

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД В УСЛОВИЯХ ПЕРВИЧНОЙ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

© *Игнатов И., Мосин О.В.*

Доктор наук, проф. И. Игнатов (Болгария)

к.х.н. О.В. Мосин (Россия)

Контакт с автором: mosin-oleg@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены данные о моделировании неравновесных условий с газовым электрическим разрядом, имитирующих первичную атмосферу. Рассмотрены физические основы и методы визуализации газоразрядного свечения в переменных электрических полях высокой электрической напряженности и частоты (эффект Кирлиан). Приведены данные по исследованию методом цветного коронного спектрального Кирлиан анализа и ИК-спектроскопии образцов воды различного происхождения и различной степени водоочистки и водообработки, а также образцов горячей минеральной, морской и горной воды из различных минеральных источников Болгарии. Рассчитана средняя энергия водородных связей в процессе формирования кластеров воды, которая составляет $-0,1067 \pm 0,0011$ эВ.

1. ВВЕДЕНИЕ

Эффектом Кирлиан обозначается свечение коронного электрического разряда (лавиное, коронное, стримерное) на поверхности предметов, находящихся в переменном электрическом поле высокой частоты (10...150 кГц) и напряжения (5...30 кВ). В этом процессе в зоне ионизации развивается скользящий по поверхности диэлектрика коронный газовый разряд, возникающий в неоднородном электрическом поле вблизи электродов с малым радиусом кривизны, а между электродом и исследуемым объектом возникает поверхностное напряжение величиной 5...30 кВ [1].

В научной литературе наряду с кирлианографией используются термины биоэлектрография, электрический высокочастотный (ЭВР) разряд, селективный высокочастотный (СВЧР) разряд [2, 3].

Эффект Кирлиан нашел научно-практическое применение в биофизике, а также в других отраслях науки [4] и техники [5]. К его преимуществам относятся безопасность,

стерильность, наглядность и интерпретируемость получаемых данных, удобство их хранения и последующей компьютерной обработки, возможность слежения за развитием процессов во времени, сопоставления структурных, функциональных и временных процессов и др.

Научно-фундаментальные аспекты эффекта Кирлиан и его научная ценность заключаются в том, что эффект Кирлиан создает в лабораторных условиях газовый селективный электрический разряд, аналогичный электрическим явлениям (молнии) и электростатическому разряду на поверхности любых биологических, органических объектов, а также на неорганических образцах различного характера, в т.ч. на каплях воды [6]. За последние десятилетия, используя энергию электрического поля, в лабораторных условиях из неорганических веществ были синтезированы разнообразные органические соединения – аминокислоты, протеины, нуклеозиды и др. [7]. В этих опытах моделировались условия первичной бескислородной атмосферы, в которой был возможен электросинтез органических молекул из неорганических за счет энергии электрических разрядов, коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца и других геотермальных источников энергии (эксперименты С. Миллера) [8].

Целью данной работы являлось изучение возможностей применения эффекта Кирлиан в моделировании неравновесных условий с газовым электрическим разрядом, имитирующих первичную атмосферу и прогнозирование возможных электрохимических реакций, протекающих при обработке воды электрическим полем высокой напряженности и частоты.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы

Методом Цветного коронного спектрального Кирлиан анализа с комбинацией метода ИК-спектроскопии и метода дифференциально неравновесного энергетического спектрального анализа (ДНЭС) были проанализированы образцы воды различного происхождения и различной степени водоочистки, а также минеральные воды различных Болгарских источников.

Экспериментальные данные получены методом Цветного коронного (Кирлианового) спектрального анализа на приборе с электродом из полиэтилентерефталата (ПЭТФ, хостафан) (электрическая прочность – 160...200 кВ/мм, плотность – 1,38...1,4 г/см³, температура плавления – 260 °С) с электрическим напряжением на электроде 15 кВ,

длительностью электрического импульса 10 мкс и частотой электрического тока 15 кГц [9, 10].

Регистрация газоразрядного свечения проводилась в темной комнате при красном светофильтре. На диэлектрическую пластину из хостафана, служащую электродом, генерирующем поле высокого напряжения, помещался лист чувствительной к излучениям фотопленки. Капля воды помещалась сверху фотопленки. Между ней и диэлектрической пластиной подавались импульсы электрического напряжения величины 5...30 кВ от генератора электромагнитного поля напряженностью 19,5 В/м при частоте электрического тока – 15 кГц. При заданных параметрах напряженности и частоты поля в газовой среде пространства контакта объекта и пластины развивался газовый коронный разряд в виде характерного свечения вокруг объекта – коронного разряда в диапазоне 380...490 нм и 560...780 нм, засвечивающего цветную фотобумагу или фотопленку, по которому судили о электрических свойствах изучаемого объекта [11].

ИК-спектры образцов воды регистрировали на Фурье-ИК спектрометре Brucker Vertex (“Brucker”, ФРГ) (спектральный диапазон: средний ИК – 370...7800 см⁻¹; видимый – 2500...8000 см⁻¹; разрешение – 0,5 см⁻¹; точность волнового числа – 0,1 см⁻¹ на 2000 см⁻¹).

Оценка характеристических параметров производилась на основании анализа полученных изображений, обработанных стандартным пакетом программ.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы статистического пакета STATISTICA 6, используя критерий t-Стьюдента (при $p < 0,05$).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Техника визуализации Кирлианового свечения. Цветной коронный (Кирлиановой) спектральный анализ

Для получения Кирлианограмм используются приборы, генерирующие электромагнитное поле высокой частоты и напряжения. Принципиальная схема типового прибора показана на рис. 1. На один электрод подается переменное электрическое напряжение высокой частоты 15 кГц и напряженностью 15 кВ (в других методах эти значения принимаются равными 0,2...15 кГц и 5...30 кВ). Другим

электродом является изучаемый объект. Если объектом является человек, то он не заземляется. Если объект представляет собой предмет неживой природы, то его заземляют с помощью проводника. Электрод и изучаемый объект разделены между собой изолятором – диэлектриком и тонким слоем воздуха, молекулы которого подвергаются диссоциации под действием генерируемого электродом электромагнитного поля, возникающего между электродом и исследуемым объектом.

