ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ ՆԱԻՐԱ ՍԵՐՅՈԺԱՅԻ

ՋՈՒՐԸ ՈՐՊԵՍ ԹԻՐԱԽ ՈՉ ԻՈՆԱՑՆՈՂ ԲՆՈՒՅԹԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ

Գ.00.02 – Կենսաֆիզիկա մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БАГДАСАРЯН НАИРА СЕРЕЖАЕВНА

ВОДА КАК МИШЕНЬ В ПРОЦЕССЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НЕИОНИЗИРУЮЩЕЙ ПРИРОДЫ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.02-Биофизика

ЕРЕВАН 2013

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԿԳՆ Բժշկակենսաբանական միջազգային հետբուհական ուսումնական կենտրոնում

Գիտական ղեկավար՝	կենս. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ս.Ն. Հայրապետյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝	կենս. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Պ.Հ.Վարդևանյան ֆիզ.-մաթ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ Վ.Պ. Քալանթարյան
Առաջատար կազմակերպություն՝	Հայաստանի պետական ագրարային համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը տեղի կունենա 2013թ. հունիսի 14-ին, ժամը $14^{\underline{00}}$-ին, Երևանի պետական համալսարանում գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի Կենսաֆիզիկայի 051 մասնագիտական խորհրդի նիստում (0025, Երևան, Ալեք Մանուկյան փ. 1, ԵՊՀ, կենսաբանության ֆակուլտետ):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Երևանի պետական համալսարանի գրադարանում:
Ատենախոսության սեղմագիրն առաքված է 2013թ. մայիսի 13-ին:

051 մասնագիտական խորհրդի գիտական
քարտուղար, կենս. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Լ.Հ. Նավասարդյան

Тема диссертации утверждена в Международном поствузовском учебном центре при МОН РА

Научный руководитель:	доктор биол. наук, профессор С.Н. Айрапетян
Официальные оппоненты:	доктор биол. наук, профессор П.О. Вардеванян кандидат физ.-мат. наук, доцент В.П. Калантарян
Ведущая организация:	Армянский государственный аграрный университет

Защита диссертации состоится 14-ого июня 2013г. в $14^{\underline{00}}$ часов, на заседании Специализированного совета Биофизики 051 ВАК РА при Ереванском государственном университете (0025, Ереван, ул. Алека Манукяна 1, ЕГУ, биологический факультет).
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ереванского государственного университета.
Автореферат диссертации разослан 13-ого мая 2013г.

Ученый секретарь Специализированного совета 051,
доктор биол. наук, профессор Л.А. Навасардян

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы: За последние десятилетия научный интерес к выявлению молекулярных механизмов биологического воздействия сверхслабых физических факторов во многом обусловлено тем, что эти факторы являются причиной различных патологических и/или благотворных изменений в организме. С экологической точки зрения наиболее опасной является с каждым днем растущая тенденция увеличения числа источников излучения электромагнитных и механических волн, которые наряду с непосредственным воздействием на живые системы, вызывают также модуляцию биологического воздействия других факторов (Ayrapetyan & Markov 2006, WHO Environmental Health Criteria No 238-2007).

В связи с этим, изучение механизмов биологического воздействия как неионизирующих электромагнитных полей (ЭМП), так и механических колебаний (МК) инфразвукового диапазона на живые системы, является весьма актуальной научной проблемой, во-первых, с точки зрения практического здравоохранения, во-вторых, для оценки степени экологической безопасности, особенно в условиях естественных и искусственных изменений основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона.

В исследованиях разных авторов (Stepanyan et al. 1999, Adrian 1956, Ayrapetyan 2006) показано, что влияние низкоэнергетических электромагнитных полей (**ЭМП**) и механических колебаний (**МК**) на физико-химические свойства воды и водных растворов проявляет частотную зависимость, которая более выражена при обработке частотой 4Гц. Одновременно показано, что в результате обработки водного раствора (на примере физиологического раствора - **ФР**) ЭМП и МК частотой 4Гц, наблюдается влияние на процесс прорастания семян (Amyan and Ayrapetyan 2004), рост и развитие микроорганизмов (Ayrapetyan et al. 2001), сократимость сердечных мышц (Ayrapetyan et al. 1999, Ayrapetyan et al. 2007). Вместе с тем, в настоящее время считается невыявленным возможный механизм, ответственный за биологический эффект в живых организмах, при использовании **ФР** - предварительно обработанного ЭМП и МК частотой 4Гц. Существующие до настоящего времени теоретические представление оказались неспособными объяснять экспериментальные результаты по исследованию особенностей биологического воздействия указанных физических факторов.

Делались попытки объяснения полученных данных с помощью изменения кластерного строения водной среды, предполагая, что изменение соотношения числа молекул в кластерах и свободных молекул воды может изменить степень диссоциации молекул воды.

Известно, что взаимодействие продуктов диссоциации воды с молекулами кислорода приводит к образованию активных форм кислорода (АФК), (Chaplin 2013, Domrachev et al. 1992, Gudkova et al. 2005, Klassen 1982), таких, как синглетный кислород ($^1O_2$), супероксид радикал (O_2^-), пероксид анион (O_2^{2-}), гидроксил радикал ($OH^{\cdot}$) и пероксид водорода - **ПВ** (H_2O_2), имеющие очень короткую продолжительность жизни. Известно, что наиболее устойчивым из АФК является **ПВ,** который производит модулирующее воздействие на процессы обмена веществ на клеточном уровне. На этом основании выдвигалась гипотеза, согласно которой отклонения в кластерном строении воды - соответствующего определенному физическому состоянию, обусловливают изменение содержания АФК в результате воздействия указанных выше физических факторов, что является промежуточным и ключевым узлом в проявлении биологических эффектов. Важно заметить, что само свойство диссоциации молекул может зависеть от

различных экологических и искусственных факторов. В частности, воздействие солнечного излучения может привести к определенным изменениям, как строения воды, так и зоны растяжения O-H связи (Yokono et al., 2009). Представляется очевидным, что изменение экологических факторов в окружающей среде может повлиять также и на проявление эффектов, вызываемых ЭМП и МК, что может иметь свое адекватное проявление на живых системах.

В настоящее время накоплен достаточный научно-исследовательский экспериментальный материал (см., например, Ayrapetyan et al.1994a,b), который подтверждает, что выдвинутая Класеном (Класен 1982) гипотеза, согласно которой главной мишенью биологического воздействия сверхслабых физических факторов может являться окружающая живую клетку водная среда, “имеет право” на существование. Такая точка зрения, в качестве рабочей гипотезы заложена в основу данной диссертационной работы.

