. Даровских, Н.Н. Гудаев

Южно-уральский государственный университет, пр. Ленина, 76,
Челябинск, 454080, Россия

*E-mail: shonazarov1991@gmail.com

Аннотация. Обоснована актуальность исследования эволюционных механизмов взаимодействия объектов живой и неживой природы с различными видами излучений и полей, источником которых является Солнце. Проведение таких исследований в настоящее время затруднено из-за растущего уровня электромагнитного загрязнения окружающей среды. Это не позволяет проведение экспериментальных исследований с использованием реальных природных излучений и полей. Они возможны только при применении специализированных аппаратно-программных устройств их моделирования. В представленных материалах статьи нашло отражение описание оригинальных аппаратно-программных средств моделирования микроволнового излучения Солнца и природных магнитосферных возмущений. При разработке указанных устройств использованы современные представления о частотно-временной структуре излучений и полей природного происхождения. Также отмечен уже имеющийся положительный опыт применения устройства моделирования микроволнового излучения Солнца при оценке взаимодействия генерируемых им излучений с биологическими объектами. В первую очередь, он связан со снижением резистентных свойств микроорганизмов, дезагрегацией эритроцитов и др. Такие результаты, по мнению авторов, связаны с возбуждением в биологических структурах под воздействием природных излучений упругих колебаний. Они также возможны и при исследовании абиогенных материалов. Определены особенности их возбуждения при использовании природных излучений и полей. Результаты исследований с использованием разработанных аппаратно-программных средств могут быть положены в основу создания новых технологий ослабления влияния техногенного фактора на процесс жизнедеятельности организмов. Они найдут применение также и при разработке методик синтеза новых абиогенных структур.

Ключевые слова: эволюция, моделирование, излучение, Солнце, магнитосфера, механизмы, устройства.

Hardware and software tools for modeling solar microwave radiation and natural magnetospheric disturbances

I.I. Prokopov, P.M. Shonazarov*, S.N. Darovskikh, N.N. Gudaev

South Ural State University, 76 Lenina pr., Chelyabinsk, 454080, Russia

*E-mail: shonazarov1991@gmail.com

Abstract. The relevance of the study of the evolutionary mechanisms of the interaction of objects of animate and inanimate nature with various types of radiation and fields, the source of which is the Sun, is substantiated. Conducting such studies is currently difficult due to the growing level of electromagnetic pollution of the environment. This does not allow carrying out experimental studies using real natural radiations and fields. They are possible only with the use of specialized hardware and software devices for their simulation. The presented materials of the article reflected the description of the original hardware and software tools for modeling the microwave radiation of the Sun and natural magnetospheric disturbances. When developing these devices, modern ideas about the frequency-time structure of radiation and fields of natural origin were used. The already existing positive experience of using the device for simulating solar microwave radiation in assessing the interaction of radiation generated by it with biological objects was also noted. First of all, it is associated with a decrease in the resistance properties of microorganisms, disaggregation of erythrocytes, etc. Such results, according to the authors, are associated with excitation in biological structures under the influence of natural radiation of elastic vibrations. They are also possible in the study of abiogenic materials. The features of their excitation when using natural radiations and fields are determined. The results of research using the developed hardware and software tools can be used as the basis for the creation of new technologies for reducing the influence of the technogenic factor on the life process of organisms. They will also find application in the development of methods for the synthesis of new abiogenic structures.

Keywords: evolution, modeling, radiation, Sun, magnetosphere, mechanisms, devices.

1. Введение

Эволюция живой и неживой природы на всех этапах развития Земли связана с различными видами излучений и полей, источником которых является Солнце. Многообразие абиогенных и биогенных структур в историческом прошлом с уникальными свойствами их адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды под воздействием природных электромагнитных излучений и полей обуславливает актуальность изучения их эволюционных механизмов. Понимание этих механизмов позволит с одной стороны разработать новые технологии синтеза абиогенных материалов, а с другой – усовершенствовать методы коррекции различного рода нарушений гомеостатических функций в организме человека.

