

УДК 57.083.134/.138; 621.039.553.5

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПОЛИХРОМАТИЧЕСКОГО ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕ-
ТА НА ВОДУ И ЖИДКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДЫ

В.Д. БИЦОЕВ, А.А. ХАДАРЦЕВ

Тулский государственный университет, медицинский институт, email: medins@tsu.tula.ru

Аннотация: в статье представлены результаты исследования влияния полихроматического видимого и инфракрасного поляризованного света на воду и биологические жидкости, определены возможности его применения в клинической медицине как при непосредственном облучении, так и опосредованно через водные среды.

Ключевые слова: инфракрасный поляризованный свет, видимый полихроматический свет, инфракрасная спектроскопия, эванесцентная спектроскопия, грыжи межпозвоночных дисков, восстановительная и спортивная медицина.

THE DIVERSIFICATION OF THE RESEARCHES' RESULTS OF EFFECTS OF
THE POLYCHROMATIC VISIBLE AND INFRA-RED LIGHT ON THE WATER
AND BIOLOGICAL LIQUID ENVIRONMENTS

V.D. BITSOEV, A.A. KHADARTSEV

Tula State University, Medical Institute, email: medins@tsu.tula.ru

Abstract: in article are presented results of the study of the influence polychromatic visible and infra-red polarized light on water and biological liquids and was determined possibility of its using in clinical medicine both under direct irradiation and mediating through water ambiances.

Keywords: infrared polarized light, visible polychromatic light, infrared spectroscopy, evanescent spectroscopy, hernias of intervertebral disks, reconstruction and sport medicine.

Введение. Если механизмы воздействия различных полей и излучений низкой интенсивности достаточно хорошо изучены и их терапевтическая значимость подтверждена многочисленными экспериментальными и клиническими исследованиями, то их влияние на жидкие биологические среды с эффектом управления физиологическими параметрами биологических систем – определено недостаточно [1, 5, 7].

Влияние *полихроматического видимого и инфракрасного поляризованного* (ПВИП) света на состояние иммунной системы, реологические свойства крови, клеточную пролиферацию – изучается с 90-х годов прошлого века.

Уже тогда на моделях *invitro* и *invivo* была достоверно подтверждена активация бласттрансформации моноцитов человека, благодаря стимуляции выделения *цитокинов* из иммунокомпетентных клеток [9]. Показано увеличение синтеза *интерлейкинов* (ИЛ) и *иммуноглобулинов* (Ig), в частности ИЛ-6 и IgM в В-клетках, а при облучении в дозе 4 Дж/см² – увеличение отрицательно заряженных связывающих локусов на поверхности мембран клеток, способствующее заживлению травм, что было подтверждено в исследованиях с помощью моноклональных антител мембранного фенотипа [8]. Также с помощью моноклональных антител исследовали мембранный фенотип мононуклеаров крови после облучения добровольцев, образцы крови которых смешивали *in vitro* в объеме 1:10 облученной и необлученной крови. При этом была доказана способность фотомодифицированной крови транслировать полученные изменения большему объему необлученной крови, что обеспечивало системный эффект иммуномодуляции [2]. Установлены: фотомодулирующий эффект восстановления микроциркуляторных нарушений ПВИП светом, положительная динамика содержания продуктов *перекисного окисления липидов* (ПОЛ), фагоцитарной активности моноцитов, высвобождения бактерицидных белков из гранулоцитов, *цитокинов*, интерлейкина-1 β и α -фактора некроза опухолей, общей антиокислительной активности плазмы [6]. Однократное облучение небольшого участка кожи ПВИП светом обеспечивало быстрое повышение уровня IgM в сыворотке крови на 13%, через 10 дней – на 26%, и IgA на 12%, при исходном повышении *циркулирующих иммунных комплексов* (ЦИК) – наблюдалось их быстрое снижение до нормы [3].

Во всех исследованиях было установлено, что начальный уровень показателей влияет на эффект ПВИП света: исходно повышенные показатели – уменьшаются, а низкие – увеличиваются, что подтверждает управляющие возможности ПВИП света. Отмечается также устойчивый достоверный эффект последствия.

Представляется целесообразным установить физические основы влияния ПВИП света на жидкие среды организма и определить различные варианты его использования в лечебно-профилактических и реабилитационных целях.

Цель работы – установление факта воздействия ПВИП света и длительности его последствия на биологические жидкости и воду с определением возможности его использования в клинической медицине.

Объект и методы исследования.

Осуществлено экспериментальное исследование действия ПВИП света через оптико-волоконный кабель на воду, плазму крови и целостный организм такими методами, как:

– *инфракрасная (ИК) спектроскопия* (раздел спектроскопии, включающий получение, исследование и применение спектров испускания, поглощения и отражения в инфракрасной части спектра) в области 4000-400 см⁻¹ на Фурье спектрометре «Перкин-Элмер 2000» между пластинами KRS-5 (бромид-иодид галлия), на базе Учреждения Академии Наук им. А.А.Фрумкина РАН (ИФХЭ РАН), г Москва;

– *измерение спектров комбинационного рассеяния света* (Рамоновского рассеяния, рассеяния света в газах, жидкостях, кристаллах, выявляющее спектральные линии, отсутствующие в спектре первичного, возбуждающего света) различных образцов воды на автоматизированных волоконно-оптических спектрометрах, на базе института спектроскопии РАН (ИСАН) г. Троицк, Московской области и Научного центра волоконной оптики Российской Академии Наук, г. Москва;

– *эванесцентная инфракрасная спектроскопия* кожи, как структурно чувствительный метод исследования длинноволновой части спектра (>730 нм за красной границей), позволяющий осуществлять качественный и количественный анализ, *in vivo* волоконно-оптическим сенсором, на базе Научного центра волоконной оптики РАН г. Москвы.