Цель работы и задачи исследования: Целью диссертационной работы является исследование влияния МК, ЭМП сверхнизких частот (**СНЧ**) и миллиметровых волн (**ММВ**) - модулированные СНЧ, на физико-химические свойства **ФР**, ответственные за проявление биологического воздействия этих факторов на живые системы разных уровней организации - виноградная улитка (*Helix pomatia*) и кишечная палочка *Escherichia coli K-12*, а также найти зависимость возможных изменений воздействия рассматриваемых физических факторов от основных экологических показателей окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Установить наличие возможных “окон” физических факторов СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ в диапазоне частот 1-10Гц, кроме 4Гц;
- Выявлять биологическое воздействие **ФР** – обработанного МК 8Гц и ЭМП 8Гц, на живые системы разного уровня организации – сердечная мышца виноградной улитки (*Helix pomatia*), и кишечная палочка *Escherichia coli K-12;*
- Исследовать изменение количеств **ПВ** и кислорода в **ФР** в результате воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ, при значении частоты 8Гц;
- Определить зависимость изменений количеств **ПВ** и кислорода в **ФР** в результате воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ, в условиях разных комбинаций характеристик основных экологических показателей окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона;
- Изучить возможные изменения результатов воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ на исследуемый объект, в зависимости от разных комбинаций характеристик основных экологических показателей окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона;

Научная новизна:

- Выяснены особенности биологического воздействия СНЧ ЭМП и МК на живые системы разных уровней организации – сердечная мышца виноградной улитки (*Helix pomatia*), и кишечная палочка *Escherichia coli K-12*;
- Впервые исследованы качественные и количественные особенности биологического воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные

СНЧ в диапазоне частот 1-10Гц на живые системы и установлено наличие двух “окон” при частотах 4Гц и 8Гц;

- Результаты сравнительного анализа данных для сердечной мышцы виноградной улитки (*Helix pomatia*), показали качественное совпадение биологического воздействия ФР, обработанного МК 4Гц и 8Гц. Вместе с тем, отмечено более выраженное количественное проявление имеющего место биологического воздействия при обработке ФР МК 8Гц по сравнению со случаем 4Гц;
- Исследования проводились для разных комбинаций изменения основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона;
- Анализ полученных данных позволяет также выделить ряд физико-химических процессов, как результат проявления биологического воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ на живые системы.

Практическая ценность работы:

1. Полученные в диссертационной работе данные открывают новые возможности для дальнейших исследований в области понимания причин имеющих место патологических изменений в живых системах и выявления молекулярных механизмов биологического воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ, в различных экологических ситуациях;
2. Полученные данные могут быть использованы в научных лабораториях по исследованию воздействия СНЧ ЭМП, МК и ММВ - модулированные СНЧ на живые системы, с целью оценки степени экологической безопасности, особенно в условиях естественных и искусственных изменений основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона;
3. Результаты работы могут быть применены также в задачах разработки прикладных схем по установлению дозы риска для использования сверхслабых физических факторов, с точки зрения модуляции биологического воздействия (в частности синергетических проявлений), с целью определения границы применимости и предотвращения возможных причин имеющих место патологических изменений в живых системах.

Основные положения выносимые на защиту:

- Основной мышенью биологического воздействия физических факторов неионизирующей природы (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ), повидимому, является изменение количества **ПВ** в **ФР**;
- В диапазоне частот 1-10Гц, физические факторы неионизирующей природы (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ) вызывают наиболее эффективное изменение количеств **ПВ** и кислорода в **ФР** при частоте 8Гц;
- Анализ данных для сердечной мышцы виноградной улитки (Helix pomatia), показал качественное совпадение биологического воздействия **ФР**, обработанного МК 4Гц и 8Гц. Вместе с тем, отмечено более выраженное количественное проявление имеющего место биологического воздействия при обработке ФР МК 8Гц по сравнению со случаем 4Гц;
- ЭМП частотой 8Гц оставляет и прямое и опосредованное воздействие на кишечную палочку *Escherichia coli K-12* (при использовании обработанной питательной среды), причем при качественном совпадении результатов прямого

и опосредованного воздействия, количественные данные прямого воздействия достоверно меньше результатов опосредованного воздействия;

- Изменение количеств **ПВ** и кислорода в **ФР** под воздействием физических факторов неионизирующей природы (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ) строго зависит от изменения основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона, что будет адекватно проявляться в результатах биологического воздействия указанных выше физических факторов.

Апробация работы: Основные результаты диссертационной работы обсуждены на периодических семинарах по месту ее выполнения – в международном послевузовском медико-биологическом учебном центре МОиН Республики Армения. Результаты работы в виде стендовых или устных докладов были представлены также на следующих международных конференциях: “Sixth annual conference on the physics, chemistry and biology of water” (Вермонт, США, 20-23 октября, 2011г.); "The impact of EMF and infra-sounds at higher background ionizing radiation", (Цахкадзор, Армения, 12-15 октября 2011г., 2 устных доклада); “2nd International Biophysics Congress and Biotechnology at GAP” (Диярбакыр, Турция, 5-9 октября 2009г.), “2nd World Conference of Magic Bullets - Ehrlich II” (Нюрнберг, Германия, 3-5 октября, 2008г.), “Electromagnetic field: mechanisms of action and health effects (Ереван, Армения, 24-26 октября 2008г.). UNESCO/WHO/IUPAB Seminar “Molecular and Cellular Mechanisms of Biological Effects of EMF” and NATO Advanced Research Workshop on “The Mechanisms of the Biological Effect of Extra High Power Pulses” (Армения, Ереван, 1-5 марта 2005г.), “The Bioelectromagnetics Society (BEMS) 26th Annual Meeting” (Вашингтон, США, 20-24 июня 2003г.), “WHO Meeting on EMF Biological Effects and Standards Harmonization in Asia and Oceania” (Корея, Сеул, 22-24 октября 2001г.).

Публикации: Основные результаты диссертации опубликованы в 13 научных публикациях, в том числе 9 статей в зарубежных и местных рецензируемых научных журналах.

Структура и обьем работы: Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов и списка цитируемой литературы. Работа изложена на 111 страницах, включает 27 рисунков и 2 таблицы. Список литературы содержит 159 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении кратко описывается структура диссертационной работы, обосновывается актуальность выбранной темы исследований. Приведены цель работы и задачи исследования. Сформулированы: научная новизна, практическая ценность и основные положения выносимые на защиту.

В первой главе изложен детальный обзор научной литературы, посвященной воздействию различных физических факторов (в том числе МК СНЧ и ЭМП СНЧ, а также ММВ – модулированные СНЧ), на живые системы разного уровня организации.

Проведен анализ существующих научных данных по влиянию основных экологических показателей окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона на живые системы. Рассмотрены работы по исследованию физико-химических свойств воды и приведены основные фундаментальные представления о ее кластерном строении. Обсуждены научные работы разных авторов по исследованию свойств **ФР** в различных изменениях внешних условий, в частности изменение количественных показателей **ПВ** и растворимости кислорода. Представлены также данные о современных подходах по исследованию механизмов действия сердечной мышцы в различных изменениях показателей внешней среды.

Вторая глава посвящена материалам и методам исследования.

В работе были использованы: **ФР**, изолированное сердце виноградной улитки *Helix pomatia, K-12* штамм кишечной палочки *Escherichia coli.*

Количество пероксида водорода опредилялось методом хемилюминесцентного анализа, с применением Wallac-1450 люминесцентного и жидкосцинтилляционного счетчика (Wallac Oy, Финляндия). Для расчетов применялся «счетный» раствор, состоявщий из 0.5М буфера Трис-HCl, (Sigma, США), pH=8,5; 10мкМ 4-йодофенола (Aldrich, Германия), 10мкМ люминола (Sigma, США), 1нМ пероксидазы хрена (Sigma, США).

Оценка количества выделенного кальция-45 ($^{45}Ca^{2+)}$ из клеток изолированной сердечной мышцы виноградной улитки *Helix pomatia* определялась радиоизотопным методом с применением радиоактивного $^{45}Ca^{2+}$ (специфичная активность 0.185 Бк/мг $^{45}Ca^{2+}$ или 5 мКи/мг, производитель - Amersham International plc, Англия).

Внутриклеточные уровни циклических нуклеотидов – циклический аденозинмонофосфат (цАМФ) и циклический гуанозинмонофосфат (цГМФ), определялись радиоиммунологическим методом с применением наборов - соответствующих cyclic AMP (3H) assay system и cyclic GMP (3H) assay system (Amersham International plc, Англия).