В настоящее время влияние природного электромагнитного фактора на процессы, происходящие в неживой и живой природе, заметно ослабло. Это обусловлено растущим уровнем электромагнитного загрязнения окружающей среды [1]. В этой связи для понимания механизмов взаимодействия абиогенных и биогенных структур с электромагнитными излучениями и полями природного происхождения необходимы исследования, которые учитывали бы этот фактор. Такие исследования возможны только при использовании специализированных аппаратно-программных устройств моделирования электромагнитных излучений и полей, источником которых является Солнце. Такие устройства позволяют воспроизводить не только природную частотно-временную структуру моделируемых излучений и полей, но и ослаблять в ходе экспериментальных исследований влияние техногенного электромагнитного фона. Такое ослабление может быть достигнуто за счет моделирования указанных излучений и полей с интенсивностью, сравнимой с интенсивностью указанного фона [2].

Из всего спектра излучений, связанных с процессами, происходящими на Солнце, наименее изученными в оценке механизма их взаимодействия с объектами живой и неживой природы являются микроволновые излучения, достигающие поверхности Земли. При этом наибольший интерес представляют излучения в диапазоне длин волн, близкий к 4ГГц. Именно в этом диапазоне частот (4,08ГГц) впервые было обнаружено реликтовое излучение центра Вселенной, а также, впоследствии, высокая чувствительность организмов к модифицирующему действию моделируемых природных излучений на частотах, близких к указанному выше диапазону [2].

При исследовании влияния на объекты живой и неживой природы магнитосферных возмущений, обусловленных корпускулярным излучением Солнца, а также электрическими процессами в атмосфере Земли при грозовой активности, наибольший интерес представляют природные электромагнитные поля с выраженной магнитной составляющей на частотах от 10 Гц до 10 кГц. Этот диапазон частот с природной амплитудной и частотно-временной структурой в отличие от ультранизких частот (от 0,001 Гц до 10 Гц), характерный для магнитосферных возмущений при магнитных бурях, является недостаточно изученным в оценке взаимодействия магнитных полей на указанных частотах с абиогенными и биогенными структурами. Интерес исследований в указанном диапазоне частот позволяет с одной стороны перекрыть в основной её части Шумановские резонансы [3], а с другой определить роль низкоинтенсивных магнитных полей в звуковом диапазоне частот, как на объекты живой природы, так и на процессы синтеза абиогенных материалов.

2. Аппаратно-программное устройство моделирования микроволнового излучения Солнца

Итогом разрешения существующих проблем адекватного моделирования микроволнового излучения Солнца стала разработка устройства, в котором реализованы известные знания о структуре его низкочастотных вариаций, параметрах амплитудных пульсаций и вида поляризации электромагнитного излучения в диапазоне частот 4,0-4,3 ГГц с максимальной интенсивностью – не превышающей 100 мкВт/см^2 [2,4]. Данное устройство (рисунок 1) позволяет моделировать «всплески» микроволнового излучения Солнца в диапазоне значений от нескольких секунд до десятков минут, как с линейной, так и с хаотической поляризацией (рисунок 2). Амплитудный спектр такого излучения изменяется и по ширине, и по форме, и по интенсивности (рисунок 3).



Рисунок 1. Устройство моделирования микроволнового излучения Солнца.

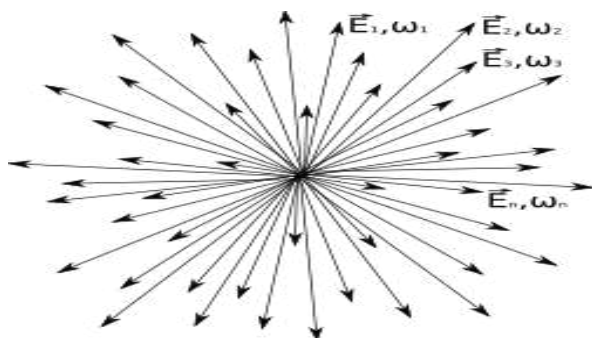


Рисунок 2. Вариации вектора напряженности электрического поля E .

