

УДК 51-76; 615.8

## ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ПОЛЯРИЗОВАННОГО КВАНТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННИХ ТКАНЕЙ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

*Семенчик И.Н., Горох П.И.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Бондарик В.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ*

**Аннотация.** Рассматривается влияние сочетанного воздействия импульсного магнитного поля и поляризованного квантового излучения красного, желтого и синего спектра, а также лазера красного спектра непрерывной частоты излучения на параметры внутренних тканей тела человека. Авторы пришли к заключению, что локальное световое излучение ослабляет воздействие магнитного поля, а именно электрического тока, за счет усиления кровотока в организме. Авторы приводят часть таблиц с собранными экспериментальными данными, гистограмм и приходят к предварительному выводу о увеличении эффективности магнитотерапии в сочетании со светотерапией.

**Ключевые слова:** светотерапия, магнитотерапия, квантовое излучение, кровоток

**Введение.** Популярным направлением в медицине в настоящий момент является лечение человека неинвазивными способами. Представителями практики неинвазивного лечения являются лечение квантовым излучением (светотерапия, цветотерапия, лазеротерапия) и магнитотерапия.

Цель исследования – определить эффективность сочетанного воздействия двух процедур, а именно усиление эффективности процедуры магнитотерапии при помощи процедуры светотерапии.

**Теоретическая часть.** Механизм физиологического и терапевтического действия магнитного поля (МП) сложен. Из клеточных элементов наиболее чувствительны к МП мембраны, митохондрии и ядра. Изменяются процессы тканевого дыхания, соотношение свободного и фосфорилирующего окисления в дыхательной цепи. Под влиянием МП снижается проницаемость клеточных мембран, задерживается склерозирование соединительной ткани. МП оказывают сосудорасширяющее, гипотензивное действие, уменьшают потребность клеток и тканей в кислороде, оказывает благоприятное влияние на функцию миокарда, а также влияет на функцию свёртывавшей системы крови. При положительном значении вектора магнитной индукции свёртываемость крови повышается, а при отрицательном – снижается. В целом улучшается трофика тканей, усиливаются процессы регенерации, оказывается противовоспалительное действие. МП может оказывать как стимулирующее, так и угнетающее влияние на иммунологическую реактивность организма. При применении сверхнизких частот МП отмечается повышение мышечного тонуса вплоть до появления сокращений мышц [1].

Действующим фактором в методе импульсной магнитотерапии являются вихревые электрические поля, индуцируемые в тканях импульсным магнитным полем высокой амплитуды. Индукционные (вихревые) электрические токи значительной плотности способны вызывать возбуждение волокон периферических нервов и ритмическое сокращение миофибрилл скелетной мускулатуры, гладких мышц сосудов и внутренних органов (феномен магнито-стимуляции). Наряду с увеличением возбудимости нервно-мышечного аппарата, импульсные магнитные поля вызывают усиление локального кровотока, что приводит к уменьшению отека и удалению из очага воспаления продуктов аутолиза клеток. Улучшение микроциркуляции области воздействия стимулирует процессы репаративной регенерации поврежденных

тканей и значительно улучшает их трофику. Этому способствует также усиление метаболизма клеток, изменение дисперсности их цитозоля и проницаемости плазмолеммы [1].

Фотобиологические реакции возникают вследствие поглощения электромагнитной энергии, которая определяется энергией световых квантов и возрастает с уменьшением длины волны светового излучения. Характер взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями определяется его проникающей способностью. Различные слои кожи неодинаково поглощают оптическое излучение разной длины волны (рисунок 1) [1].