Для радиоизотопных расчетев применялся раствор Брея с составом из расчета на 1Л: 200мл этанол, 4г ППО (2,5-дифенилоксазол, Yick-Vik chemicals & pharmaceuticals, Китай), 0.2 г ПОПОП (1,4-ди-(5-фенил-2-оксазол бензол) сцинт. Yick-Vik chemicals & pharmaceuticals, Китай), 60 г навталин (Химмед, РФ) и с добавлением 1,4-диоксан (Yick-Vik chemicals & pharmaceuticals, Китай) объем доводился до 1-ого литра.

Для оценки пролиферации клеток кишечной палочки *Esherichia coli K-12* применялся [3H]-тимидин (1.3 мкКи/мл) (6-[3H]-тимидин, PerkinElmer, США, специфическая активность 14.4 Ки/ммоль). В качестве растительной среды применялась обогащенная питательная среда (ОПС), которая содержала 15г/л пептон, 6,0г/л хлорид натрия, 3,0г/л дрожжевой экстракт, pH=7.5 при температуре 37°C, а также применялся обогащенный агар, который состоял из ОПС+1,5% агар (Difco), pH=7.1 при температуре 37°C.

Для низкочастотной ЭМП и МК обработки экземпляров применялся прибор собранный специалистами НИИ Радиофизики и Электроники при НАН РА. Индукция ЭМП составляла 0,4мТ.

В качестве источника ММВ применялся прибор «Artsakh-03» (производство Англия), в режиме шумовой радиации в диапазоне 90-160ГГц, мощность составляла 3.8 мВт/см^2.

Опыты проводились в трех экспериментальных условиях:

а/ в лабораторной комнате – при освещении (Ev=500-550 люкс) и при естественном радационном фоне (R = 17-18 μРентген/ч). Это условие сокращенно названо - ***ЕРФ на свету*;**

б/ в деревянном ящике – в темноте (Ev = 0 люкс) и при естественном радиационном фоне (R = 17-18 μРентген/ч). Это условие сокращенно названо – ***ЕРФ в темноте***;

в/ в свинцовом ящике (ВВСНХ ДС-ООО, РФ) – в темноте и при низком радиационном фоне (R = 1 μРентген/ч). Это условие сокращенно названо – ***НРФ в темноте***.

Уровень фоновой радиации определялся RM-60 Micro-Roentgen Radiation Monitor-ом (производство Aware Electronics Corp., США).

Интенсивность освещения определялась с помощью люксометра L-0A (производитель PPUH SONOPAN, Польша).

Статистический анализ производился компьютерной программой SPSS Statistics 17.0, а вероятность определялась T Test-ом и представлена в графиках и таблицах с помощю звездочек (*), * P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В третьей главе изложены результаты экспериментальных данных и их обсуждение. В работах других авторов было показано, что в результате воздействия МК и ЭМП на воду, ее кластерная структура становится устойчивее. Исследования показали, что в области низкочастотных МК и ЭМП воздействие на воду имеет более выраженный характер при частоте 4Гц (Stepanyan et al. 1999, Akopian and Ayrapetyan 2005 Ayrapetyan 2006).

Рост структурной устойчивости воды объясняется вероятным увеличением числа водородных связей между молекулами воды. Естественно полагать, что от степени структурированности воды, т.е. от устойчивости кластерного строения воды зависит также степень диссоциации молекул воды. Более устойчивая по кластерному строению вода имеет меньшую степень диссоциации.

Таким образом, проявление сверхчувствительности свойства диссоцирования молекулы воды к внешним физическим факторам, в частности, МК и/или ЭМП неионизирующего диапазона, позволяет предположить о возможной универсальной роли этого свойства в качестве мишени для проявления влияния указанных слабых факторов окружающей среды на структуру воды.

Как нами было отмечено выше, взаимодействие продуктов диссоциации воды с молекулами кислорода приводит к образованию активных форм кислорода (АФК), (Chaplin 2011, Domrachev et al. 1992, Gudkova et al. 2005, Klassen 1982), которые (например **ПВ,** Beier et al., 1960) оказывает модулирующее влияние на величину активности клеточного обмена веществ.

На основе этих фактов нами сделано существенное предположение, что **ПВ** может служить посредником, с помощью которого МК и ЭМП могут воздействовать на обменные процессы клеток разного вида.

С целью выявления новых частотных “окон” были проведены исследования влияния СНЧ ЭМП и МК, а также ММВ – модулированные СНЧ в диапазоне частот 1-10 Гц на количество **ПВ** в **ФР**. Исследования показали, что в этом интервале рассматриваемые физические факторы вызывают более значимое изменение количеств **ПВ** и **кислорода** в **ФР** при частоте 8Гц. (рис. 1-3).

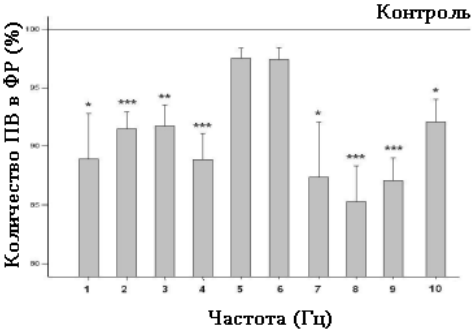

*Рис 1: Частотно-зависимый эффект изменения количества **ПВ** в **ФР** после 10 минутного воздействия МК 1-10Гц.*

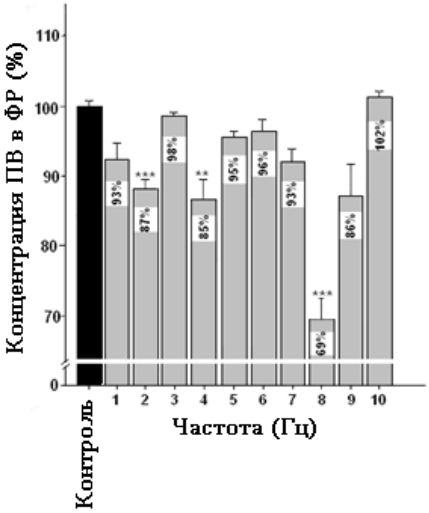

*Рис 2: Частотно-зависимый эффект влияния ЭМП 1-10Гц на количество **ПВ** в **ФР** после 10 минутного воздействия.*

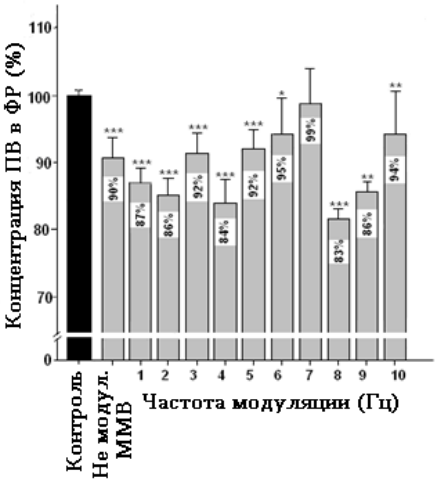

*Рис 3: Частотно-зависимый эффект влияния немодулированного и модулированног ММВ (1-10Гц) на количество **ПВ** в **ФР** после 10 минутного воздействия.*

Для подтверждения возможной посреднической роли **ФР,** обработанного МК частотой 8Гц, в процессе биологического воздействия на живые системы, были проведены опыты на изолированных мышцах виноградной улитки (*Helix pomatia*), при частотах 4Гц и 8Гц. Сравнительный анализ экспериментальных данных подтвердил более выраженное усиление выхода ^{45}Ca, а также показал внутриклеточное понижение цАМФ и повышение цГМФ при 8Гц по сравнению с 4Гц (см. таблицу 1).