В тонком слое воздуха, толщиной 10...100 мкм между объектом и электродом развиваются следующие процессы [3, 9, 12]:

1) Возбуждение, поляризация и ионизация электрическим полем высокой частоты молекул азота (78 масс.% N_2), кислорода (21 масс.% O_2) и двуокиси углерода (0,046 масс.% CO_2) – основных компонентов воздуха. В результате образуется ионизированный газ, т.е. газ с отделенными электронами, обладающими отрицательными зарядами, создающими электропроводящую среду наподобие плазмы.

2) Образование слабого тока в виде отделившихся от молекул N_2 , O_2 и CO_2 свободных электронов – газового разряда между исследуемым объектом и электродом. Форма газоразрядного (ГР) свечения, плотность, яркость и поверхностное распределение определяются, в основном, электромагнитными свойствами объекта.

3) Переход электронов с низших на высшие энергетические уровни и обратно, в процессе которого происходит излучение дискретного кванта света – фотона в виде излучения. Энергия перехода электрона зависит от величины внешнего электрического поля, так и от электронного состояния изучаемого объекта. Поэтому в различных областях окружающего объект электрического поля электроны получают разные импульсы энергии, т. е. «перескакивают» на разные энергетические уровни, что приводит к испусканию квантов света разной длины волны (частоты) и энергии, окрашивающих контур ГР-свечения в различные цветовые гаммы.

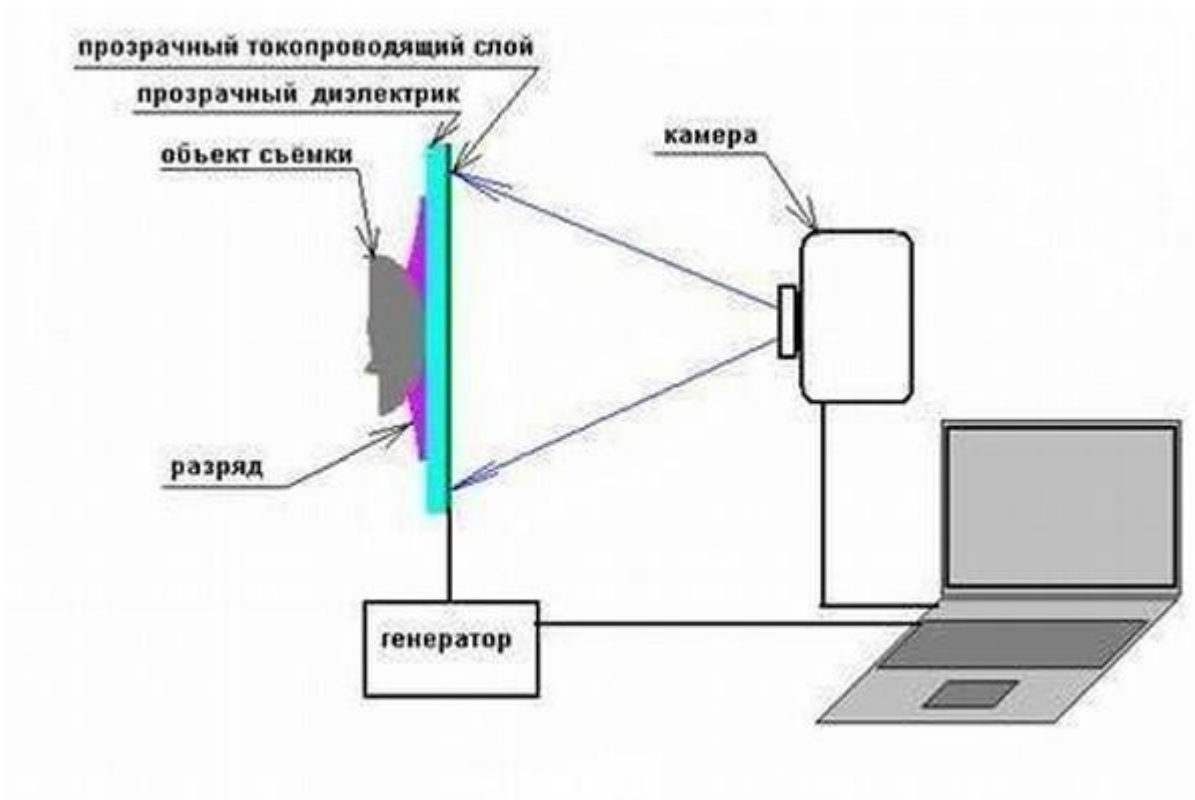


Рис. 1. Принципиальная схема прибора для визуализации “ГР-свечения”.

Обозначенные выше процессы в своей совокупности формируют эффект Кирлиан, позволяющий изучать электрические свойства объекта при взаимодействии с внешним электромагнитным полем. Было показано, что электрическая проводимость (электропроводность) объекта практически не отражается на формировании электрического изображения [3]. Формирование последнего зависит от диэлектрической проницаемости.

Существует зависимость (1) электрического разряда на единицу площади записывающей среды от следующих параметров:

$$\sigma = [\alpha - U_p(d_2 + \delta)/d_2] \epsilon_0(d_2 + \delta)/\delta d_2, \quad (1)$$

$$\text{где: } \delta = d_1/\epsilon_1 + d_3/\epsilon_3$$

α – крутизна фронта электрического импульса;

T – продолжительность электрического импульса;

U_p – пробивное напряжение воздушного промежутка между объектом и записывающей средой;

d_1 – ширина объекта;

d_2 – ширина зоны воздействия электромагнитного поля;

d_3 – ширина записывающей среды;

ε_0 – диэлектрическая проницаемость среды (воздуха) ($\varepsilon_0 = 1,00057$ Ф/м);

ε_1 – диэлектрическая проницаемость объекта;

ε_3 – диэлектрическая проницаемость среды (воздуха).

Для расчета пробивного напряжения в воздушном промежутке используется формула (2):

$$U_p = 312 + 6,2d_2 \quad (2)$$

В результате математических преобразований получается квадратное уравнение ширины воздушного промежутка (3).

$$6,2d_2^2 - (\alpha T - 6,2\delta - 312)d_2 + 312\delta = 0 \quad (3)$$

Данное уравнение имеет два решения:

$$d_2 = [\alpha T - 6,2\delta - 312] \pm [(\alpha T - 6,2\delta - 312)^2 - 7738\delta]^{1/2}$$

Вышеприведенные уравнения позволяют вычислить максимальную и минимальную ширину воздушного промежутка для возникновения разряда, при котором формируется электрическое изображение объекта.