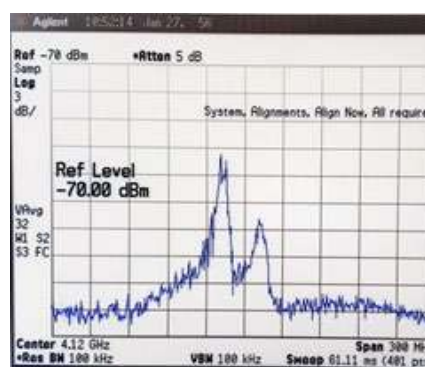
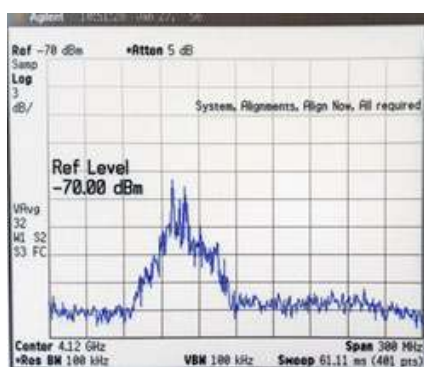


Рисунок 3. Вариации амплитудного спектра моделируемого микроволнового всплеска Солнца в различные моменты времени.

«Пилотные» эксперименты с использованием устройства моделирования микроволнового излучения Солнца (рисунок1) показали высокую его эффективность в снижении резистентных свойств микроорганизмов, дезагрегации эритроцитов, повышении кислородтранспортной функции крови и др. [2].

К настоящему времени нет полного понимания механизма взаимодействия клеточных структур организма с низкоинтенсивными электромагнитными излучениями природного происхождения. Проводимые исследования по оценке механизма этого взаимодействия указывают на «радиовибрационный» его характер, обусловленный возбуждением упругих колебаний под воздействием силы Ампера dF , формируемой в клеточных структурах при воздействии на них указанным электромагнитным излучением [5]

$$dF = (j \times B)dV \quad (1)$$

где j – вектор плотности тока в клеточных структурах, индуцированный электрической составляющей электромагнитного излучения; B – результирующий вектор магнитной

индукции, обусловленный магнитной составляющей электромагнитного излучения и магнитным полем Земли; dV – элемент объема, на который действует сила Ампера dF .

Частотно-зависимый характер плотности тока $j(\omega)$, характерный при воздействии на организм низкоинтенсивным излучением природного происхождения, формирует частотно-зависимое изменение силы Ампера. Под воздействием этой силы в клеточных структурах будет происходить возбуждение низкочастотных упругих колебаний переменной частоты. Такие колебания, входя в резонанс с собственными колебаниями молекулярных структур клетки, будут способствовать формированию необходимого противодействия развитию негативных процессов в организме человека.

Есть все основание ожидать, что моделируемое микроволновое излучения окажет модифицирующее действие на процесс синтеза биогенных полимеров.

3. Аппаратно-программное устройство моделирования магнитосферных возмущений, обусловленных корпускулярным излучением Солнца и электрическими процессами в атмосфере Земли

На основании вышеизложенного подхода к моделированию особенностей магнитосферных возмущений, обусловленных корпускулярным излучением Солнца и электрическими процессами в атмосфере Земли, было разработано аппаратно-программное устройство (рисунок 4).

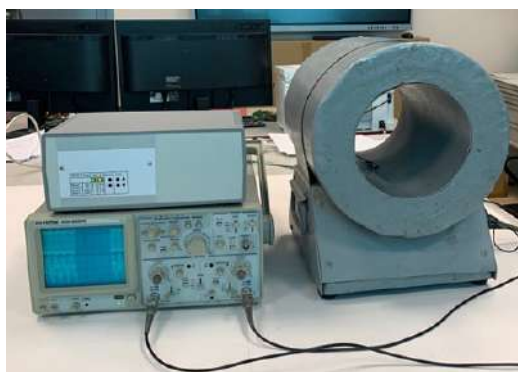


Рисунок 4. Аппаратно-программное устройство моделирования магнитосферных возмущений.