Результаты собственных исследований и их обсуждение.

В результате исследования установлено, что максимальный эффект изменения спектров поглощения воды (при сравнении со спектром поглощения контрольного образца водопроводной воды – рис. 1, кривые 1 и 3) наблюдается при облучении ее ПВИП светом через оптико-волоконный кабель под водой в течение 4-х минут, а также в течение 15 минут при облучении воды ПВИП светом над водой с расстояния 10 см (рис. 1, кривая 7). Самое значительное поглощение достигается при воздействии на воду ПВИП светом в течение 4-х минут через оптико-волоконный кабель под водой с одновременным насыщением ее углекислым газом, охлажденным до 0°C (рис. 1, кривая 4).

При облучении воды в течение 2, 6, 10, 20, 30 минут через оптико-волоконный кабель под водой заметных изменений в форме спектра поглощения не установлено (рис. 1, кривые соответственно 2, 5, 6, 8, 9 кривая 1 – контрольный образец).

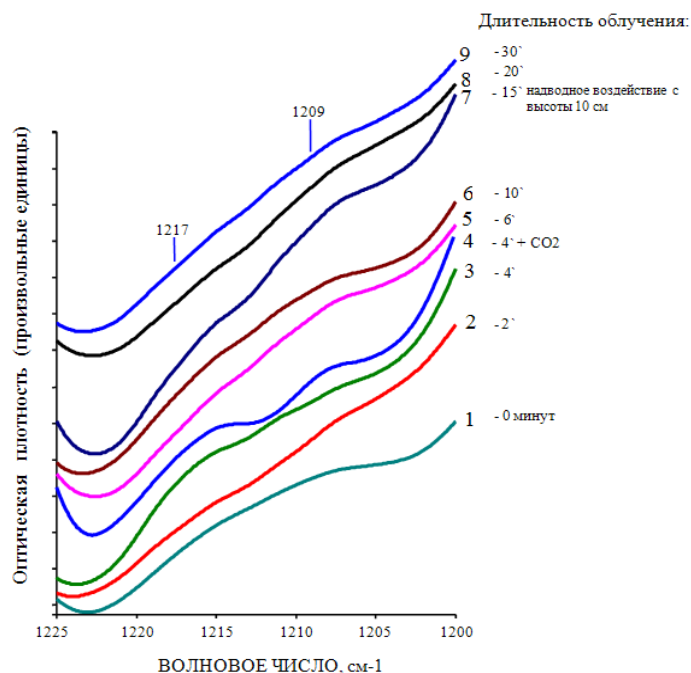


Рис. 1. Участок ИК-спектра водопроводной воды до и после воздействия на неё ПВИП с длиной волны 480-3400 нм (энергии фотонов 2,6-0,34 эВ).

Примечание: Кривые (1-9) – оптические плотности образцов воды: 1 – исходной водопроводной воды (до облучения); 2 – после облучения в течение двух минут; 3 – после облучения в течение четырех минут; 4 – после облучения в течение четырех минут с одновременным насыщением в течение четырех минут, охлажденным до 0°C CO₂; 5 – после облучения в течение шести минут; 6 – после облучения в течение десяти минут; 7 – после облучения в течение пятнадцати минут ПВИП светом, над поверхностью воды на расстоянии 10 см; 8 – после облучения в течение двадцати минут; 9 – после облучения в течение тридцати минут.

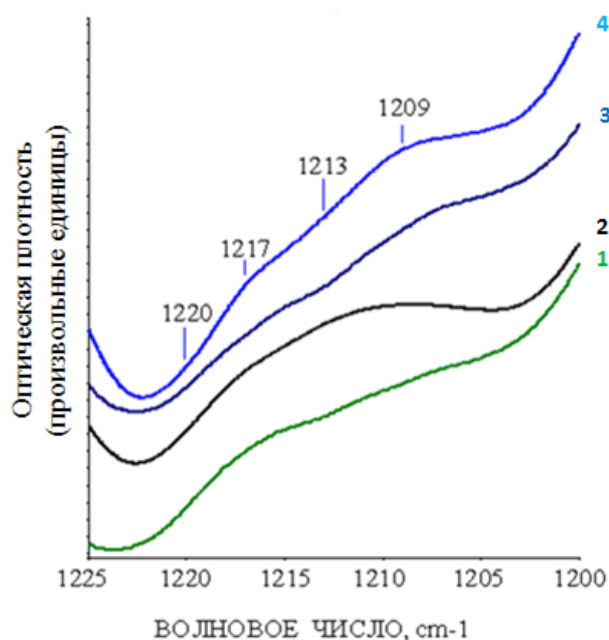


Рис. 2. Участок ИК-спектра водопроводной воды после воздействия на неё ПВИП светом.
Примечание: 1 – после облучения воды в течение четырех минут; 2 – спустя 26 минут после четырехминутного облучения; 3 – после облучения воды в течение пятнадцати минут; 4 – спустя пятнадцать минут после пятнадцатиминутного облучения