Спектр Цветного коронного спектрального Кирлиан анализа показан на рис. 2.

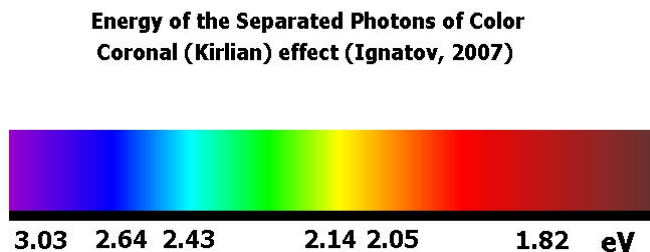


Рис. 2. Спектр Цветного коронного спектрального Кирлиан анализа

Как показали наши исследования [9], для различных объектов характеристики свечения газового разряда различных биологических объектов различаются по характеру и интенсивности свечения, размерам контура свечения и цветовой гамме и зависят как от его собственного электромагнитного излучения, так и от диэлектрической проницаемости объекта. Интенсивность ГР-свечения зависит от приложенного на электрод напряжения электрического тока. При низком напряжении электрического тока ГР-свечения не возникает, а при слишком высоком напряжении возникает угроза пробоя диэлектрика, что крайне нежелательно в экспериментальных исследованиях. Малые

частоты электрического тока также могут стать причиной пробоя диэлектрика. Оптимальная нижняя граница частоты электрического тока в кирлианографии принимается равной 500 Гц и зависит от разницы электрических потенциалов между электродом и диэлектриком. Так, для стандартного стеклянного электрода (стекло в качестве диэлектрика) возможно при низких напряжениях электрического тока получить характерное ГР-свечение при нижнем пределе частоты тока в 200 Гц. Верхняя частотная граница электрического тока лежит в пределах 15...20 кГц и зависит от материала электрода. Между нижней и верхней границей находятся два характерных интенсивных пика: при 650 Гц и 7000 Гц. В первом случае, при низкой частоте электрического тока, большую роль играет диэлектрической проницаемости. Во втором случае – при высокой частоте электрического тока, электрическая проводимость объекта не играет существенной роли, а на первый план выступает собственное электромагнитное поле объекта, которое является неоднородным, и не находится в прямой зависимости с электрической проводимостью. В качестве электрода может быть использована пластина из твердого полимерного материала (эпоксид, ПЭТФ, хостафан, лавсан), покрытая с одной стороны проводящим электрический ток тонким медным слоем. Функции диэлектрика выполняет полимерный материал. Чтобы не возникало пробоя на краях диэлектрика, слой меди на 10 мм от края электрода удаляется. Обработанный таким образом электрод пригоден для работы с высокими напряжениями электрического тока.

Процесс фотографирования объектов в кирлианографии проводится в тёмной комнате или при красном светофильтре. На диэлектрическую пластину, служащую электродом, создающим поле высокого напряжения, помещается лист чувствительной к излучениям фотобумаги или фотоплёнки. Исследуемый объект (капли воды различного происхождения) помещается на верх фотопленки. Между исследуемым объектом и диэлектрической пластиной подаются импульсы электрического напряжения от генератора электромагнитного поля. При высокой напряжённости поля в газовой среде пространства контакта объекта и пластины развивается газовый разряд (лавинный или скользящий) в виде характерного свечения вокруг объекта – коронного разряда в диапазоне 380...490 нм и 560...780 нм, засвечивающего чёрно-белую или цветную фотобумагу или фотоплёнку. После проявки фотобумаги наиболее яркие места становятся тёмными, что характерно для процесса фотографирования объектов. Поскольку исследуемый объект касался фотобумаги (окружность в центре), эта область остаётся не засвеченной.

В Болгарском Научно-исследовательском центре медицинской биофизики (НИЦМБ) для визуализации газоразрядного свечения разработан и используется на практике метод Цветного коронного спектрального (Кирлиан) анализа на электроде из полимерного материала хостафана, характеризующегося большой электрической прочностью (160...200 кВ/мм). Фотографирование Кирлианового спектра в данной методике является одним из физических методов, при которых качество изображения при использовании фотопленки выше, чем при использовании фотокамеры «Полароид» или цифровых методов ЭВМ. Электрическое напряжение, подаваемое на электрод прибора, составляет 15 кВ при частоте электрического тока 15 кГц. Это упрощает получение и параметрический анализ кирлианограмм. Данный метод в комбинации с ИК-спектрометрией был применен в моделировании и изучении неравновесных условий с газовым электрическим разрядом, имитирующих первичную атмосферу.

3.2. Эксперименты по моделированию первичной атмосферы

Первые эксперименты по моделировании неравновесных условий с газовым электрическим разрядом, имитирующих первичную атмосферу, и электросинтеза органических веществ за счет энергии электрического поля в условиях первичной бескислородной атмосферы, были проведены в 1959 г. С. Миллером (США) [8, 13]. Смесь воды и газов – водорода (H_2), метана (CH_4), аммиака (NH_3) и монооксида углерода (СО), находящаяся в замкнутом сообщающемся сосуде, подвергалась воздействию искровых электрических разрядов при температуре кипения воды; свободный кислород в прибор не допускался (рис. 3). В ходе реакции из исходных неорганических веществ синтезировались органические соединения – альдегиды и аминокислоты. Опыты обнаружили, что 10...15 % углерода в составе исходных веществ перешло в органическую форму. При этом около 2 % углерода детектировалось в виде аминокислот, самым распространённым из которых оказался глицин. Первичный анализ показал наличие в реакционной смеси, полученной после обработки электрическим коронным разрядом 5 аминокислот. Более полный анализ, проведенный в 2008 г. [14], показал формирование за счет электросинтеза в реакционной смеси 22 аминокислот, содержащих от 5 до 20 атомов в молекуле (рис. 4). Наряду с аминокислотами в реакционной смеси также были обнаружены сахара, липиды и предшественники нуклеиновых кислот – нуклеозиды.