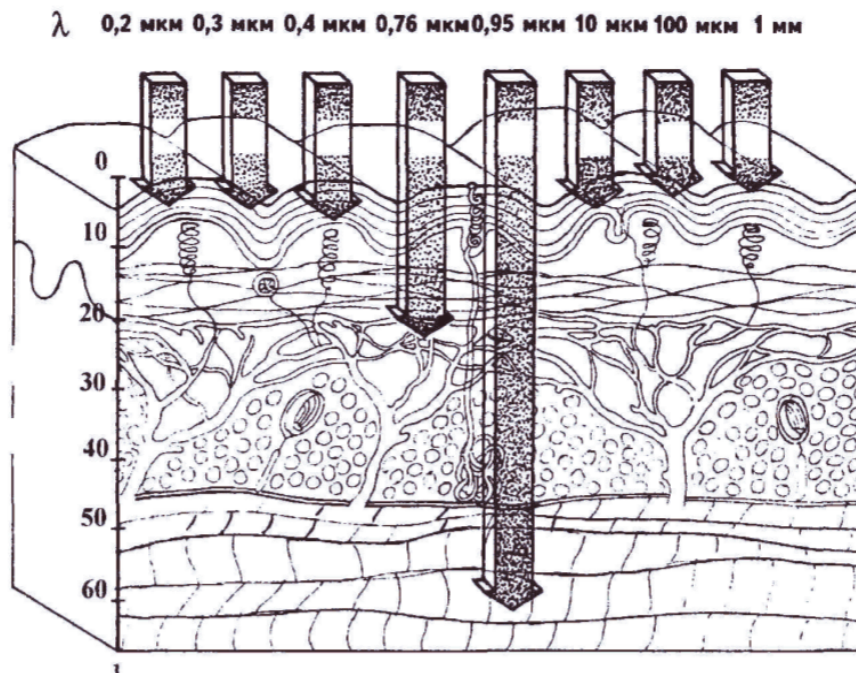


Рисунок 1 – Проникающая способность оптического излучения в различные слои кожи: по оси абсцисс – длина волны в мкм, по оси ординат – проникающая способность в мм [1]

Поглощаемое тканями организма ИК-излучение трансформируется в тепловую энергию, что приводит к быстрому локальному повышению температуры облучаемых участков на 1-2°C. Одновременно с облучением или сразу после него возникает нестойкая ИК-эритема до 4 ч. При поглощении квантов ультрафиолетового излучения в коже протекают следующие фотохимические и фотобиологические реакции: разрушение белковых молекул (фотолиз), образование более сложных биологических молекул (фотобиосинтез) или молекул с новыми физико-химическими свойствами (фотоизомеризация), а также образование биорадикалов [1].

Каждому из участков оптического спектра свойственно преимущественно тепловое или химическое действие. Излучение в верхней половине оптического спектра (инфракрасное, красное, оранжевое и желтое) характеризуется выраженным тепловым действием, а в нижней половине (ультрафиолетовое) – преимущественно химическим действием [2].

Полихроматическое поляризованное излучение за счет присутствия инфракрасного излучения вызывает в коже выделение тепла, которое изменяет импульсную активность термомеханочувствительных волокон кожи, активирует сегментарно-рефлекторные и местные реакции микроциркуляторного русла. Интегральное видимое излучение избирательно поглощается молекулами хромофоров различных типов и вызывает транскутанную фотомодификацию компонентов крови и эндотелия в сосудах микроциркуляторного русла. Зарегистрированы структурные изменения мембран эритроцитов, улучшение их реологических и транспортных свойств, а также усиление кровотока за счет активации видимым спектром NO-синтазы, дезагрегация тромбоцитов, активация антикоагулянтной и фибринолитической систем плазмы [3].

Скорость кровотока является важным физиологическим фактором. Ускорение кровотока приводит к улучшению доставки различным органам кислорода и питательных веществ, а также выводу шлаков и токсинов, ускорению метаболизма, уменьшению воспалительного отека и восстановлению поврежденных тканей [4].

**Методика исследования.** Для проведения исследования была взята группа добровольцев. В качестве косвенно наблюдаемого объекта, к которому будет приложено сочетанное воздействие, была выбрана правая рука.

Аппарат Биоптрон *MedAll* использовался для светотерапии поляризованным квантовым излучением. Номинальная мощность галогеновой лампы аппарата составляет 20 Вт, длина волны излучения – 480 - 3400 нм, диаметр цветофильтра – 5 см, время светотерапии – 30 с, 60 с и 90 с, расстояние от источника излучения до наблюдаемого объекта – 4 см. Для облучения аппаратом были выбраны красный, желтый и синий фильтры, так как именно эти спектры квантового излучения являются наиболее применяемыми в светотерапии.

Аппарат РЕФТОН-01-РФТЛС использовался для лазерной терапии. Длина волны лазерного излучения (ЛИ) – 650 нм, мощность ЛИ – 10 мВт, режим воздействия – непрерывный, время воздействия – 30 с, 60 с и 90 с, расстояние от источника излучения до наблюдаемого объекта – 4 см.

Аппарат Нейро-МС/Д использовался для воздействия импульсным магнитным полем. Амплитуда магнитной индукции регулируется от 0 до 100 % от максимальной (4 Тл). Для воздействия импульсным магнитным полем была выбрана амплитуда 20% от максимальной (800 мТл). Это позволит наблюдать эффект воздействия только от изменения спектра квантового излучения и исключит негативный эффект магнитного поля на здоровое тело. Расстояние от источника излучения (кольцевого индуктора) до наблюдаемого объекта составляла 2 см.

При проведении эксперимента наблюдался накопительный эффект от предыдущих воздействий, поэтому между каждым воздействием и измерением выдерживалась пауза в 1 минуту.

Воздействие проводилось при расположении руки таким образом, чтобы ладонь смотрела вверх. Расстояние между электродами, находящимися на поверхности руки, составляло 10 см. Осциллографом измеряли падение напряжения, возникающее в тканях при воздействии импульсным магнитным полем.