Варианты	*Выход ^{45}Ca*	*ΔВыход ^{45}Ca*	*цАМФ*	*ΔцАМФ*	*цГМФ*	*ΔцГМФ*
Контроль	100%	-	100%	-	100%	-
4Гц	352.4±9%	252.4±16% ▲	17.33%	82.67±6%▼	142.05%	42.05▲
8Гц	422±16%	322±16% ▲	16%	84% ▼	153%	53%▲

*Таблица 1: Сравнительный анализ воздействий **ФР** обработанного МК 4Гц и 8Гц на выход ^{45}Ca и на внутриклеточные уровни цАМФ и цГМФ у изолированной сердечной мышцы виноградной улитки Helix pomatia.*

Проводились также опыты по проверке наличия биологического воздействия ЭМП 8Гц на пролиферацию кишечной палочки *Escherichia coli K-12* (см. рис. 4). Для этого объекта исследования были применены два пути: первый путь, когда воздействию ЭМП подвергалась непосредственно бактериальная суспензия (на рисунке отмечено ЭМП); второй путь, когда предварительному воздействию ЭМП подвергалась питательная среда (на рисунке отмечено ЭМП ПС). В обоих случаях обработка длилась 30 мин. Паралельно были проведены контрольные опыты на необработанных образцах. Полученные результаты свидетельствуют, что биологическое воздействие ЭМП 8Гц имеет как прямое, так и косвенное проявление, подтверждая, что мишенью для этого физического фактора служит диссоциация молекулы воды, чем и обусловлен ход синтеза **ПВ** в ней.

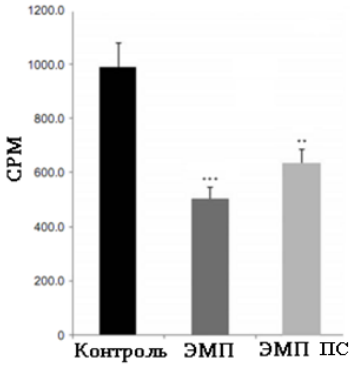

Рис 4: Воздействие ЭМП 8Гц на пролиферацию кишечной палочки Escherichia Coli K-12. Длительность экспозиции 30 мин. По оси ординат радиоактивность образцов изображен в CPM (counted per minute).

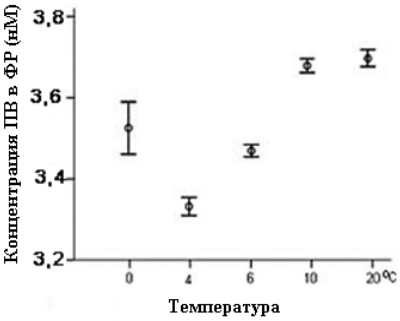

*Рис 5: Количество **ПВ** в **ФР** при разных температурных условиях (0-20°C).*

Известно, что основные экологические факторы среды: температура, освещение и естественный радиационный фон способны изменить степень диссоциации воды. Для выяснения зависимости концентрации **ПВ** в **ФР** от показателей основных экологический факторов среды, а также с целью оценки возможной зависимости влияния МК и ЭМП от условий окружающей среды, нами проведен ряд экспериментов. В частности, получено, что температурная зависимость содержания **ПВ** в **ФР** имеет разное проявление в зависимости от интервала самой температур: уменьшение в интервале 0-4°С и увеличение в интервале 4-20°С (см. рис. 5).

Как показано на рисунке 5, содержание **ПВ** в **ФР** имеет минимум при 4°С и резко возрастает с увеличением температуры до 10°С. В интервале температур 10-20°С отмечено статистически недостоверное изменение наблюдаемого параметра.

Для изучения зависимости содержания **ПВ** в **ФР** от уровня освешения и естественного радиационного фона при разных температурах (4°С и 18°С) проводились эксперименты в трех указанных выше лабораторных условиях: ***ЕРФ на свету, ЕРФ в темноте*** и ***НРФ в темноте***.

Опыты показали, что в условиях ***ЕРФ в темноте*** и ***НРФ в темноте,*** в отличие от контрольного условия ***ЕРФ на свету,*** тенденции изменения содержания **ПВ** в **ФР** в зависимости от температуры сохраняются (см. рис. 6). Из рисунка видно, что ***ЕРФ в темноте*** уменьшает, тогда, как ***НРФ в темноте*** увеличивает содержания **ПВ** в **ФР**, причем, при 4°С более значительно, чем при 18°С. На основании полученных данных можно предположить, что различные комбинации изменений некоторых параметров основных экологических факторов окружающей среды: освящения и радиационного фона, будут приводить к достоверным количественным и качественным изменениям биологического воздействия рассматриваемых физических факторов на живые системы.

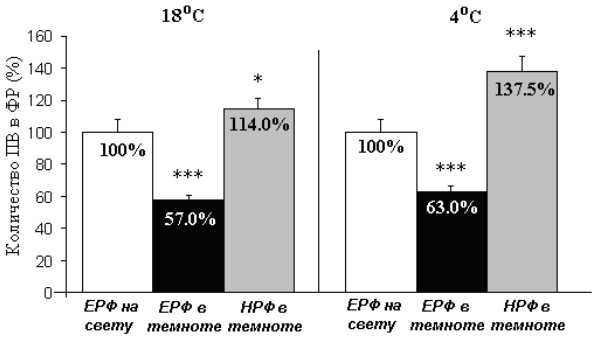

*Рис 6: Эффект 10 минутной инкубации в **ЕРФ на свету** (белые столбики), **ЕРФ в темноте** (черные столбики), **НРФ в темноте** (серые столбики) на количество **ПВ** в **ФР** при температурах 18℃ и 4℃.*

Для выяснения зависимости синтеза **ПВ** от уровня содержания кислорода в среде, исследовалось изменение количества кислорода в трех экспериментальных условиях: ***ЕРФ на свету, ЕРФ в темноте*** и ***НРФ в темноте*** (рис. 7).

Результаты показали, что единовременное изменение освещения и радиационного фона может приводить к сдвигу количества кислорода в **ФР**, который слабо зависит от изменения температуры среды.

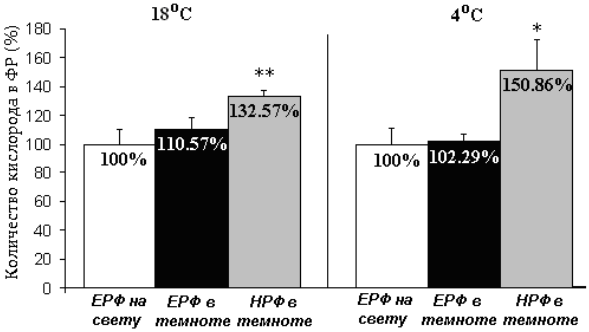

*Рис 7: Эффект 10 минутной инкубации в **ЕРФ на свету** (белые столбики), **ЕРФ в темноте** (черные столбики), **НРФ в темноте** (серые столбики) на количество кислорода в **ФР** при температурах 18℃ и 4℃.*

Таким образом, сравнительный анализ результатов по изменемию содержания **ПВ** и **кислорода** в **ФР** свидетельствует, что при условии ***НРФ в темноте*** увеличение содержания **ПВ** сопровождается одновременным увеличением количества **кислорода**, тогда как при условии ***ЕРФ в темноте*** наблюдаемое уменьшения **ПВ** не сопровождается каким либо изменением содержания **кислорода**.