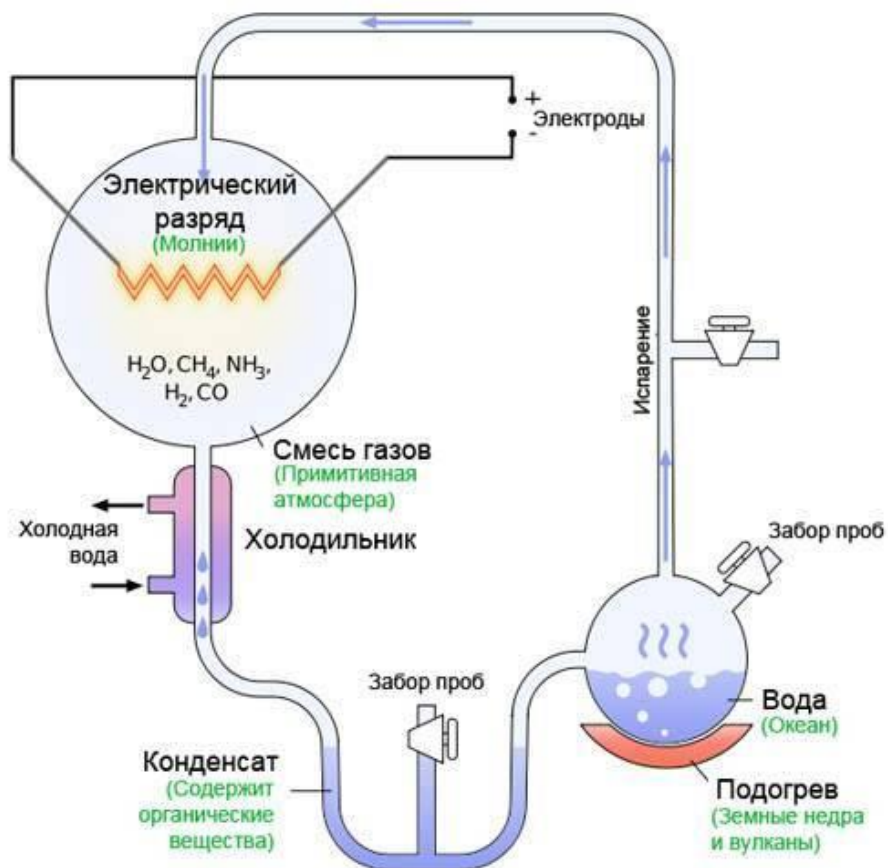


Рис. 3. Схема прибора по моделированию неравновесных условий с газовым электрическим разрядом (эксперимент С. Миллера)

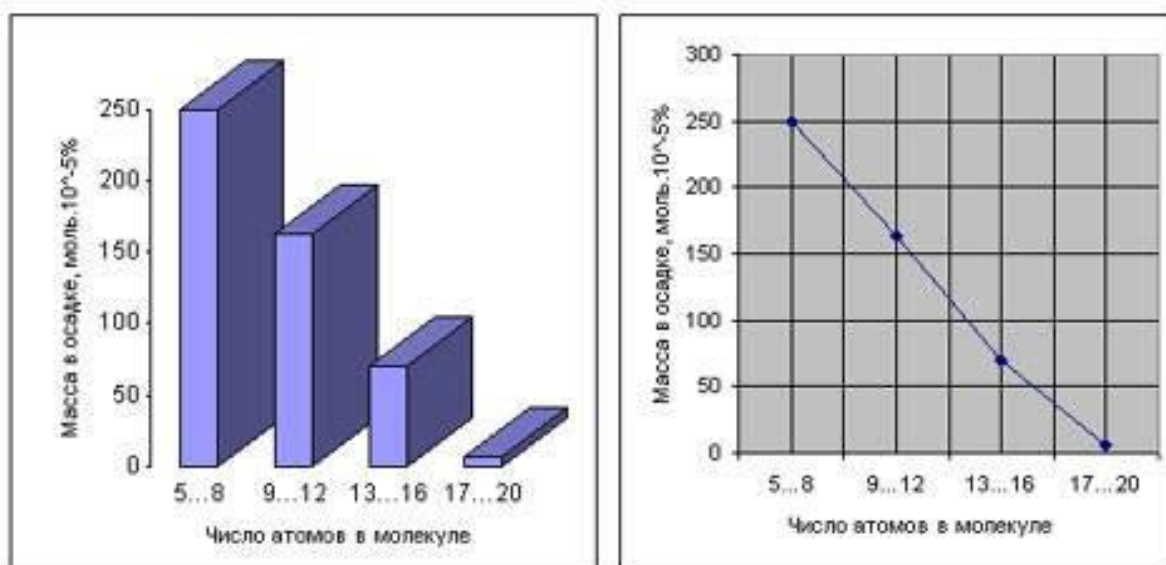


Рис. 4. Распределение соединений, полученных в экспериментах С. Миллера, по массе и числу атомов углерода в молекуле (диаграммы построены по данным С. Миллера [9, 10])

Эксперименты С. Миллера вызвали большой научно-практический интерес во всем мире и воспроизводились в разных вариациях с комбинированием электрических разрядов, УФ-излучения и тепла. В 1960 г. А. Уилсон [15] при обработке искровым электрическим разрядом паров воды (H_2O), аммиака (NH_3), сероводорода (H_2S), серы и золы дрожжей, получил более крупные молекулы органических полимеров, содержащих 20 и более атомов углерода. Эти полимеры в водной среде формировали тонкие пленки, с площадью поверхности около 1 см^2 , представляющие собой поверхностно-активные вещества, сконцентрированные на поверхности раздела вода–воздух (рис. 5). Предполагается, что эти пленки молекул полимеров, синтезированных на границе между разными фазами, играли важную роль на ранних стадиях эволюции первых организованных мембраноподобных микроструктур – т. н. коарцерватов. Катализатором их образования могла служить сера и ее производные, встречающиеся в геологических породах в форме зерен сульфидов в пиритовых песках.

