

## ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКУЮ ПЛОТНОСТЬ И СТРУКТУРУ ВОДЫ – ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

*В.В.Лукьяница*

*Белорусский государственный медицинский университет, пр-т Дзержинского, 83,  
кафедра медицинской и биологической физики, 220116, Минск, Беларусь, тел. + 375 17 271 96 29.  
E – mail: Lukyan, 1952@ mail.ru*

Abstract. The object of our work was research of the influence of the laser radiation with the wavelength of 633 nm to distilled water during the period from 30 to 300 seconds. The water optical density was measured after the laser treatment. In addition to it the water samples in a Petri dish after irradiation froze with dry ice. Then digital photography of microscopic structure of ice was studied. Using two independent methods it was shown that under the action of laser irradiation structure of distilled water is changing. During the laser treatment of water domain structures with mid-size  $106 \pm 7 \mu\text{m}$  were generated.

Имеющиеся в литературе сведения со всей очевидностью указывают на ключевую роль воды в закономерностях взаимодействия с биологическими системами ряда лечебных физических факторов [1]. Проведение дальнейших исследований в этом направлении «крайне важно, так как они будут способствовать не только разработке научных основ физиотерапии, но и развитию физики и биофизики воды и водных систем, что придает им более фундаментальное значение» (стр.52,[1]). Однако о действии на воду такого физического фактора как лазерное излучение пока известно крайне мало. [1, 2].

Целью данной работы является исследование влияния лазерного излучения на оптическую плотность  $D$  воды в зависимости от времени (дозы) лазерного облучения.

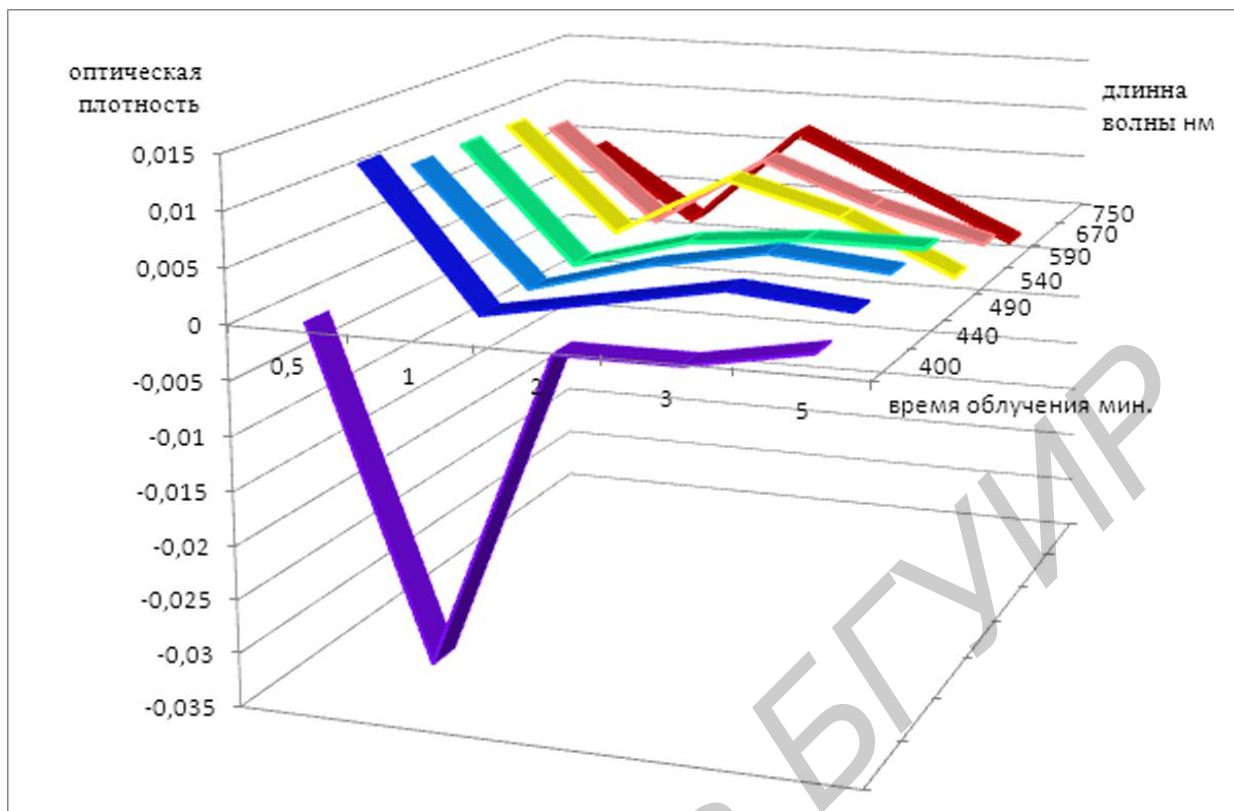
На дистиллированную воду воздействовали лазерным излучением с длиной волны 633 нм в течение временных интервалов от 30 секунд до 5 минут. Мощность используемого гелий-неонового лазера составляла 5 мВт.