После воздействия на воду ПВИП светом в течение 4-х и 15-ти минут (на рис. 2 кривые 1 и 3) и выключения источника электромагнитных волн – через 26 и 15 минут, соответственно, то есть через 30 минут от начала облучения воды при ИК-спектроскопии выявлены выраженные изменения спектров поглощения (рис. 2, кривые 2 и 4), что подтверждено при изучении плазмы крови добровольца после 15-ти минутного приема ванны в предварительно облученной воде в течении 15-ти минут, когда через 60 минут выявлено значительное увеличение поглощения света плазмой крови в сравнении со спектрами поглощения плазмы до приема ванны, и в чашке Петри в течение 4-х и 15-ти минут (рис. 3).

Таким образом, воздействие ПВИП света производит устойчивые изменения структуры воды и плазмы крови, по крайней мере, в течение часа. В спектральной картине кривых рисунков 1, 2 и 3 при фиксированных по времени облучениях воды появляются ярко выраженные полосы поглощения при 1217, 1209 cm^{-1} , а на рис. 5 при облучении плазмы крови *in vivo* и *in vitro* – полосы поглощения при 1545, 1515 cm^{-1} .

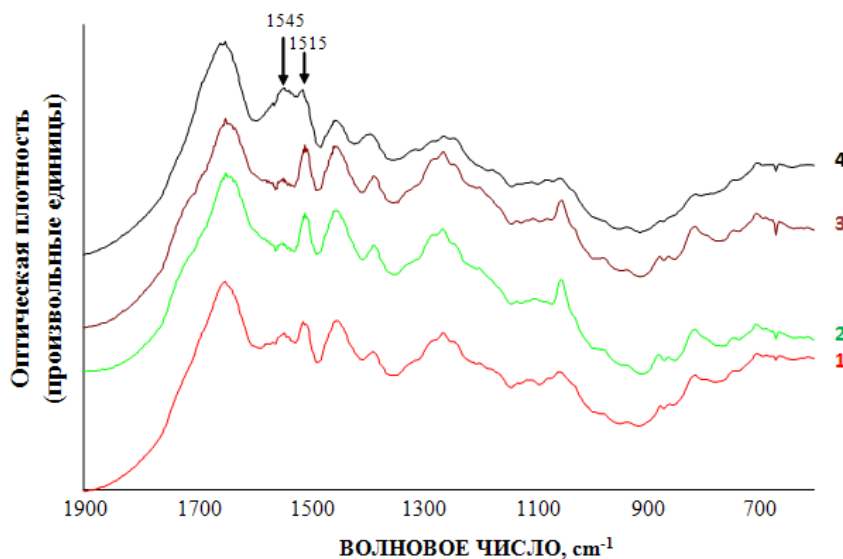


Рис. 3. ИК-спектры плазмы крови после воздействия на неё ПВИП светом.
Примечание: 1 – спектр плазмы крови перед облучением (контрольный); 2 – спектр плазмы после облучения ПВИП светом в чашке Петри в течение 4-х минут; 3 – спектр плазмы после облучения ПВИП светом в чашке Петри в течение 15-ти минут; 4 – спектр плазмы через 60 минут после 15-ти минутного приема ванны пациентом (вода предварительно была облучена

ПВИП светом в течение 15-ти минут).

Важно отметить, что многие иммуномодулирующие, противовоспалительные и противовирусные лекарственные средства имеют полосы поглощения электромагнитных волн также при 1217, 1209, 1544, 1515 см^{-1} .

Установлено, что аналогичные результаты показывают исследования спектров поглощения воды методом комбинационного рассеяния света (КРС): видны полосы валентных колебаний на частотах более 2 000 см^{-1} и полосы деформационных колебаний при более низких частотах, включая водородной связи ниже 200 см^{-1} , после облучения появились изменения в спектрах на полосе валентных колебаний 3 100 см^{-1} и более выразительное проявление плеча на высокочастотном крыле этой полосы ($\sim 3\,300\ \text{см}^{-1}$). Установлено, что плечо вблизи $\sim 3\,300\ \text{см}^{-1}$ обусловлено суммарной частотой валентного колебания $\sim 3\,100\ \text{см}^{-1}$ и низкочастотных колебаний и его проявление зависит от величины дисгармонии колебаний (рис. 4, 5). При этом вода активируется после воздействия на нее ПВИП светом и одновременно уменьшается pH двойного дистиллята и водопроводной воды после облучения ПВИП светом соответственно с 7,0 до 6,5 и с 6,5 до 6,0.