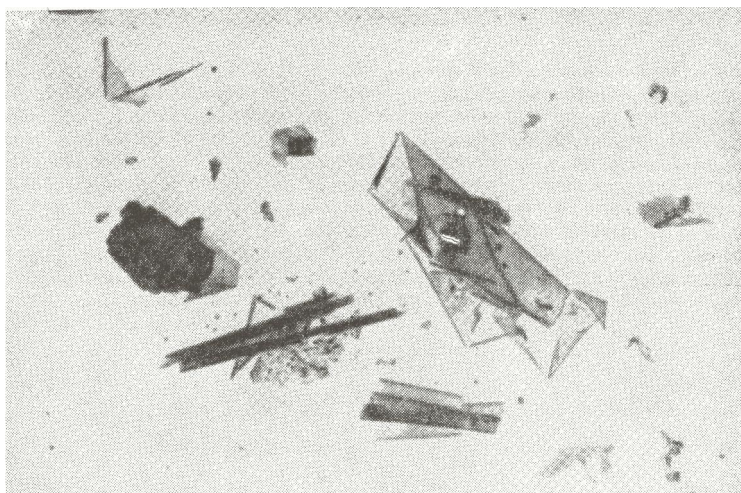


Рис. 5. Тонкие пленки органических полимеров, образующихся при искровых электрических разрядах в смеси паров H_2O , NH_3 , H_2S и золы дрожжей [16]

В экспериментах С. Миллера также как в реализации эффекта Кирлиан также создаются неравновесные экстремальные условия с газовым электрическим разрядом, в результате в приграничном тонком слое воздуха толщиной 100 мкм происходит образование реакционноспособных радикалов, взаимодействующих друг с другом с формированием новых соединений (электросинтез). Такие экстремальные условия имели место в бескислородной атмосфере первичной Земли, состоящей из смеси воды и

газов – H_2 , CH_4 , NH_3 и CO , подвергающейся воздействию электрических разрядов (молний) в условиях повышенной геотермальной и вулканической активности.

Как показали наши эксперименты, первые живые структуры возникли в теплой и горячей минеральной воде с большим содержанием бикарбонат-ионов (HCO_3^-), ионов щелочных металлов (Na, Ca, Mg и др.) и дейтерия в форме HDO [7]. Подобный состав воды моделировался на электроде Кирлиан–прибора, где в граничном с водой слое воздуха формировался скользящий по поверхности диэлектрика коронный электрический разряд, аналогичный плазменным явлениям (молнии) и электростатическому разряду на поверхности органических, а также неорганических образцах различного характера. Коронный разряд возникает в неоднородном электрическом поле вблизи электродов с малым радиусом кривизны. При уменьшении степени неоднородности поля (радиус кривизны электрода 1–3 мм), а также с повышением напряжения электрического поля коронный разряд приобретает не однородную, а стримерную (иногда факельную или кустовую) форму. В этом случае активные электрические процессы выносятся на расстояния 10–20 см от поверхности электрода.

Исследуемая вода перед помещением на электрод, была нагрета до температуры кипения, а затем резко охлаждена. В результате эксперимента в образце воды, помещенной на электрод, формируется подобие организованной структуры размерами 12...14 мм (рис. 6). В контрольной пробе с деионизированной водой на электроде видимых изменений не происходило. С увеличением продолжительности обработки воды высокочастотным электрическим разрядом, наблюдаемая структура несколько увеличивается в размерах. Этот эксперимент показывает, что структурная организация воды при определенных внешних условиях (высокочастотный электрический газовый разряд, нагрев) действительно имеет место.

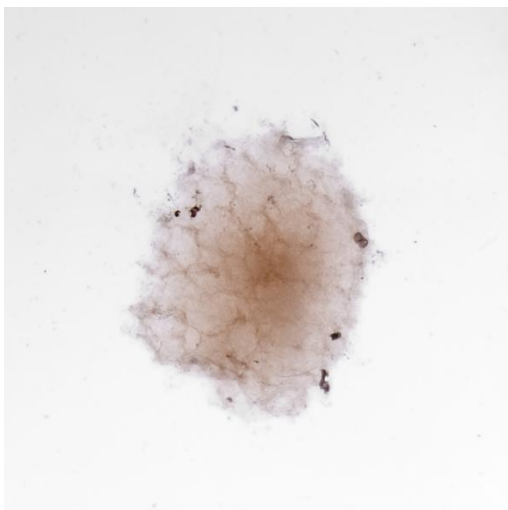


Рис. 6. Организованная структура в воде (размеры 12...14 мм), подвергнутой нагреванию до температуры 100 °С в электрическом поле высокой напряженности и частоты

3.3. Детектирование газоразрядного свечения вокруг капли воды

Воздействие на воду высокочастотного электрического разряда возможно детектировать методом кирлианографии в виде характерного газоразрядного свечения вокруг капли воды. С физической точки зрения этот процесс характеризуется как процесс неравновесного переноса электрического разряда в примыкающем к объекту исследования ионизированном электрическом поле воздухе. Авторы считают, что возникновение ГР-свечения вокруг капли воды может быть объяснено с учетом энергии электрического поля и изменения за счет воздействия электрического поля структуры воды, которая в свою очередь может быть обусловлена межмолекулярными перестройками водородных связей внутри ассоциативных элементов воды. Этот факт может свидетельствовать о том, что вода обладает «информационными» свойствами.

Авторам кажется маловероятным, что жизнь возникла в «хаотической неинформационной» воде. Живые организмы и вода являются сложными, самоорганизующимися системами с характерной структурой. В соответствии с современными данными, вода рассматривается как ассоциированная жидкость, состоящая из отдельных ассоциированных элементов – циклических кластеров общей формулы $(\text{H}_2\text{O})_n$, где $n = 3...21$, в которых молекулы связаны Ван-дер-ваальсовыми, диполь–дипольными и другими силами и взаимодействиями с переносом заряда, включая водородную Н...О-связь [17]. Отличительной особенностью водородной связи

является сравнительно низкая прочность; она в 5...10 раз слабее химической ковалентной связи [16]. По энергии водородная связь занимает промежуточное положение между химической связью и Ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями, удерживающими молекулы в твердой или жидкой фазе. Энергия водородной связи составляет 5...10 ккал/моль, в то время как энергия ковалентной O–H-связи в воде – 109 ккал/моль. В то же время энергия ковалентной O–H-связи в 200 раз больше тепловой энергии. Поэтому, водородные связи в жидком состоянии относительно слабы и неустойчивы: они могут легко возникать и разрушаться в результате тепловых флуктуаций. Изменение положения одного структурного элемента (молекулы воды) под действием любого внешнего фактора или изменения ориентации окружающих соседних молекул воды обеспечивает высокую чувствительность структурных элементов воды к различным внешним воздействиям (электромагнитные, тепловые, звуковые поля, и др.). Молекулы воды в жидком состоянии в нормальных условиях (1 атм., 22 °С) способны совершать колебательные движения, вращения вокруг своей оси, а также хаотические и направленные перемещения, за счет чего отдельные молекулы могут перемещаться из одного места в другое в объеме воды за счет кооперативных взаимодействий. В результате в водных растворах возможен аутопротолиз, т. е. отрыв протона H^+ от одной молекулы воды с последующим перемещением и присоединением H^+ к соседней молекуле H_2O , приводящие к делокализации протона в пределах кластера с образованием ионов гидроксония состава: H_3O^+ , $H_5O_2^+$, $H_7O_3^+$, $H_9O_4^+$ и др. Это свойство объясняет чрезвычайно лабильный, подвижный характер взаимодействия ассоциатов друг с другом. В математической модели воды предполагается, что вода, состоящая из множества ассоциативных элементов – нейтральных кластеров $(H_2O)_n$ и заряженных кластерных ионов $[(H_2O)]_n^+$ и $[(H_2O)]_n^-$ различных типов, способна образовать подобие квазикристаллической структуры, где n в математических расчетах может достигать десятков и даже сотен единиц. Это свойство объясняет чрезвычайно лабильный, подвижный характер взаимодействия ассоциативных элементов воды друг с другом. Природа этого феномена обусловлена дальними кулоновскими силами, определяющими особый вид зарядово-комплементарной связи, за счет которого осуществляется построение структурных элементов воды в ячейки (клатраты) размером до 0,5...1,0 мкм [17].