**Проведение исследований.** Исследования сочетанного воздействия импульсного магнитного поля и поляризованного квантового излучения на параметры внутренних тканей тела человека осуществлялись при следующей организации рабочего пространства (рисунок 2).

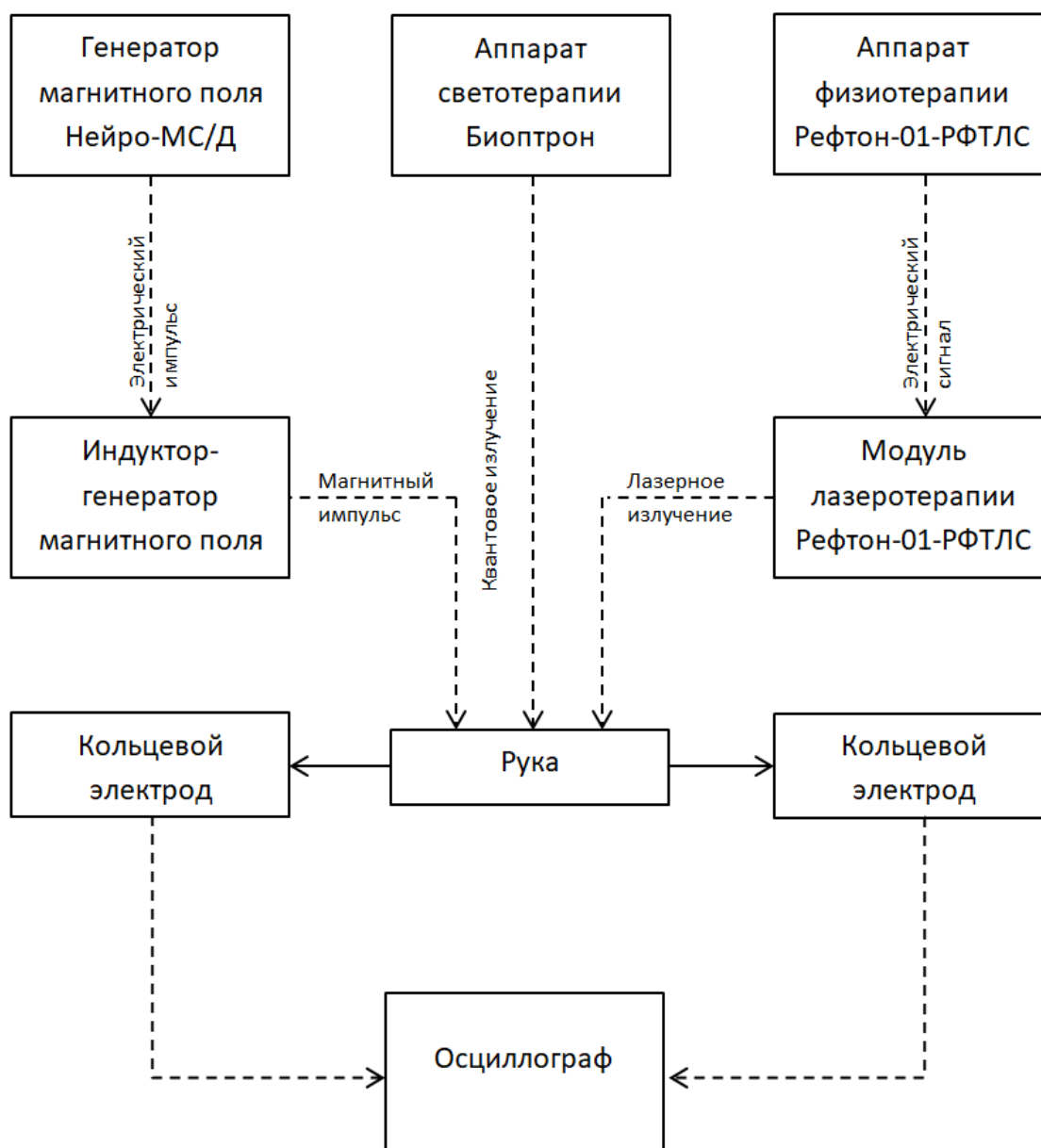


Рисунок 2 – Рабочее пространство

В результате измерения контрольных данных о напряженности электрического поля в наблюдаемом объекте и измерений при вспомогательном воздействии квантового излучения, были получены следующие данные сравнения (рисунок 3).