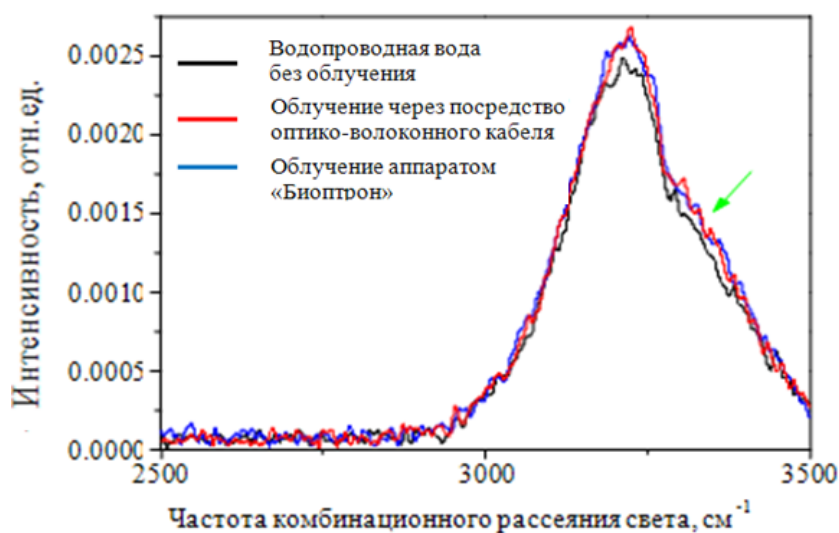


Рис. 4. КРС водопроводной воды после воздействия на нее ПВИП светом непосредственно и через оптоволоконный кабель, в течение 4 минут

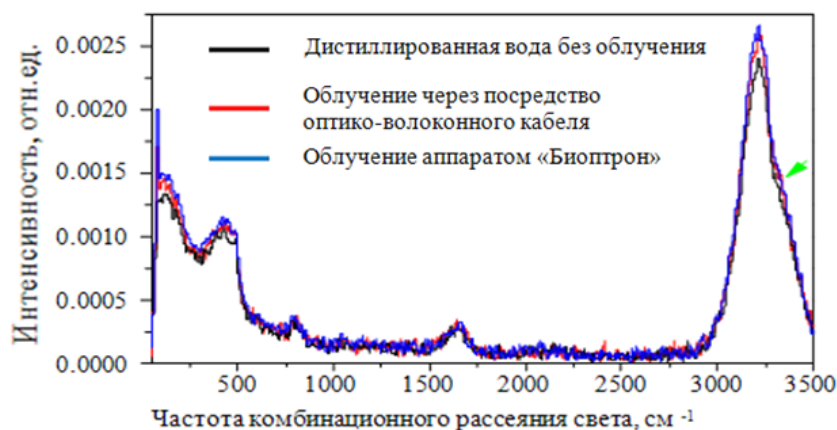


Рис. 5. Участок спектра КРС дистиллированной воды после воздействия на нее ПВИП светом непосредственно и через оптоволоконный кабель в течение 10 минут.

Установлено, что эванесцентная (затухающая) инфракрасная спектроскопия дает возможность достоверно определять изменения спектра поглощения кожи после прямых воздействий на организм ПВИП света и от воздействия окружающей водной среды, освещенной через оптоволоконный кабель. Определено, что при освещении кожи ПВИП светом его пропускание в диапазоне волновых частот от 600 см^{-1} до 900 см^{-1} увеличилось, то есть верхний слой stratum corneum оказался высушенным, а наиболее глубокий слой (после снятия десяти слоёв кожи), наоборот гидратированным (рис. 6, 7, 8, 9).