В следующей серии опытов исследовалась зависимость воздействия МК 8Гц на содержание **ПВ** в **ФР** от основных экологических факторов среды (рис. 8).

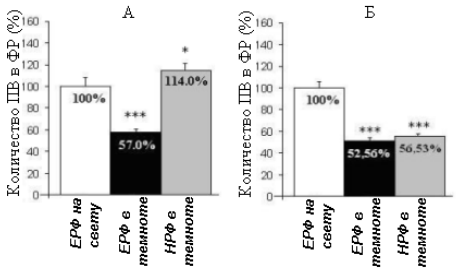

*Рис: 8 Эффект 10 минутной инкубации в **ЕРФ на свету** (белые столбики), **ЕРФ в темноте** (черные столбики), **НРФ в темноте** (серые столбики) на количество **ПВ** в **ФР** - не обработанном (А) и обработанном (Б) МК при температуре 18℃.*

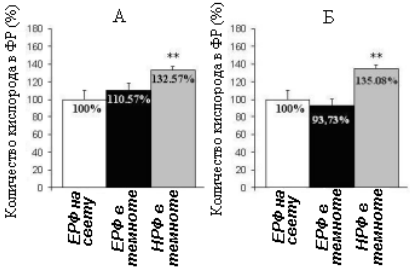

*Рис: 9 Эффект 10 минутной инкубации в **ЕРФ на свету** (белые столбики), **ЕРФ в темноте** (черные столбики), **НРФ в темноте** (серые столбики) на количество **кислорода** в **ФР** - не обработанном (А) и обработанном (Б) МК при температуре 18℃.*

Из рисунка видно, что в ***ЕРФ темноте*** наблюдается явление, качественно схожее со случаем воздействия **ФР** необработанного МК (см. черные столбики на рис. 8А и 8Б). Результаты опытов свидетельствуют, что МК 8Гц при условии ***НРФ в темноте*** вызывает качественно обратное явление изменения **ПВ** по сравнению с эффектом, наблюдаемым при условии ***НРФ в темноте*** без обработки 8Гц МК (см. серые столбики на рис. 8А и 8Б).

На рис. 9 представлены экспериментальные результаты изменения содержания **кислорода** в **ФР** при обработке МК 8Гц в зависимости от воздействия разных комбинаций основных экологических факторов. Эффект 10 минутной инкубации в ***ЕРФ на свету***, (белые столбики), ***ЕРФ в темноте*** (черные столбики), ***НРФ в темноте*** (серые столбики) на количество кислорода в **ФР** - не обработанном (рис. 9А) и обработанном (рис. 9Б) МК при температуре 18°С, показывает, что в результате применения МК 8Гц по сравнению с воздействием освещения и радиационного фона существенных качественных и количественных сдвигов не наблюдается. На основании этого, повидимому, можно утвердить, что МК 8Гц модулирует воздействие радиационного фона на содержание **ПВ** в **ФР** не за счет изменения количества растворенного кислорода, а по другому механизму, например, приводящему к подавлению синтеза **ПВ** в среде.

В следующей серии опытов исследовалась зависимость воздействия ЭМП 8Гц на содержание **ПВ** и **кислорода** в **ФР** от основных экологических факторов среды. Как показали результаты (рис. 10А), при условии ***ЕРФ на свету*** и при температуре 18°С, ЭМП 8Гц проявляет подавляющее воздействие на содержание **ПВ** среды. Эффект подавления исчезает при условии ***ЕРФ в темноте*** и снова проявляется при ***НРФ в темноте.*** В экспериментах при температуре 4°С получено, что зависимость воздействие освещения и радиационного фона от влияния ЭМП 8Гц может измениться при охлаждении системы (рис. 10Б).

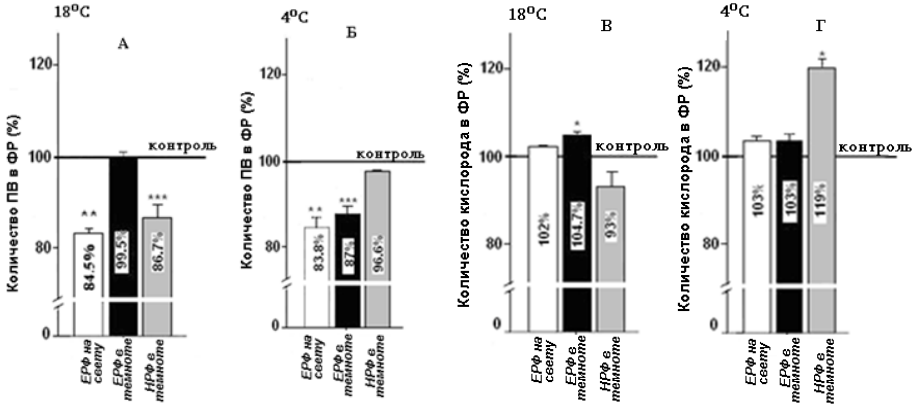

*Рис 10: Эффект 10 минутного воздействия 8Гц ЭМП на количество **ПВ** и **кислорода** в **ФР** при инкубации в **ЕРФ на свету** (белый), **ЕРФ в темноте** (черный), **НРФ в темноте** (серый) при температурах 18°С и 4°С, по сравнению с конлтрольными образцами (инкубированные в одинаковых условиях, но без воздействия ЭМП).*

Результаты экспериментов при ***ЕРФ на свету*** качественно совпадают со случаем температуры 18°С (белые столбцы на рисунках 10А и 10Б). В противоположность к этому, при ***ЕРФ в темноте*** и температуры среды 4°С, в отличие от случая 18°С, когда изменение воздействия не наблюдается (черные столбики на рисунках 10А и 10Б), отмечено уменьшение содержания **ПВ** в **ФР**. Аналогично, при ***НРФ в темноте*** также наблюдается различие результата при температуре 4°С по сравнению с 18°С. При 4°С не обнаружено влияние ЭМП 8Гц по сравнению с контролем (серые столбики на рисунках 10А и 10Б).

На рис. 10В и 10Г представлены результаты экспериментов для образцов, обработанных ЭМП 8Гц, в условиях ***ЕРФ на свету, ЕРФ в темноте*** и ***НРФ в темноте***, при температурах 4°С и 18°С. Фактически, установлено, что статистически достоверный рост количества **кислорода** в **ФР**, обработанном ЭМП 8Гц, наблюдается при условии ***ЕРФ в темноте*** и температуры 18°С, и при ***НРФ в темноте*** и температуры 4°С.

В следующей серии опытов исследовалась зависимость воздействия ММВ модулированных 8Гц, на содержание **ПВ** и **кислорода** в **ФР**, от основных экологических факторов среды (рис. 11).

