

## HIGH-INTENSITY PULSED MAGNETIC FIELDS FOR THE MEDICAL TREATMENT OF SPORTS-RELATED ACCIDENTS

I.V. SYSOEVA, V.A. YAKOVITSEVA

### Abstract

The experimental determination and justification of optimal exposure parameters for the high-intensity pulsed magnetic field (HIPMF) has been made. The technique for the high-intensity magnetotherapy was developed. Preclinical and clinical trials were made. The study allowed authors to give proof of the HIPMF effectiveness in the medical treatment and rehabilitation of the sportsmen with the locomotor apparatus traumas. The technique demonstrated evident miostimulating, anti-inflammatory and anti-edematous actions to promote rehabilitation potential and somatic mobilization of sportsmen.

*Keywords:* magnetotherapy, high-intensity magnetic field, injuries of the musculoskeletal system.

УДК 532.783;536

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ЖИВЫХ БАКТЕРИЙ В КАЧЕСТВЕ БИОСЕНСОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВОДЫ

В.В. ЛУКЪЯНИЦА

*Белорусский государственный медицинский университет  
Дзержинского, 83, Минск, 220016, Беларусь*

*Поступила в редакцию 16 ноября 2016*

На примере воздействия лазерного облучения на структуру воды показана возможность использования биосенсоров (живых бактерий) для обнаружения и визуализации молекулярных кластеров, образующихся в жидкой воде. Определены также размеры этих кластеров.

*Ключевые слова:* структурные изменения воды, лазерное облучение, домен, биосенсор.

### Введение

Как известно, тело человека на 70–80 % состоит из воды. В настоящее время во всем мире наблюдается своеобразный возврат к воде как объекту научных исследований. Это связано с тем, что благодаря межмолекулярным водородным связям вода отличается от других гидридов и имеет ассоциативную структуру [1]. При этом движущей силой образования в воде молекулярных кластеров является ориентация и поляризация дипольных молекул жидкости [2]. Структура жидкой воды является очень чувствительной системой к воздействию различных факторов [3]. Действительно, в работах [4, 5] были обнаружены изменения структуры воды (образование кластеров) под действием переменного электрического поля УВЧ-диапазона и электромагнитного поля КВЧ – диапазона. Эти изменения были выявлены и визуализированы с помощью метода замораживания образцов жидкой воды [4], предварительно подвергнутой высокочастотному электромагнитному воздействию. При этом возникает вопрос, а возможно ли визуализировать молекулярные кластеры в жидкой воде.

С другой стороны, современная медицинская практика однозначно указывает на положительное влияние лазерного излучения на организм человека при лечении различных заболеваний. Однако до сих пор отсутствует общепризнанный механизм такого влияния. По

мнению автора, в основе такого влияния лежат структурные изменения воды. Поэтому представляет определенный интерес изучить воздействие лазерного излучения на структуру воды, которая, как уже отмечалось, является основным компонентом тела человека.

В связи с вышесказанным целью данной пилотной работы является исследование принципиальной возможности использования живых бактерий для обнаружения и визуализации, образующихся под действием лазерного излучения кластеров в жидкой воде.

### Методика

В качестве объекта исследования использовалась вода, в которую добавляли культуру окрашенных бактерий *E.coli* (кишечная палочка), выращенную в питательной среде.

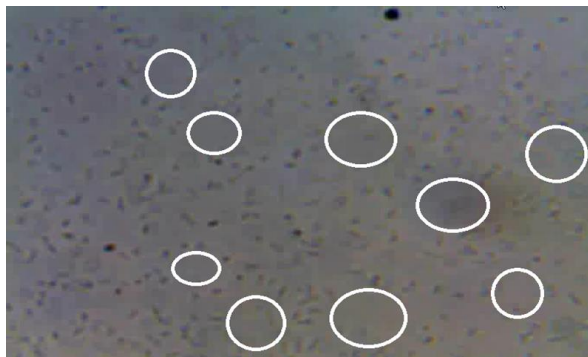
Воздействие на воду, содержащую бактерии, проводили полупроводниковым лазером (мощностью 2 мВт), генерирующего когерентное излучение красного цвета с длиной волны  $\lambda = 690$  нм. При проведении лазерного воздействия с учетом литературных данных целенаправленно выбирались такие времена экспозиции (1–8 мин), при которых заведомо не происходила гибель живых бактерий. Результат такого воздействия фиксировался при помощи видеосъемки, которую проводили через микроскоп с увеличением  $85\times$ . Для дальнейшего детального анализа использовались стоп-кадры этой съемки. При этом проводился сравнительный анализ результатов, полученных до и после лазерного облучения образцов воды, содержащей живые бактерии.