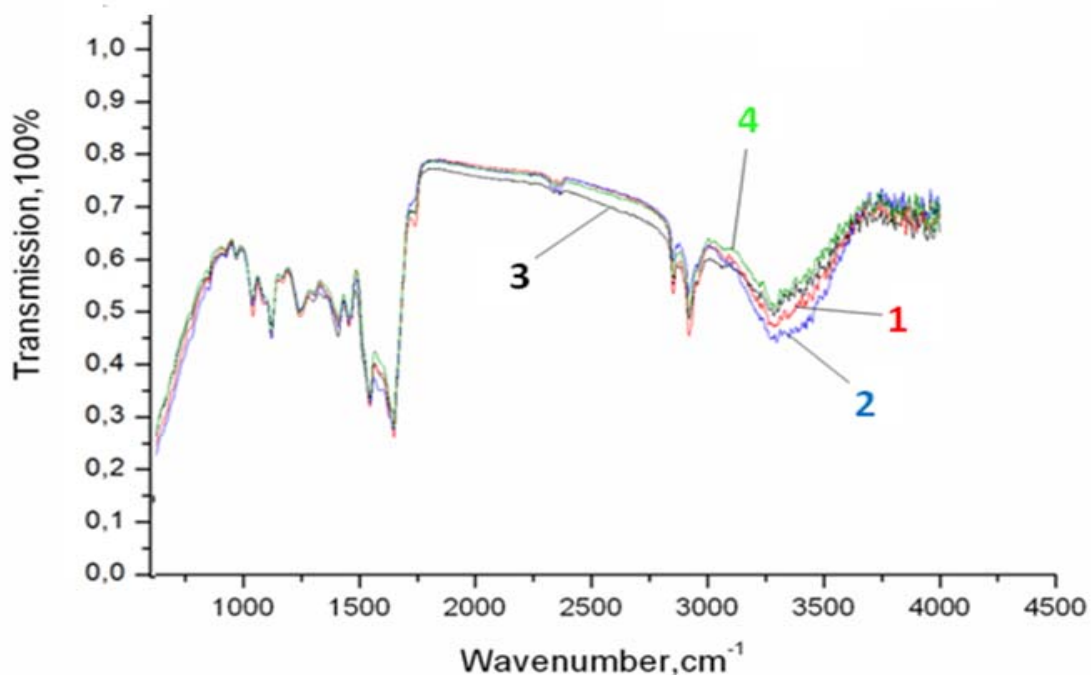


Рис. 6. Эванесцентные спектры пропускания кожи после снятия с нее 5 и 10 слоев и воздействия желтым светом через оптоволоконный кабель в течение 4-х мин.

Примечание: 1 – спектр кожи до облучения (1 участок); 2 – спектр кожи после 4-х мин. облучения оптоволоконного кабеля; 3 – спектр кожи после снятия 5 слоев; 4 – спектр кожи после снятия 10 слоев.

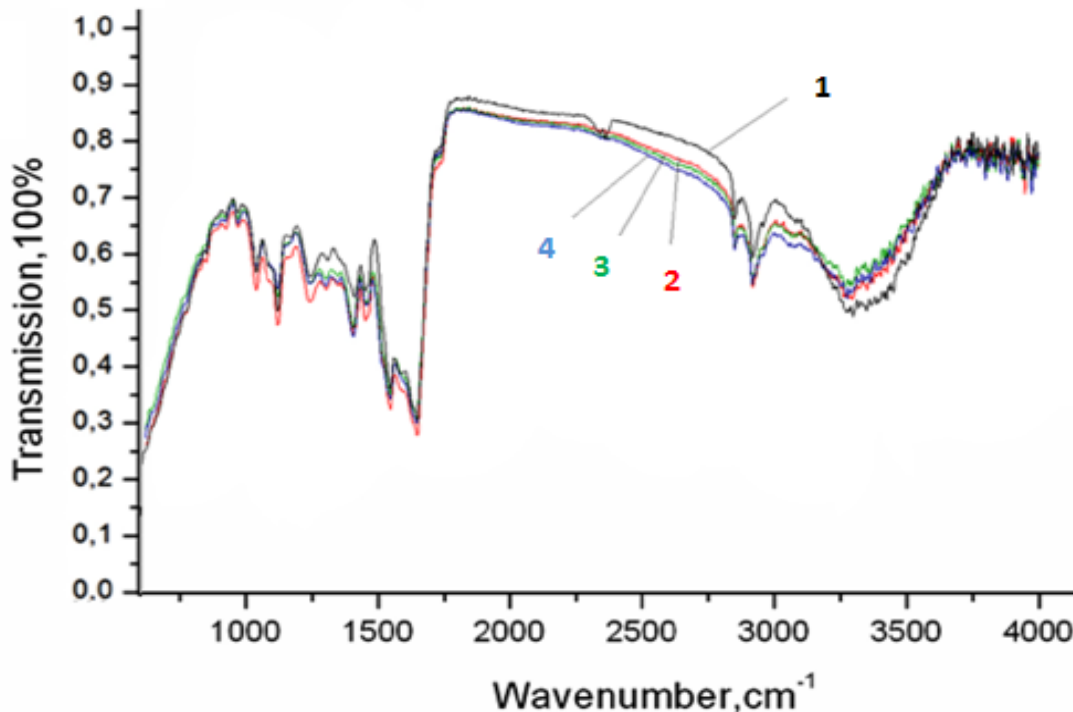


Рис. 7. Эванесцентные спектры пропускания кожи после снятия с нее 5 и 10 слоев и воздействия желтым светом через оптоволоконный кабель в течение 10 мин. (1-ый участок кожи).

Примечание: 1 – спектр кожи до облучения; 2 – спектр кожи после 10-ти мин. облучения оптоволоконным кабелем; 3 – спектр кожи после снятия 5 слоев; 4 – спектр кожи после снятия 10 слоев.

Установлено, что после облучения кожи через оптоволоконный кабель происходит увеличение гидратации *stratum corneum* или её сохранение, а после снятия слоёв кожи и облучения через оптоволоконный кабель, – заметных изменений не зарегистрировано.