Оно позволяет формировать низкоинтенсивные хаотические по направлению и модулю вариации вектора магнитной индукции в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц с изменяемым значением его модуля от 4 мТл (на низких частотах) до 4 мкТл (на верхних частотах). Структурная схема устройства (рисунок 4) состоит из контроллера, предназначенного для формирования трех независимых каналов генерации частотно-

модулированных сигналов в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц, блока питания, трехканального усилителя низкой частот (УНЧ), элементов воздействия в виде трех пар катушек индуктивности. Они расположены по периметру цилиндрической поверхности и сдвинуты друг относительно друга на 120° (рисунок 5)

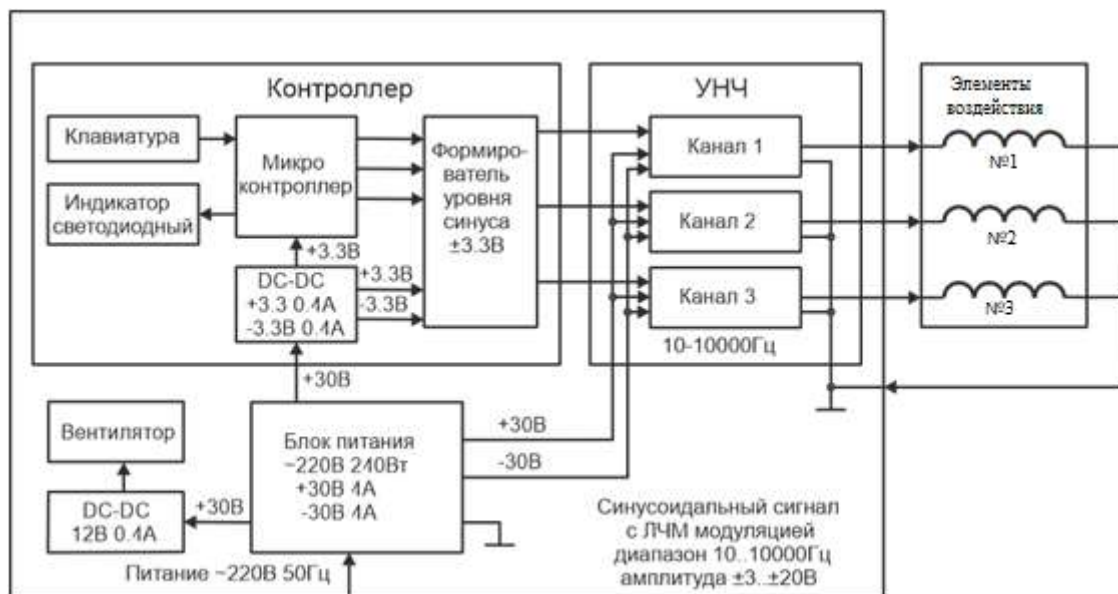


Рисунок 5. Структурная схема устройства моделирования магнитосферных вариаций магнитного поля Земли.

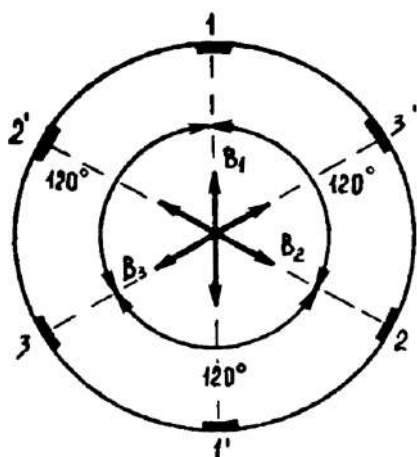


Рисунок 6. Размещение элементов воздействия и формируемые магнитные поля каждым элементом воздействия.

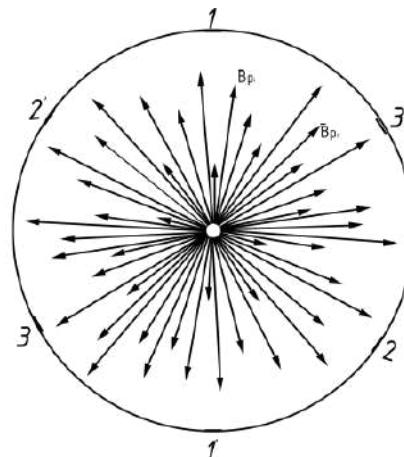


Рисунок 7. Изменение вектора магнитной индукции B_p в процессе работы устройства.