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенных экспериментов установлено, что лазерное облучение исследуемых образцов воды приводит к увеличению как количества бактерий в поле зрения микроскопа, так и скорости их движения (подвижности). Такое увеличение числа бактерий, по-видимому, вызвано их таксисом из других (соседних) слоев водной капли к слою, на который приходилось лазерное воздействие и видеосъемка. Этому так же способствует размножение бактерий ( $> 10\%$ ), стимулированное лазерным излучением. Кроме того, было обнаружено достаточно частое образование бактериальных комплексов из 2-х, 3-х и т.д. вплоть до 100 бактерий, которые имеют вид прямых или ломаных цепочек и перемещаются более медленно, но как единое целое. Для цели данной работы наиболее важный полученный результат заключается в том, что под действием лазерного излучения происходит объемное перераспределение живых бактерий по образцу облученной воды. Так, в исходном (контрольном) образце отдельные живые бактерии имели однородное диффузионное распределение по объему. А после четырех минутного облучения наблюдаются домены, не содержащие бактерий (см. рисунок). Более того, с течением времени наблюдения (видеосъемки) отмечается тот факт, что ближайшее движущееся живые бактерии стремятся попасть в эти домены, но не могут преодолеть их границ. В результате этого вдоль доменных границ наблюдается накопление бактерий, в том числе их комплексов, которые декорируют эти домены.

Все это свидетельствует об образовании в воде под действием лазерного излучения молекулярных кластеров, которые в наших экспериментах наблюдаются в виде доменов, не занятых живыми бактериями. По данным рисунка были проведены оценки размеров доменных структур, не занятых бактериями. Выполненные измерения показали, что в поперечнике домены имеют размеры от 13,5–16 мкм до 14,5–20 мкм. Найденные размеры кластеров хорошо согласуются с размерами молекулярных кластеров воды, которые были определены методом замораживания воды, прошедшей предварительную обработку высокочастотным электрическим полем или электромагнитным излучением различных частотных диапазонов. Действительно, в результате воздействия на воду аппарата УВЧ-терапии наблюдались молекулярные структуры с размерами 20–35 мкм, 65–80 мкм и более крупные [4], а под действием аппарата КВЧ-терапии среди прочих «дефектов» формировались цепочки ассоциаций молекул воды, каждый элемент которых имел размеры от 12 до 36 мкм [5]. Что

касается красного лазерного излучения, то под действием более мощного гелий-неонового лазера на воду при ее замораживании наблюдались молекулярные кластеры (домены) с размерами от 64 до 162 мкм [6]. Отметим, что аналогичные результаты получены нами при лазерном облучении питательной среды, в которой выращивались бактерии.



Стоп-кадр видеосъемки образца воды, содержащей живые бактерии, после 4-минутного лазерного облучения (приблизительные границы доменов выделены овалами)

### Заключение

Установлена возможность использования биосенсоров (живых бактерий) для обнаружения, визуализации и исследования кластеров молекул воды в жидком состоянии. В результате реализации этой возможности на практике были определены в жидкой воде поперечные размеры молекулярных кластеров, образующихся под действием полупроводникового лазера. Интервал этих размеров простирался от 13,5–16 мкм до 14,5–20 мкм.

## THE USAGE OF LIVE CULTURED BACTERIA AS BIOSENSORS FOR RESEARCH OF WATER STRUCTURE CHANGES

V.V. LUKJANITSA

### Abstract

The possibility of using biosensors (live bacteria) for revealing and visualization of molecular clusters which form in fluid water was shown by the example of the effect of laser irradiation on the water structure. The transverse dimensions of these clusters were also defined.

*Keywords:* structural changes in the water, laser irradiation, domain, biosensor.

### Список литературы

1. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. М., 1998.
2. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкости. Л., 1975.
3. Власов В.А., Мышкин В.Ф., Хан В.А. и др. // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 8. С. 1–13.
4. Лукьяница В.В. // Медицинский журнал. 2010. № 4. С. 87–90.
5. Лукьяница В.В. // Медицинский журнал. 2013. № 1. С. 92–94.
6. Лукьяница В.В. // Сб. научн. статей «Медэлектроника-2015: Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии». Ч. 2. Минск. 2015. С. 190–192.