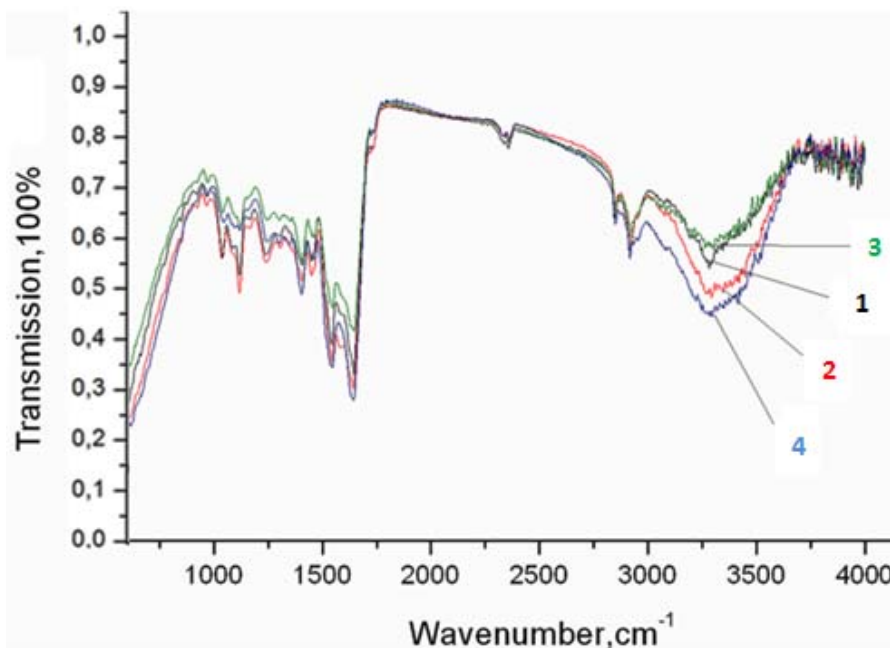


Рис. 8. Эванесцентные спектры пропускания кожи после снятия с нее 5 и 10 слоев и воздействия ПВИП светом в течение 4-х мин (2-ой участок кожи).

Примечание: 1 – спектр кожи до облучения – 2-ой участок; 2 – спектр кожи после облучения поляризованным светом в течение 4 минут; 3 – спектр кожи после снятия 5 слоев; 4 – спектр кожи после снятия 10 слоев.

Установлено, что эванесцентные инфракрасные спектры кожи после воздействия на неё водой, активизированной ПВИП светом через оптоволоконный кабель, демонстрируют увеличение площади поглощения в спектральных диапазонах 3 200-3 500 см⁻¹ и в диапазоне до 800 см⁻¹, то есть идет рост гидратации (рис. 10, 11, 12, 13).

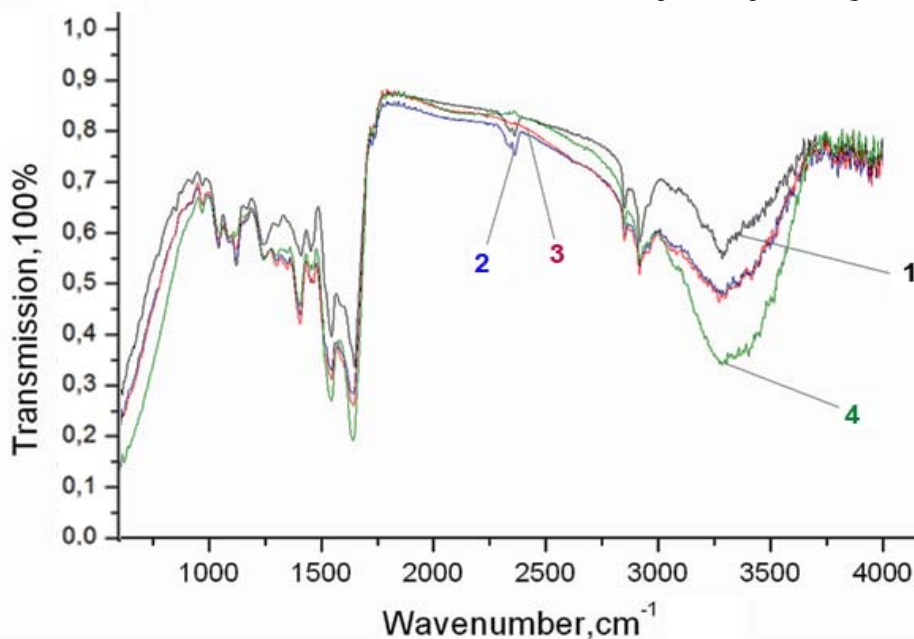


Рис. 9. Эванесцентные спектры пропускания кожи после снятия с нее 5 и 10 слоев и воздействия ПВИП светом в течение 10 мин. (3-ой участок кожи).

Примечание: 1 – спектр кожи до облучения – 3-й участок; 2 – спектр кожи после облучения поляризованным светом в течение 10 минут; 3 – спектр кожи после снятия 5 слоев; 4 – спектр кожи после снятия 10 слоев.

Поэтому, есть основание использовать *фототерапию* через оптоволоконный кабель как при прямом воздействии, так и опосредованно через воду при различных заболеваниях опорно-двигательного аппарата и кожи.

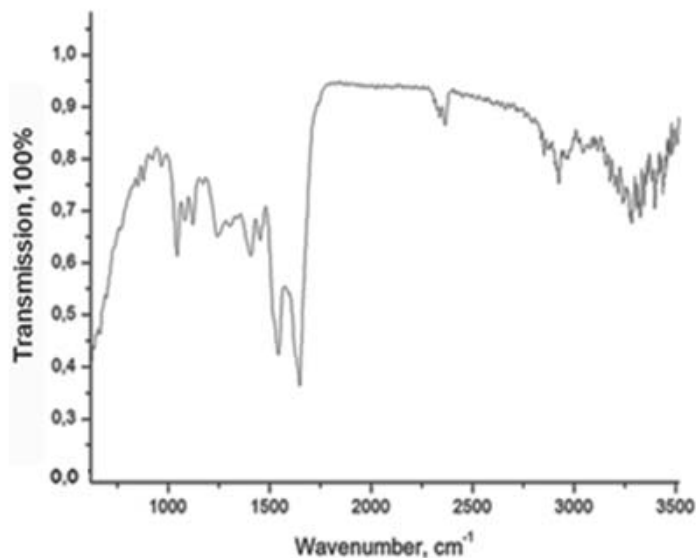


Рис. 10. ИК-спектр кожи после воздействия на руку желтым светом через оптоволоконный кабель в течение 10 мин.