Затем проводили измерения оптической плотности облученной воды на цифровом электронном фотоэлектрокалориметре на десяти длинах волн ( $\lambda$ ) в интервале от  $\lambda = 315$  нм до  $\lambda = 980$  нм. Измерения выполнены относительно оптической плотности необлученной воды.

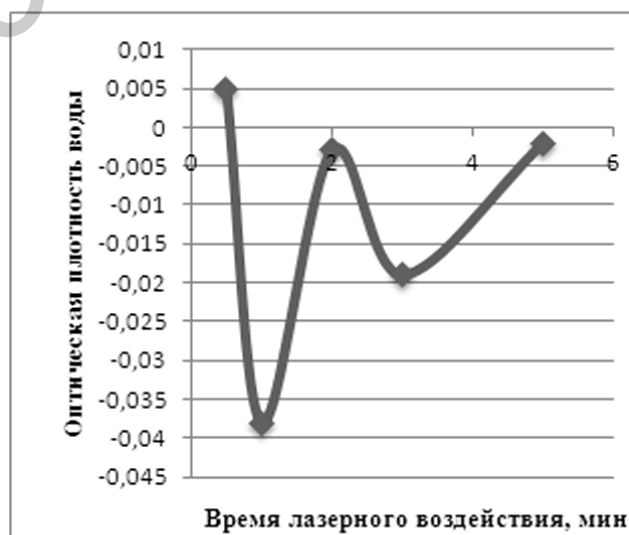
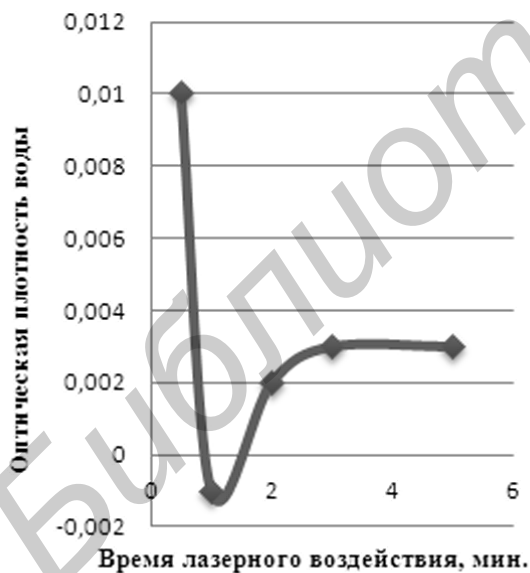
На рис. 1 и 2 приведены измеренные на различных длинах волн зависимости оптической плотности воды от времени предварительного лазерного воздействия на нее.

Как видно, наибольшие изменения оптической плотности воды фиксируются на длинах волн  $\lambda=315$  нм и  $\lambda = 980$  нм, причем с ростом времени лазерного облучения  $D$  сначала уменьшается, а затем возрастает с последующим выходом на стабилизацию на  $\lambda = 315$  нм (рис.1). При этом во всем интервале своих наибольших изменений  $D < 0$ , т.е. при временах лазерного воздействия от 0,5 мин. до 2 мин. происходит «просветление» воды на этих длинах волн диагностирующего света.

На других длинах волн изменения  $D$  менее значительны и носят также немонотонный характер по мере увеличения времени (дозы) лазерного облучения (рис. 1 и 2). Однако и здесь наряду с возрастанием  $D$  на отдельных участках (см. рис2 а) имеются участки, где  $D < 0$ . Общим для всех кривых является то, что они проходят через минимум при времени лазерного воздействия 1 минута.