Молекулы воды являются полярными диполями и ориентируются упорядоченно при воздействии внешнего электрического поля. При исследовании Кирлиан спектра водных

капель было обнаружено, что электрическое свечение связано с полярностью водных молекул и их ориентацией под воздействием внешнего электрического поля.

Поляризация – явление, связанное с электромагнитными волнами, когда электромагнитное поле осциллирует (колеблется) в одной определенной плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. У воды высокая диэлектрическая проницаемость и это важно для ее свойств как растворитель. Кирлиановые фотографии капель воды различного происхождения и степени водоочистки указывают на то, что разная вода по-разному взаимодействует с электрическим полем. Кроме этого вода является источником сверхслабого и слабого переменного электромагнитного излучения. В этом случае возможна индукция соответствующего электромагнитного поля и резонансные эффекты совмещения (суперпозиции) электромагнитных полей, способных изменять структурно-функциональные характеристики биологических объектов, на 70...80 % состоящих из воды. Как показали наши исследования (рис. 7), на характер газоразрядного электрического свечения капель воды в переменном электрическом поле высокого напряжения и частоты оказывает влияние вид воды, способ и уровень водообработки и водоочистки, наличие в воде примесей и другие факторы.

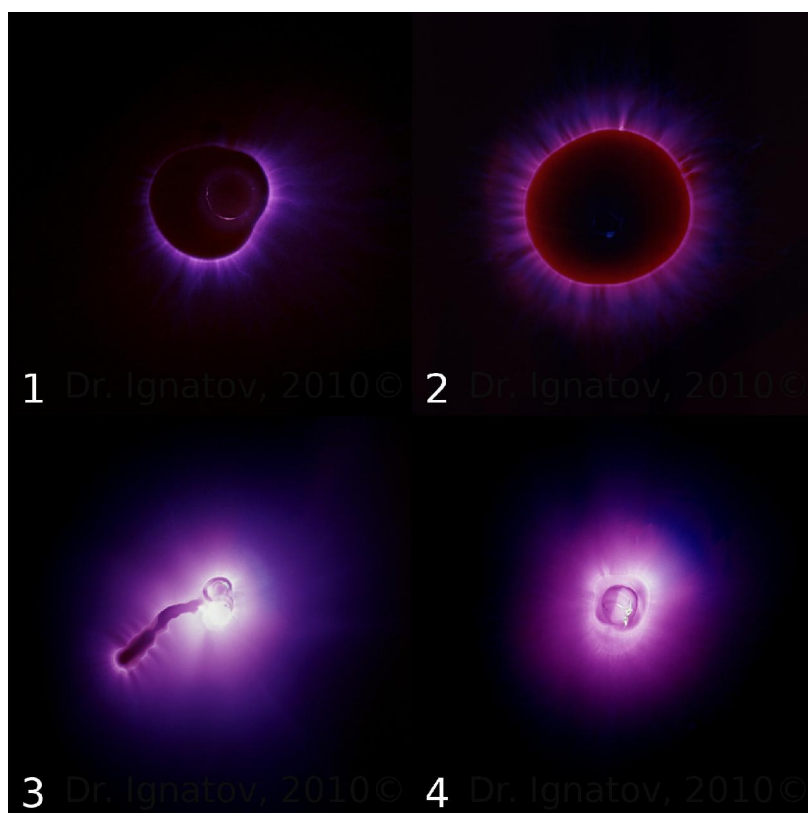


Рис. 7. Цветной коронный спектральный Кирлиан анализ капли воды различного происхождения (электрическое напряжение на электроде – 15 кВ, частота электрического тока – 15 кГц): 1 – водопроводная вода; 2 – горная вода (Тетевен, Болгария); 3 – морская вода (Хаммаммет, Тунис); 4 – карстовая и минеральная вода (Златна Панега, Болгария)

Эксперименты с неравновесным электрическим разрядом в водной среде в комбинации с методом ИК-спектроскопии дают возможность лучше прогнозировать условия, при которых зародилась жизнь. Эксперименты показали, что самыми благоприятными для зарождения жизни являются карстовые минеральные воды, взаимодействующие с CaCO_3 , а затем морские воды [18–25]. Циркулируя в полостях, микротрещинах и каналах, воды карстовых источников обогащаются $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, активно взаимодействующим с органическим веществом и могут содержать информацию о жизни в более поздние геологические периоды. Самоорганизация первичных органических соединений в водной среде поддерживалась геотермальными источниками энергии электрическими разрядами и солнечной активностью.