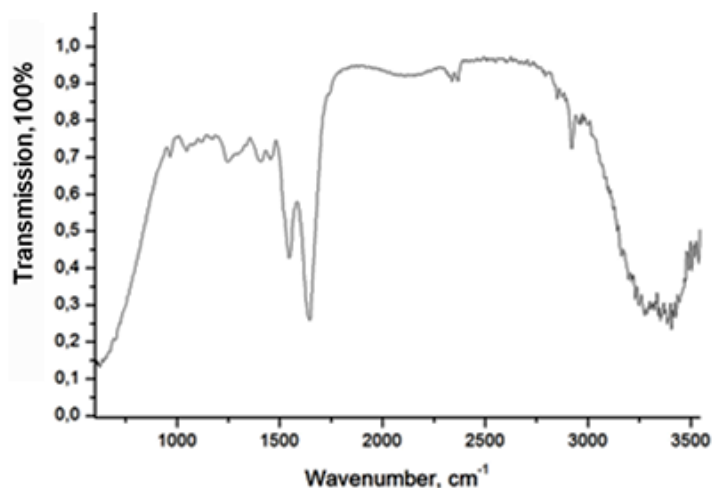


Рис. 11. ИК-спектр кожи после погружения руки в воду, облученную желтым светом через оптоволоконный кабель в течение 10 минут.



Рис. 12. ИК-спектр кожи после воздействия на руку ПВИП светом в течение 10 мин.

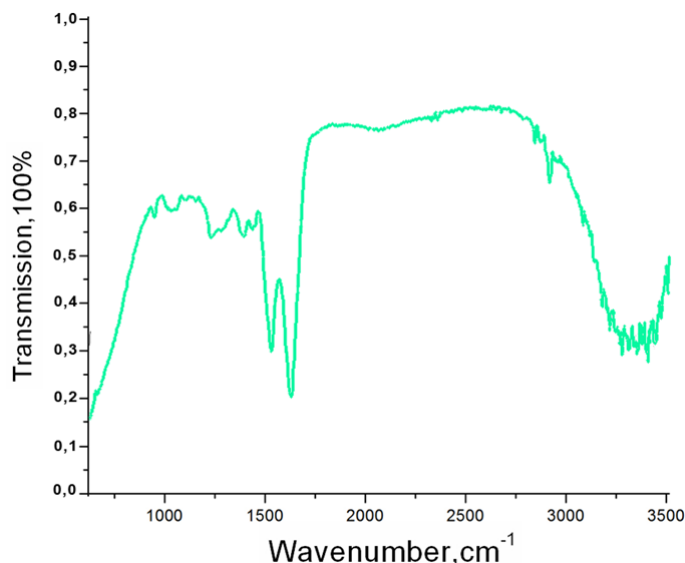


Рис. 13. ИК-спектр кожи после погружения руки в воду, облученную ПВИП светом в течение 10 минут.

Липидные пласты рогового слоя построены из липидов, относящихся к классу сфинголипидов, или *церамидов*, среди которых особо выделяются длинноцепочечные *церамиды*. Их хвосты представлены жирными кислотами, имеющими в своей цепочке более 20 атомов углерода. В дерме между волокнами коллагена и эластина всё пространство заполнено водным гелем, состоящим из мукополисахаридов (гликозаминогликанов). Из кровеносных сосудов в дерму поступает влага, которая захватывается гигроскопическими молекулами – белками и гликозамингликанами, переходя в гелевую форму. Часть влаги проникает в эпидермис и улетучивается с поверхности кожи в виде пара. Согласно данным ряда исследователей, величина такой *перспирации* составляет 253-1700г., и может быть измерена при помощи весов.

Это дает возможность прямого воздействия ПВИП света на организм через кровеносные сосуды при *подводной фототерапии*, что подтверждено данными нашего эксперимента: ИК спектроскопия плазмы крови добровольца через 60 минут после пятнадцатиминутного приёма ванны (вода предварительно была облучена ПВИП светом в течение пятнадцати минут) рис. 3, кривая 4.

В связи с этим есть основание полагать, что *церамиды*, как гидратированные фуллерены C_{60} (ГФ C_{60}), представляют собой супрамолекулярные комплексы длинноцепочечной формы, имеющие более 20 атомов углерода (C_{20}) с прочно связанными, высоко упорядоченными молекулами воды, нейтрализующие активные радикалы подобно гидратированным фуллеренам, не подавляя естественного уровня свободных радикалов в организме.