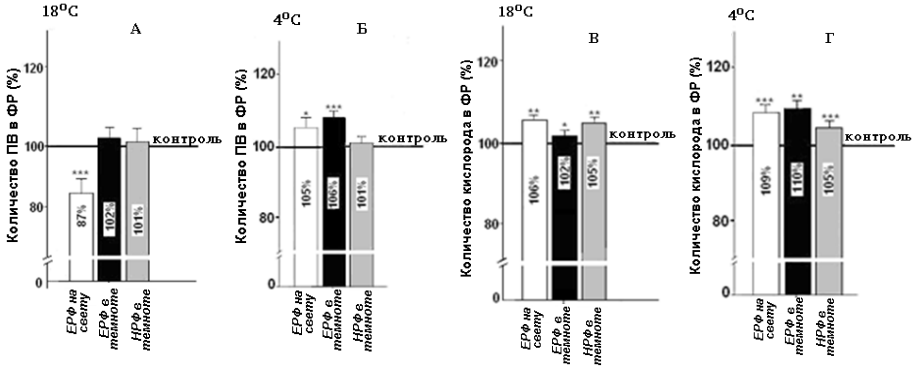

*Рис 11: Эффект 10 минутного воздействия ММВ модилированные 8Гц на количество **ПВ** и **кислорода** в **ФР** при инкубации в **ЕРФ на свету** (белый), **ЕРФ в темноте** (черный), **НРФ в темноте** (серый) при температурах 18°С и 4°С, по сравнению с конлтрольными образцами (инкубированные в одинаковых условиях, но без воздействия ЭМП).*

Результаты показали, что при температуре 18°С и воздействии ММВ - модулированных 8Гц, имеет место уменьшение содержания **ПВ** в **ФР** при условии ***ЕРФ на свету***, а при условиях ***ЕРФ в темноте*** и ***НРФ в темноте*** отмечено статистически недостоверное увеличение рассматриваемого параметра (рис. 11А). Таким образом, при температуре 18°С, ММВ - модулированные 8Гц, достоверно изменяют содержание **ПВ** в **ФР** по сравнению с контролем, в условиях естественного радиационного фона и освещения. Однако, и в темноте, и при одновременной блокировки освещения и радиационного фона такой эффект не наблюдался.

При температуре 4°С воздействие ММВ – модулированные 8Гц, имеет качественно другую картину (рис. 11Б). В условиях освещения и естественного радиационного фона наблюдается рост содержания **ПВ** в **ФР**, тогда как при температуре 18°С достоверные сдвиги измеряемого параметра не наблюдались (рис. 11А). Вместе с тем, при одновременной экранировке освещения и естественного радиационного фона, для двух

случаев температур 4°С и 18°С по сравнению с контролем статистически достоверные сдвиги не наблюдаются.

По части исследования соответствующих сдвигов содержания **кислорода** в **ФР**, получено, что в отличие от применения МК, где не обноружены достоверные сдвиги содержания **кисларода** в **ФР** (рис. 9Б), а также, в отличие от применения ЭМП 8Гц, где при температурах 18°С и 4°С содержание кислорода увеличивается соответственно в условиях ***ЕРФ в темноте*** (рис. 10В), и ***НРФ в темноте*** (рис. 10Г), применение ММВ – модулированных 8Гц приводит к достоверному росту содержания **кислорода** по сравнению с контролем (11В и 11Г). Таким образом, во всех рассматриваемых условиях применение ММВ – модулированных 8Гц, приводит к увеличению растворяемости **кислорода.**

На основании полученных данных можно делать заключение, что все факторы, которые были рассмотрены в наших исследованиях, оказывает модулирующее влияние в проявлении воздействия ММВ.

Полученные данные позволяют делать обобщение, что **ФР** проявляет специфический отклик на воздействия физических факторов неионизирующей природы (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ), а также на изменения характеристик основных экологических факторов: освещения, температуры и радиационного фона. Данный отклик главным образом проявляется в виде изменения содержания **ПВ** в **ФР**, посредством чего, повидимому, и происходит биологическое воздействие рассматриваемых факторов на живые системы.

Из анализа полученных данных следует также, что изменения экологических условий и количественно, и качественно, влияют на сдвиги физико-химических характеристик в **ФР**, вызываемые в результате воздействия сверхслабых физических факторов.

Таким образом, полученные в ходе выполнения диссертационной работы экспериментальные данные позволяют дать сколько-нибудь корректное разъяснение некоторым, свойственным этой области исследований, затруднениям. В частности, существует очевидное несовпадение экспериментальных данных этой области исследований у авторов научных центров разных континентов. Несовпадение экспериментальных данных, полученных в разные периоды времени, даже внутри одной исследовательской лаборатории, натолкнуло на мысл, что, повидимому, имеющие место различия в полученных закономерностях, обусловлены фактическим различием характеристик основных экологических факторов среды: освещения, температуры и радиационного фона. Именно это предположение и было заложено в основу планирования и осуществления экспериментальных исследовании в рамках поставленной в настоящей диссертации цели и задачах.

В заключение, можно констатировать, что при разработке нормативных схем для установления пределов экологической безопасности и контроля в одной из самых важных областей практического здравоохранения, а именно применеия неионизирующих физических факторов (ЭМИ радиочастотного и ММ диапазонов) в терапевтических целях, следует учитывать характеристики основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона.

В Ы В О Д Ы

Впервые исследовано изменение количеств **ПВ** и **кислорода** в **ФР** в результате воздействия неионизирующих физических факторов (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ), в условиях разных комбинаций изменения основных экологических показателей окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона, с целью установления взаимосвязи между проявляемым биологическим воздействием указанных физических факторов на живые системы с полученными в экспериментах на **ФР** ряда физико-химических изменений.

1. Установлено, что имеет место достоверное изменение количеств **ПВ** и **кислорода** в **ФР**, при различных комбинациях изменения основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона;
2. Показано, что физические факторы неионизирующей природы (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ), в диапазоне частот 1-10Гц, наиболее эффективное изменение количеств **ПВ** в **ФР** вызывают при частоте 8Гц;
3. Выявлено, что при комбинированном воздействии физических факторов неионизирующей природы (МК и ЭМП СНЧ; ММВ - модулированные СНЧ), при частоте 8Гц и основных экологических факторов окружающей среды: освещения, температуры и радиационного фона, имеет место качественное и количественное отклонение наблюдаемых эффектов по сравнению с экспериментальными данными в условиях разных комбинаций изменения указанных экологических факторов;
4. Доказано, что в нормальных лабораторных условиях б**иологическое воздействие ФР** обработанного МК на изолированную сердечную мышцу виноградной улитки (*Helix pomatia*), **наиболее эффективно при значении частоты 8Гц,** что экспериментально регистрирована в виде активации выхода ^{45}Ca из клеток и изменениями внутриклеточных уровней цАМФ и цГМФ;
5. Доказано, что в нормальных лабораторных условиях имеет место биологическое воздействие питательной среды обработанной ЭМП, частотой 8Гц, на *К-12* штамм кишечной палочки *Esherichia coli К-12,* приводящее к уменьшению скорости размножения бактериальной клетки, что экспериментально регистрировано в виде подавления процесса включения меченнаго [3Н]-тимидина.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Naira Baghdasaryan. *"The effect of 8Hz mechanical vibration Helix pomatia heart muscle"*, Вестник РАУ 2:62-67, 2012

2. Baghdasaryan NS, Mikayelyan YR, Nikoghosyan AK, Ayrapetyan SN. *"The impact of Background radiation, Illumination and Temperature on EMF-induced changes of aqua medium properties"*, Electromagnetic biology and medicine, posted online on 2013 Jan 16, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23323624

3. Y.R. Mikayelyan, N.S. Baghdasaryan, A.K. Nikoghosyan, S.V. Barseghyan, S.N. Ayrapetyan. *"The EMF-induced changes in aqua medium's properties depend on background ionizing radiation, illumination and temperature"*, The Environmentalist, 32(2):179-187, 2012

4. Varsik Martirosyan, Naira Baghdasaryan, Sinerik Ayrapetyan. *"The study of the effects of mechanical vibration at infrasound frequency on [3H]-thymidine incorporation into DNA of E. coli K-12"*, Electromagnetic biology and medicine, Posted online on October 9, 2012 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23046076