Нами были проведены эксперименты по исследованию минеральной, морской и горной воды из Болгарии ИК-спектроскопией методом дифференциально неравновесного энергетического спектрального анализа (ДНЭС), отражающего изменение функции распределения по энергиям $\Delta f(E)$ (таблица) относительно контроля – деионизированной воды. Также методом ДНЭС были исследованы спектры сока кактуса. Кактус был выбран в качестве модельной системы, потому что растение содержит около 90 масс.% воды. ДНЭС-спектр является мерой изменения структуры воды в результате внешних воздействий. Полученные данные продемонстрировали, что наиболее близким к ДНЭС-спектру сока кактуса являлся ДНЭС-спектр минеральной воды, контактирующей с CaCO_3 (таблица). ДНЭС-спектры сока растений, минеральной воды и воды карстовых источников, взаимодействующих с CaCO_3 , имели значения пиков при -0,1112; -0,1187; -0,1262; -0,1287 и -0,1387 эВ, соответственно. Подобные пики в ДНЭС-спектре между растительным соком, горной и морской водой детектировались при -0,1362 эВ. ДНЭС-спектр контрольного образца деионизированной воды существенно отличается от ДНЭС-спектра морской минеральной и горной воды. ИК-спектры растительного сока и минеральной воды с концентрацией HCO_3^- (1320...1488 мг/л), Ca^{2+} (29...36 мг/л) и pH = 6,85...7,19, имеют локальные максимумы при длинах волн $\lambda = 8,95; 9,67; 9,81; 10,47$ и $11,12$ мкм.

Локальные максимумы в ИК-спектрах между растительным соком и морской водой детектируются при 9,10 мкм. Локальные максимумы, полученные методом ИК-спектроскопии при 9,81 мкм (1019 см^{-1}) и 8,95 мкм (1117 см^{-1}) находятся на спектральной кривой локального максимума 9,7 мкм (1031 см^{-1}). С помощью метода ДЭНС были получены следующие данные – 8,95; 9,10; 9,64; 9,83; 10,45; 11,15 мкм (длина волны, λ) или 897; 957; 1017; 1037; 1099; 1117 см^{-1} (волновое число, k) (таблица).

Характеристики спектров (ДЭНС-метод) воды различного происхождения*

-E (эВ) Сок кактуса	-E (эВ) Минеральная вода Рупите (Болгария)	-E (эВ) Морская вода	Длина волны, λ (мкм)	Волновое число, k (см^{-1})
0,1112	0,1112	–	11,15	897
0,1187	0,1187	–	10,45	957
0,1262	0,1262	–	9,83	1017
0,1287	0,1287	–	9,64	1037
0,1362	–	0,1362	9,10	1099
0,1387	0,1387	–	8,95	1117

Примечание: Функция распределения по энергиям Δf измеряется в электронвольтах (эВ^{-1}). Показано при каких значениях спектра -E (эВ) наблюдаются самые большие локальные максимумы этой функции

Характер ИК- и ДЭНС-спектров исследованных образцов воды и распределение локальных максимумов в спектрах свидетельствует о том, что щелочная горячая минеральная вода более подходит для возникновения и поддержания жизни, чем другие образцы исследуемой воды. В горячей минеральной воде локальные максимумы в ИК-спектре более выражены, чем аналогичные локальные максимумы, полученные для той же минеральной воды при более низкой температуре. Разница в локальных максимумах от +20 до +80 $^{\circ}\text{C}$ при увеличении температуры воды на каждые 10 $^{\circ}\text{C}$ в соответствии с критерием Стьюдента составляет $p < 0,05$. Эти данные свидетельствуют о том, что возникновение жизни зависит как от структуры и свойств воды, так и от внешних факторов – температуры и значения pH. Данным условиям наиболее лучше удовлетворяет взаимодействующая с CaCO_3 горячая минеральная вода. Затем по качеству следует морская и горная вода.

Методом Фурье ИК-спектроскопии был измерен другой важный параметр – величина средней энергии ($\Delta E_{H...O}$) водородных H...O-связей между молекулами H_2O в процессе формирования кластерных ассоциатов формулы $(H_2O)_n$, составляющая $0,1067 \pm 0,0011$ эВ, что совпадает с основным пиком в ДЭНС-спектре воды (рис. 8). При изменении температуры воды средняя энергия водородных H...O связей в ассоциатах молекул H_2O изменяется. Проведенный спектральный анализ (метод ДЭНС) образцов воды показал процесс ориентации (структурирования) молекул воды в результате поляризации водных кластеров, что видно из ДЭНС-спектра воды в различных экспериментальных условиях (рис. 8).

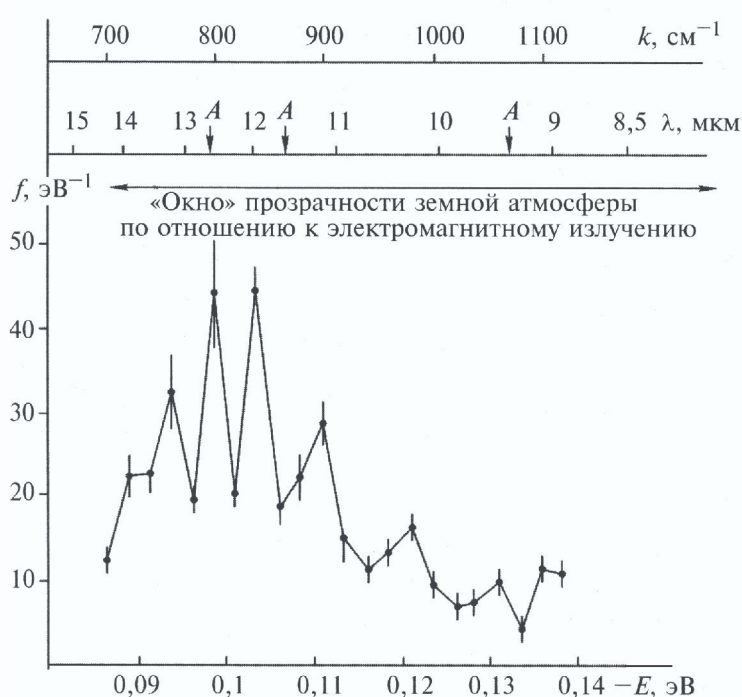


Рис. 8. Дифференциальный неравновесный энергетический спектр (ДЭНС) деионизированной воды (хим. чистота 99,99 %, pH = 6,5...7,5, общая минерализация – 400 мг/л, удельная электропроводность – 10 мкСм/см). По оси абсцисс показана энергия водородных H...O связей в ассоциатах молекул H_2O – E (эВ). По оси ординат – функция распределения по энергиям – f ($эВ^{-1}$). k – пространственная частота (волновое число) (cm^{-1}); λ – длина волны (мкр).