Позициями (1-1'), (2-2'), (3-3') (Рисунок 6) обозначено расположение элементов воздействия №1, №2 и №3 соответственно. Конструктивно эта полость совместно с

элементами воздействия может представлять собой статор серийного трехфазного двигателя.

При независимой подаче напряжений с выхода трехканального УНЧ на элементы воздействия №1, №2 и №3 частотно-модулированных сигналов результирующее магнитное поле в цилиндрическом объеме будет характеризоваться хаотическим изменением направления вектора магнитной индукции \mathbf{B}_p и значения его модуля $|\mathbf{B}_p|$ (рисунок 7). Такой характер изменения вектора магнитной индукции \mathbf{B}_p , согласно уравнению Максвелла [5] будет сопровождаться генерированием по оси вращения тока смещения $\mathbf{j}_{см}$.

$$\mathbf{j}_{см} = c^2 \operatorname{rot} \mathbf{B}_t, \quad (2)$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с; \mathbf{B}_t - тангенциальная составляющая вектора магнитной индукции \mathbf{B}_p .

Направление вектора тока смещения $\mathbf{j}_{см}$ будет определяться направлением вращения вектора магнитной индукции \mathbf{B}_t .

Представленный характер изменения вектора магнитной индукции \mathbf{B}_t и связанный с ним ток смещения $\mathbf{j}_{см}$, согласно выражения (1), также будет приводить к возбуждению упругих колебаний. Отличие от ранее рассмотренного случая состоит в том, «пульсирующая» сила Ампера $d\mathbf{F}$ будет так же, как и вектор магнитной индукции \mathbf{B}_t , совершать разнонаправленное вращательное движение.

Рассмотренные особенности формирования магнитного поля, отражающего результат магнитосферных возмущений магнитного поля Земли, с помощью устройства его моделирования не имеют аналогов. Его модифицирующее действие на объекты живой и неживой природы может быть оценено только по результатам экспериментальных исследований. Наиболее чувствительными объектами для экспериментальных исследований могут быть железосодержащие микроорганизмы, а также абиогенные магнитные и парамагнитные материалы в процессе их синтеза.

4. Выводы

Описанные аппаратно-программные средства моделирования микроволнового излучения Солнца и природных магнитосферных возмущений могут быть использованы для установления действительных механизмов взаимодействия природных излучений и полей с объектами живой и неживой природы. Всесторонние исследования взаимодействия рассмотренных электромагнитных излучений и полей с указанными

объектами с помощью разработанных аппаратно-программных средств позволят создать новые природоподобные технологии для их эффективного использования в медицине и при создании материалов с улучшенными физико-химическими и конструктивными особенностями.

Список литературы

1. Григорьев, Ю.Г. Человек в электромагнитном поле (существующая ситуация, ожидаемые биоэффекты и оценка опасности) / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – № 37(4). – С. 690-702.
2. Даровских С.Н. Микроволновая гелиобиология: моногр. / под ред. С.Н. Даровских / Даровских С.Н., Шишкова Ю.С., Попечителей Е.П., Вдовина Н.В. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2016. – 99 с.
3. Колесник, А.Г. Шумановские резонансы. 1 Мониторинг электромагнитного фона КНЧ-диапазона / А.Г. Колесник, С.А. Колесник, А.А. Колмаков, Б.М. Шинкевич // Изв. ВУЗов. Физика. – 2003. – С. 69-73.
4. Патент Устройство для снижения резистентных свойств микроорганизмов. Багаев В.Н., Вдовина Н.В., Гудаев Н.Н., Даровских С.Н., Попечителей Е.П. Патент на изобретение 2733579 С1, 05.10.2020. Заявка №2020106412 от 11.02.2020.
5. Самойлов, В.О. Медицинская физика / В.О. Самойлов. Учебник. СПб.: Спецлит, 2007. – 560 с.