5. Naira Baghdasaryan, Yerazik Mikayelyan, Sedrak Barseghyan, Erna Dadasyan, Ph., Sinerik Ayrapetyan. *"The density-dependency of dark and low background radiation effects on water and water solution properties"*, Electromagnetic biology and medicine, 31(01): 87-100, 2012

6. Erna Dadasyan, Gayane Ayrapetyan, Naira Baghdasaryan, Yerazik Mikayelyan, Sinerik Ayrapetyan. *"The metabolic pathway of 4Hz infrasound effect on snail heart muscle contractility"*, The Environmentalist, 32(2):166-174, 2012

7. Naira S. Baghdasaryan, Yerazik R. Mikayelyan, Sedrak V. Barseghyan, H. Dadasyan, Sinerik N. Ayrapetyan. *"The modulating impact of illumination and background radiation on 8Hz-inducrd infrasound effect on physicochemical properties of physiological solution"*, Electromagnetic Biology and Medicine, 31(4): 310-319, 2012

8. Gayane Ayrapetyan, Hovik Hayrapetyan, Erna Dadasyan, Sedrak Barseghyan, Naira Baghdasaryan, Erazik Mikayelyan, Sinerik Ayrapetyan. *"The Non Thermal Effect of Weak Intensity Millimeter Waves on Physicochemical Properties of Water and Water Solutions"*, Electromagnetic Biology and Medicine, 28:331-341, 2009

9. Mikayelyan Y.R., Barseghyan S.V., Baghdasaryan N.S., Ayrapetyan S.N. *"Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Hydrogen peroxide formation in Physiological Solution"*, 2nd International Biophysics Congress and Biotechnology at GAP & 21st National Biophysics Congress, Diyarbakir-Turkey. 5-9 October 2009

10. Baghdasaryan N.S., Ayrapetyan S. N. *"The effect of SMF, EHPP and Hydrogen peroxide on the development of yeasts"*. In: BIOELECTROMAGNETICS: Current

Concepts, S. Ayrapetyan and M. Markov, eds., NATO Science Series, Springer Press, the Netherlands, pp: 391-396, 2006

11. Baghdasaryan N. S., Ayrapetyan S. N. *"Non-thermal effect of extremely high power pulses on yeast growth",* In: Proceeding of UNESCO/WHO/IUPAB Seminar "Molecular and Cellular Mechanisms of Biological Effects of EMF" and NATO Advanced Research Workshop on "The Mechanisms of the Biological Effect of Extra High Power Pulses", Noyan Tapan Press. pp 101-102, 2005

12. Baghdasaryan N. S. Ayrapetyan S.N. *"The effect of extremely high power pulses-treated wort on growth and development of yeasts"*, The Bioelectromagnetics Society (BEMS) 26th Annual Meeting. Washington D.C. USA. p 20 (P-C-81), 2003

13. S. Hakobyan, N. Baghdasaryan, A. Amyan, S.N. Ayrapetyan. *"The Effect of EMF on Water Specific Electrical Conductivity and Wheat Sprouting"*, WHO Meeting on EMF Biological Effects and Standards Harmonization in Asia and Oceania, Korea, pp. 123-124, 2001

ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ ՆԱԻՐԱ ՍԵՐՅՈԺԱՅԻ

ՋՈՒՐԸ ՈՐՊԵՍ ԹԻՐԱԽ ՈՉ ԻՈՆԱՑՆՈՂ ԲՆՈՒՅԹԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԻՐԱԳՈՐԾՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Հանգուցային բառեր. Ջրածնի պերօքսիդ, մեխանիկական տատանում, էլեկտրամագնիսական դաշտեր, թթվածին, ռադիացիոն ֆոն, լուսավորություն:

Սույն ատենախոսությունը նվիրված է ֆիզիոլոգիական լուծույթի /**ՖԼ**/ ֆիզիկա-քիմիական հատկությունների վրա ոչ իոնացնող ֆիզիկական գործոնների (գերցածր հաճախությամբ էլեկտրամագնիսական դաշտերի /ԳՑՀ ԷՄԴ/ և մեխանիկական տատանումների /ՄՏ/, ինչպես նաև ԳՑՀ-ով մոդուլացված միլիմետրային ալքների /ՄՄԱ/) ազդեցության ուսումնասիրությանը, որի նպատակն է փորձնական ճանապարհով պարզաբանել, թե դրանք որքանով են պատասխանատու կազմավորման տարբեր մակարդակներում գտնվող կենդանի համակարգերի վրա այս գործոնների կենսաբանական ազդեցության դրսևորման գործընթացում դիտվող երևույթների համար: Այդ նպատակով որպես փորձարարական նմուշ ընտրվել են խաղողի խխունջի (*Helix pomatia*) մեկուսացված սրտամկանը և աղիքային ցուպիկի (*Esherichia coli*) *K-12* շտամը: Միաժամանակ պարզաբանվել է **ՖԼ**-ի ֆիզիկա-քիմիական հատկությունների վրա վերը նշված ազդակների ներգործության կախվածությունը հիմնական էկոլոգիական գործոններից՝ լուսավորության ինտենսիվությունից (մութ և նորմալ լուսավորություն՝ E=500-550 լյուքս), ռադիացիոն ֆոնի մակարդակից (ցածր՝ R=1մկՌ/ժ և նորմալ ռադիացիոն ֆոն՝ R=17-18մկՌ/ժ), ջերմաստիճանից (4°C և 18°C):

Ստացված արդյունքներից պարզվել է, որ 1-10Հց հաճախականային տիրույթում ԳՑՀ ԷՄԴ-ն, ՄՏ-ն և ԳՑՀ-ով մոդուլացված ՄՄԱ-ն առավել զգալի են փոփոխում ջրածնի պերօքսիդի /**ՋՊ**/ քանակները **ՖԼ**-ում, 8Հց-ով մշակման արդյունքում: Երեք ազդակների կիրառման դեպքում էլ նշված հաճախականային տիրույթում ընդհանուր առմամբ նկատվում է **ՋՊ**-ի քանակի առանձնակի նվազում ստուգիչի համեմատ, սակայն այն իր նվազագույն արժեքները ստանում է 8Հց-ի կիրառման դեպքում՝ անկախ կիրառվող ազդակի բնույթից:

Փորձարարական եղանակով ցույց է տրվել, որ 8Հց ՄՏ-ով մշակված **ՖԼ**-ի կենսաբանական ազդեցությունը խաղողի խխունջի (*Helix pomatia*) մեկուսացված սրտամկանի վրա դրսևորվում է ^{45}Ca-ի ելքի ուժեղացմամբ, որն էլ ուղեկցվում է ցԱՄՖ-ի ներբջջային քանակների նվազմամբ և ցԳՄՖ-ի ավելացմամբ: 4 և 8 Հց-ով մշակված **ՖԼ**-ի կենսաբանական ազդեցության համեմատական ուսումնասիրություններով պարզաբանվել է, որ երկու դեպքում էլ տեղի է ունենում որակապես նման փոփոխություն, սակայն 8Հց-ի դեպքը քանակական առումով գերազանցում է 4Հց-ին:

Բացահայտվել է նաև 8Հց ԷՄԴ-ով մշակված սննդամիջավայրի կենսաբանական ազդեցությունը աղիքային ցուպիկի (*Esherichia coli*) *K-12* շտամի պրոլիֆերացիայի վրա: Դիտվել է ստուգիչի համեմատ պրոլիֆերացիայի ճնշում: Միաժամանակ ուսումնասիրվել և պարզաբանվել է ԷՄԴ-ի ուղղակի և անուղղակի ազդեցությունների մասնաբաժինները: Ցույց է տրվել, որ ընդհանուր ազդեցության դեպքում, երբ ճառագայթահարման օբյեկտ է հանդիսացել բակտերիալ սուսպենզիան, բակտերիաների պրոլիֆերացիայի ճնշումը գերազանցում է միջավայրի ճառագայթահարման արդյունքում դիտվող պրոլիֆերացիայի ճնշմանը: Քանակական հաշվարկների արդյունքում պարզվել է, որ ընդհանուր ազդեցության մեջ ուղղակիի մասնաբաժինն էապես փոքր է անուղղակիի համեմատ:

Փորձնական հաստատվել է, որ հիմնական էկոլոգիական գործոնների փոփոխությունների տարբեր կոմբինացիաների դեպքում **ՖԼ**-ում հավաստի կերպով փոփոխվում են **ՋՊ**-ի և **թթվածնի** քանակները: Ցույց է տրվել, որ 8Հց հաճախության ոչ իոնացնող բնույթի ֆիզիկական գործոնների (ԳՑՀ ԷՄԴ, ՄՏ և ԳՑՀ-ով մոդուլացված ՄՄԱ) և հիմնական էկոլոգիական գործոնների տարբեր կոմբինացիաների համատեղ ազդեցության դեպքում **ՖԼ**-ում առկա են դիտվող էֆեկտների քանակական և որակական տեղաշարժ:

Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս ընդհանրացնել, որ **ՖԼ**-ը համապատասխան կերպով արձագանքում է, և ոչ իոնացնող ֆիզիկական գործոնների (ԳՑՀ ԷՄԴ, ՄՏ և ԳՑՀ-ով մոդուլացված ՄՄԱ) ներգործությանը, և հիմնական էկոլոգիական գործոնների փոփոխությանը: Այդ արձագանքը հիմնականում դրսևորվում է **ՖԼ**-ում **ՋՊ**-ի քանակների փոփոխությամբ, որի միջոցով էլ, հավանաբար, իրականանում է դիտարկված գործոնների կենսաբանական ազդեցությունը կենդանի համակարգերի վրա: Արդյունքների վերլուծությունից պարզ է դառնում նաև, որ էկոլոգիական պայմանների փոփոխությունը և որակապես և քանակապես ազդում է **ՖԼ**-ում գերթույլ ֆիզիկական գործոնների կողմից հարուցվող շեղումների վրա:

Այսպիսով, ատենախոսական աշխատանքի կատարման ընթացքում ստացված արդյունքները հնարավորություն են տալիս որոշակի լույս սփռել ուսումնասիրվող հիմնախնդիրներին ներհատուկ փորձագիտական դժվարությունների վրա: Մասնավորապես, դեռևս հիմնավոր գիտական բացատրության չի տրված այն իրողությանը, որ տարբեր մայրցամաքներում գտնվող լաբորատորիաները և անգամ որևէ լաբորատորիայի միևնույն գիտական խմբի կողմից տարբեր ժամանակահատվածներում իրականացված գիտափորձերը, որոնք միտված են ոչ իոնացնող ֆիզիկական գործոնների կենսաբանական ազդեցության ուսումնասիրությանը, տալիս են իրարամերժ տվյալներ: Հավանաբար, դա պայմանավորված է ուսումնասիրության ընթացքում էկոլոգիական գործոնների փաստացի արժեքների տարբերությամբ: Հետևաբար, վտանգավորության շեմ հաստատելիս և դրանց համապատասխան նորմատիվներ մշակելիս հարկավոր է հաշվի առնել գիտափորձերի արդյունքների ստացման հիմնական էկոլոգիական բնութագրիչները. լուսավորությունը, ջերմաստիճանը և ռադիացիոն ֆոնը:

BAGHDASARYAN NAIRA

WATER AS A TARGET IN THE PROCESS OF BIOLOGICAL EFFECT OF PHYSICAL FACTORS HAVING NON-IONIZING CHARACTER

SUMMARY

Key words: Hydrogen peroxide, mechanical vibration, electromagnetic field, oxygen, background radiation, illumination

The following thesis is dedicated to the study of effect of non-ionizing physical factors (extralow frequency electromagnetic field /ELF EMF/, mechanical vibrations /MV/, and ELF-modulated millimeter wave /MMW/) on physicochemical properties physiological solution /**PS**/, the purpose of which is to experimentally find out how they are responsible for the phenomena of biological effects of these factors having influence on living organisms being in different stages of formation.

As experimental samples the isolated heart muscles of *Helix Pomatia* and *Esherichia coli K-12* were chosen for this purpose.

At the same time the dependence of effect of the mentioned factors on physicochemical properties of **PS** upon the main ecological factors such as illumination intensity (dark and light illumination E=500-550 luxe), level of background radiation (low - R=1μR/h and normal background radiation R=17-18μR/h), temperature (4°C and 18°C) was illustrated.

The results showed that at the intensity range of 1-10Hz EMF, 1-10Hz MV, and 1-10Hz-modulated MMW greatly change the hydrogen peroxide /**HP**/ content in **PS** as a result of 8Hz treatment. In the application of all three signals in the mentioned intensity range a decrease in **HP** content in comparison with control can be seen, but it gets its minimum values in case of 8 Hz treatment regardless of the nature of applied signal.

By experimental method it was shown that the biological effect of 8Hz MV-treated **PS** on *Helix pomatia's* isolated heart muscle takes place by increase in ^{45}Ca efflux, which is accompanied by decrease in intracellular content of cAMP and increase in cGMP. By comparative studies of biological effect of 4Hz and 8Hz-treated **PS** it was shown that in both cases qualitatively similar changes take place, but quantitatively the 8Hz exceeds the 4Hz.

The biological effect of 8 Hz EMF-treated nutrient medium on the proliferation of *Esherichia coli K-12* was discovered. Depresson of proliferation in comparison with control was observed. At the same time the direct and indirect effects of EMF in case of total influence were observed and illustrated. It was shown that in case of total influence when the object of radiation was the bacterial suspension, the depression of proliferation of bacteria exceeds the depression of proliferation observed in case of medium irradiation. In the result of quantitative reckoning it turned out that in the total influence the direct effect is essentially small compared to the indirect one.

It was experimentally established that in case of different combinations of changes of the main ecological factors the contents of **HP** and **oxygen** considerably change in the **PS**. It was shown that in case of joint influence of different combinations of 8Hz intensity non-ionizing physical and main ecological factors there are quantitative and qualitative upheavals of effects in **PS.**

The obtained results allow us to suggest that **PS** properly reacts either to the effect of non-ionizing physical factors or to the change of main ecological factors. This reaction is conditioned by the change of content of **HP** through which the biological effect of the observed factors are probably realized on living organisms. The analysis of the results also make clear that the changes of ecological conditions have quantitative and qualitative influence on the effect of non-ionizing physical factors on **PS**.

Thus, the results obtained during the fulfillment of the thesis allow to illustrate the difficulties inherent to experimental problems in this field. Particularly, circumstantial scientific explanation has not been given to the fact, that experiments which are realized in laboratories of different continents and even in the same laboratory and by the same scientific group, which are dedicated to the study of effect of non-ionizing physical factors, give controversial data. Perhaps it is conditioned by the differences of factual values of ecological factors in the process of the experiment. Consequently, for establishing threshold of riskiness and working out appropriate standards it is necessary to take into consideration not only the experimental findings but also the main ecological characteristics of the experimental conditions in which the experiment takes place: illumination, temperature and background radiation.