Согласно полученным данным, при изменении температуры воды средняя энергия водородных H...O связей в ассоциатах молекул H_2O изменяется. Эти данные свидетельствуют о том, что возникновение жизни зависит как от структуры и свойств

воды, так и от внешних факторов – температуры и значения pH. Данным условиям наиболее лучше удовлетворяет взаимодействующая с CaCO₃ минеральная вода. Затем по качеству следует горная вода. В теплых и горячих минеральных водах ИК-пики в неравновесном энергетическом ИК-спектре более выражены по сравнению с ИК-пиками, полученными в той же воде с более низкой температурой. Это показывает на большую энергию для сохранения самоорганизованных структур во времени. Спектральный диапазон находился в среднем ИК-диапазоне от 8 до 14 мкм (рис. 8). Предполагается, что существует “окно” прозрачности земной атмосферы для электромагнитного излучения в среднем ИК-диапазоне. В этом интервале энергия излучается от Солнца к Земле, и от Земли в окружающее пространство.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что вероятность происхождения жизни является наиболее большой в теплой и горячей минеральной воде с определенной структурой.

4. Выводы

Полученные данные свидетельствуют о возможной применимости эффекта Кирлиан (частота электрического поля – 10...150 кГц и электрическое напряжение – 5...30 кВ) в моделировании неравновесных условий с газовым электрическим разрядом, имитирующих первичную гидросферу. В результате этого процесса в приграничном тонком слое воздуха толщиной 100 мкм происходит образование реакционноспособных радикалов, взаимодействующих друг с другом с формированием новых соединений. Такие экстремальные условия имели место в бескислородной гидросфере первичной Земли, состоящей из смеси воды и газов – H₂, CH₄, NH₃ и CO, подвергающейся воздействию электрических разрядов (молний). В ходе экспериментов показано, что наиболее благоприятными для зарождения жизни являются горячие минеральные воды, взаимодействующие с CaCO₃.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирлиан С.Д. Метод фотографирования объектов в высокочастотном электрическом разряде. авт. свид. СССР. 1949. № 106401.
2. Antonov A., Yuskelieva L. Research of Water Drops with High-frequency Electric Discharge (Kirlian) Effect // Bulgarian Academy of Science. 1968. Vol. 21. №5. P. 34–36.

3. Antonov A., Yuskesselieva L. Selective High Frequency Discharge (Kirlian effect) // *Acta Hydrophysica*. 1985. P. 29–30.
4. Gudakova G.Z. Study of Parameters of Gas Discharge Glow Microbiological Cultures // *Journal for Applied Spectroscopy*, 1988. Vol. 49. № 3. P. 56–59.
5. Lapitskiy V.N., L.A. Pesotskaya V.N. Estimation of Influence of Schungite Room on the State of Human Health by the Method of Kirlian // *Scientific Paper*. 2012. №11. P. 1–7.
6. Skarja M., Berden M., Jerman I. The Influence of Ionic Composition of Water on the Corona Discharge around Water Drops // *Journal of Applied Physics*. 1988. Vol. 84. № 5. P. 2436–2442.
7. Игнатов И., Мосин О.В. Изотопный состав воды и ее температура в процессе происхождения жизни и живой материи // *Науковедение*. 2013. № 1. С. 1–16.
8. Lazcano A., Bada J.L. The 1953 Stanley L. Miller Experiment: Fifty Years of Prebiotic Organic Chemistry // *Origins of Life and Evolution of Biospheres*. 2004. Vol. 33 (3). P. 235–242.
9. Игнатов И., Мосин О.В. Эффект Кирлиан в изучении свойств биологических объектов и воды // *Биомедицинская радиоэлектроника, Биомедицинские технологии и радиоэлектроника*. 2012. № 12. С. 13–21.
10. Ignatov I., Tsvetkova V. “Informationability” of Water, Kirlian (Electric Images) of Different Types of Water. Hanover: Euromedica, 2011. P. 62–65.
11. Marinov M., Ignatov I. Color Kirlian Spectral Analysis. Color Observation with Visual Analyzer. Hanover: Euromedica. 2008. P. 57–59.
12. Pehek J.O., Kyler H.J., Faust D.L. Image Modulatic Corona Discharge Photography // *Science*. 1976. Vol. 194 (4262). P. 263–270.
13. Miller S.L. A production of amino acids under possible primitive earth conditions // *Science*. 1953. Vol. 117 (3046). P. 528–5299.
14. Johnson A.P., Cleaves H. J., Dworkin J.P., Glavin D.P., Lazcano A., Bada J.L. The Miller volcanic spark discharge experiment // *Science*. 2008. Vol. 322 (5900). P. 404–412.
15. Wilson A.T. Synthesis of macromolecules // *Nature*. 1960. Vol. 188. P. 1007–1009.
16. Мосин О.В., Игнатов И. Структура воды // *Химия*. 2011. № 11. С. 24–27.
17. Игнатов И., Мосин О.В. Изотопный состав воды и ее температура в процессе происхождения жизни и живой материи // *Научное обозрение*. 2013. № 1. С. 17–27.
18. Ignatov I. Which Water is Optimal for the Origin (Generation) of Life? Hanover: Euromedica, 2010. P. 34–37.

19. Ignatov I. Origin of Life and Living Matter in Hot Mineral Water. Conference on the Physics, Chemistry and Biology of water. New York: Vermont Photonics. USA, 2012. 115 p.
20. Ignatov I., Mosin O.V. Origin of Life and Living Matter in Hot Mineral Water // *Naukovedenie*. 2013. № 2. P. 1–19.
21. Ignatov I., Mosin O.V. Structure of Water for Origin of Life and Living Matter // *Naukovedenie*. 2013. № 2. P. 1–16.
22. Мосин О.В., Игнатов И.И. Изотопный состав воды и происхождение жизни // *Биология в школе*. 2013. № 3. С. 1–16.
23. Мосин О.В., Игнатов И. Изотопные эффекты дейтерия в клетках бактерий и микроводорослей при росте на тяжелой воде (D₂O) // *Вода: химия и экология*. 2012. № 3. С. 83–94.
24. Мосин О.В., Игнатов И. Изучение изотопных эффектов тяжелой воды (D₂O) в биологических системах на примере клеток прокариот и эукариот // *Биомедицина*. 2012. Т. 1. № 1-3. С. 31–50.
25. Мосин О.В., Швец В.И., Складнев Д.А., Игнатов И. Микробный синтез дейтерий-меченного L-фенилаланина факультативной метилотрофной бактерией *Brevibacterium methylicum* на средах с различными концентрациями тяжелой воды // *Биофармацевтический журнал*. 2012. Т.4. №1. С. 11–22.