**Рисунок 1** - Изменения оптической плотности воды на длинах волн 315-980 нм в зависимости от времени лазерного воздействия.



А

Б

**Рисунок 2** – Изменения оптической плотности воды на длинах волн 440 нм (А) и 980 нм (Б) в зависимости от времени лазерного воздействия.

Полученные результаты интерпретируются изменением водородных связей между молекулами воды, что, скорее всего, свидетельствует об изменении её структуры. С этой

точки зрения различные для разных  $\lambda$  зависимости  $D$  от времени лазерного воздействия на воду связаны со сложными структурными перестройками воды.

Для подтверждения наличия структурных перестроек воды под действием лазерного облучения был применен прямой метод их наблюдения, использующий замораживание воды [3]. Этот метод позволяет визуализировать изменения структуры воды и получить их микрофотографии.

Для обнаружения и визуализации структурных изменений воды ее наливали в чашки Петри  $\Phi=30$  мм, воздействовали на нее лазерным излучением, а затем замораживали при температуре  $-78^{\circ}\text{C}$  с помощью сухого льда. Проводили микрофотографирование при помощи микроскопа Биолам РЗ с микрофотонасадкой МФН-12 и фотоаппарата Сапоп D40. Использовали объективы микроскопа  $4^{\times}$ ,  $8^{\times}$ ,  $20^{\times}$  и фотоакуляр  $7^{\times}$  из комплекта микрофотонасадки. Морфометрию структурных компонентов льда проводили на цифровых изображениях с помощью программы Scion Image.

Установлено, что по сравнению с контрольными (необлученными) образцами воды воздействие лазерным излучением приводит к образованию в воде сложных структурных дефектов (доменов или кластеров) различной формы и размеров: от 64 мкм до 162 мкм при среднем значении  $106 \pm 7$  мкм и среднем квадратичном отклонении  $\sigma = 26$  мкм. Отметим, что структурные изменения происходят не только на поверхности льда (воды), но и в его (ее) глубине, что было зафиксировано посредством изменения фокусировки микроскопа.

С учетом полученных морфометрических данных наблюдаемое увеличение оптической плотности воды с ростом времени лазерного воздействия в интервале от 1 до 5 мин. (см., например, рис. 2А) обусловлено, по нашему мнению, увеличением концентрации и/или размеров образующихся кластеров. Начальное же уменьшение  $D$  вплоть до отрицательных значений («просветление» воды), характерное для всех длин волн диагностирующего света и имеющее место при временах облучения от 30 до 60 секунд (рис.1), связано с упорядочивающим действием на воду лазерного излучения. Воздействие лазерного излучения в данном случае выступает в качестве системообразующего фактора, который увеличивает вероятность коллективного поведения молекул воды.

Исходя из этого (всей совокупности полученных результатов), можно связать механизм терапевтического эффекта лазерного излучения со структурной организацией воды – основного компонента живых систем

Таким образом, с помощью двух независимых методов установлено, что при воздействии на воду лазерного излучения в ней формируются кластеры (домены) молекул воды, структура которых изменяется сложным образом при увеличении времени (дозы) лазерного облучения. В связи с этим по аналогии с КВЧ – излучением [4] мы полагаем, что одним из возможных компонентов первичного механизма лазерного воздействия является изменение структуры и, соответственно, свойств воды в составе живых организмов.

#### *Литература*

1. **В.С.Улащик** Элементы молекулярной физиотерапии, Минск «Беларуская навука», 2014.- 257 с.
2. **Гапочка Л.Д.** Механизмы функционирования водных биосенсоров электромагнитного излучения //Л.Д. Гапочка [и др.] // Биомед. Радиоэлектроника. – 2000. - № 3, - с.48-55.
3. **Лукьяница В.В.** Структурные изменения воды под действием аппарата УВЧ – терапии// Медицинский журнал, 2010, в. 4,с.87-90.
4. **Лукьяница В.В.** Первичный механизм воздействия при КВЧ – терапии // Медицинский журнал, 2013, в.1, с. 94-99.