Для восстановления нормального функционирования и защиты биологических систем организма, следует восстановить энергию *церамидов* воздействием на воду светом с длинами волн 480-3400 нм. Это приводит к восстановлению структуры воды, а следовательно, и биоантиоксидантного механизма *церамидов*.

Представляется важным рассмотреть возможные варианты использования обнаруженных эффектов ПВИП света при различных заболеваниях.

1. При поражениях межпозвонковых дисков (*грыжах межпозвонковых дисков* – ГМПД), кроме эффекта нормализации антиоксидантной и иммунной систем, реологических показателей – важную роль играет *ростостимулирующая активность* крови. Доказано, что облучение ПВИП светом вызывает пролиферацию кератиноцитов, высвобождение в плазму ростовых факторов из клеток и комплексов с альфа-2-макроглобулином, а также пролиферацию фибробластов [4]. При обеспечении условий покоя для позвоночника и релаксации мышц (горизонтальное подводное вытяжение на специальных аппаратах) – облучение ПВИП светом обеспечит регенерацию дисков и устранение ГМПД без оперативного вмешательства. При этом реально выработка эндогенных стволовых клеток, по принципу *хоумингалокализующихся* в местах повреждений.

2. Целесообразно использование эффекта последствия облучения ПВИП светом при курсовом лечении широкого спектра заболеваний, сопровождающихся нарушением *реологических, иммунологических* показателей.

3. В *авиации и космонавтике* при предполетной подготовке и при реабилитации после полетов – включение облучения ПВИП светом кожи при наружном использовании, или во время водных процедур, обеспечит стабильные позитивные изменения.

4. Реально применение ПВИП света в *травматологии и ортопедии* для ускорения остеогенеза, в *ревматологии* при *остеопорозах*, в *спортивной медицине* – при комплексном проведении лечения и восстановления функций опорно-двигательного аппарата.

Заключение. Впервые изученные на современной аппаратуре физические свойства ПВИП света позволяют разрабатывать различные технологии лечебно-реабилитационных мероприятий, потенцировать эффекты других не инвазивных восстановительных методик. Полученные данные позволяют объяснить механизм лечебного воздействия природной минеральной воды, сохраняющей электромагнитные свойства, полученные при прохождении через горные породы, только некоторое время, которые теряются при транспортировке.

Литература

1. Григорьев, А.И. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в спорте / А.И. Григорьев, А.А. Хадарцев, Н.А. Фудин, О.Л. Виноградова // Методическое пособие. 2-е изд. испр. и доп.– Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2006.– 16 с.
2. Изменения экспрессии мембранных маркеров и количества мононуклеаров крови человека после ее облучения *in vivo* и *in vitro* видимым и инфракрасным светом в терапевтических дозах / Н.А. Жеваго [и др.] // Цитология.– 2003.– Т. 45, № 2.– С. 179–195.
3. Жеваго, Н.А. Изменения некоторых параметров гуморального иммунитета при воздействии на поверхность тела человека полихроматического видимого и инфракрасного света / Н.А. Жеваго, К.А. Самойлов, К.Д. Оболенская // Медицинская иммунология.– 2002.– Т. 4, № 4–5.– С. 573–582.
4. Жеваго, Н.А. Модуляция пролиферации лимфоцитов периферической крови после облучения добровольцев полихроматическим видимым и инфракрасным светом / Н.А. Жеваго, К.А. Самойлова // Цитология.– 2004.– Т. 46, № 6.– С. 567–577.
5. Москвин, С.В. Биофизические исследования собственных электромагнитных полей биообъектов / С.В. Москвин, А.С. Новиков, С.В. Плаксин, Т.И. Субботина, А.А. Хадарцев, А.А. Яшин // Монография. – Под ред. Т.И. Субботиной, А.А. Яшина.– Москва – Тверь – Тула: ООО «Издательство «Триада», 2007.– 192 с. (Серия «Экспериментальная электромагнитобиология», вып. 3).
6. Однократное воздействие видимым поляризованным светом вызывает быстрые изменения во всей циркулирующей крови. Улучшение реологических и иммунологических параметров / К.А. Самойлова, К.Д. Оболенская, А.М. Вологодина [и др.] // Europto Conference on Effects of Low-Power Light on Biological Systems.– Stockholm, Sweden (September, 1998).
7. Хадарцев, А.А. Теория и практика восстановительной медицины / А.А. Хадарцев, В.А. Тутельян, В.Г. Зиллов, В.М. Еськов, В.Н. Кидалов, Н.М. Карташова, Э.М. Наумова // Монография. – Под ред. В.А. Тутельяна.– Тула: Тульский полиграфист – Москва: Российская академия медицинских наук, 2004.– Т. I.– 248 с.
8. Fenyő, M. Противоположный эффект линейно поляризованного света на биосинез интерлейкина-6 В-лимфоцитами и периферическими моноцитами человека / M. Fenyő, J. Mandl, A. Falus // Cell Biology International.– 2002.– Vol. 26, № 3.– P. 265–269.
9. Kubasova, T. Влияние видимого света на некоторые клеточные и иммунные параметры / T. Kubasova, M. Horvath, K. Kocsis, M. Fenyő // Иммунология и цитобиология.– 1995.– С. 239–244.