Значения напряжения, создаваемого импульсным магнитным полем в тканях, зависят от сопротивления кожного покрова под электродами, сосудистой ткани и кровотока – это кратчайший путь прохождения тока по телу. Кожа – главный источник сопротивления в системе электрод-человек-электрод, кроме воздуха между контактами, но он нейтрализуется специальными контактными гелями. Основное воздействие магнитного поля будет приходиться на кровоток. Воздействие квантового излучения – в зависимости от его глубины проникновения. Из-за специфики формы магнитного импульса (один период синусоиды) сосуды будут ритмично сжиматься и разжиматься, стимулируя тем самым силу кровотока, и уменьшая сопротивление сосуда и уменьшая напряжение. Дополнительное квантовое воздействие должно так же снижать напряжение в зависимости от своего типа и времени воздействия.

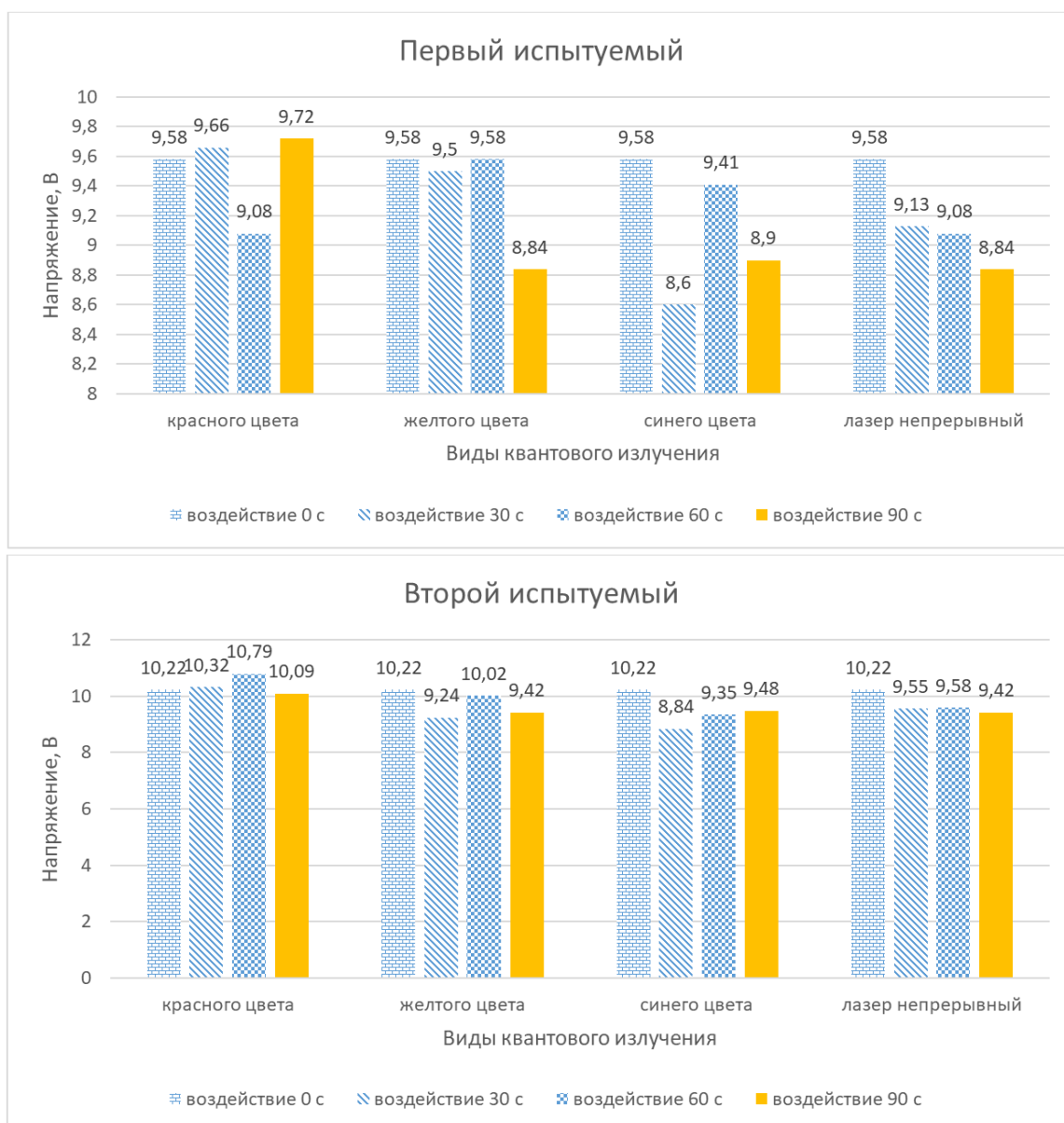


Рисунок 3 – Сравнение значений импульсного отклика в тканях до и после воздействия квантовым излучением разного типа

Воздействие квантовым излучением красного цвета. Напряжение должно падать, но у первого подопытного оно растет (свидетельство сильного теплового эффекта, повышение температуры, из-за чего проводник увеличивает сопротивление), а у второго оно постепенно увеличивается при малом времени воздействия, а затем начинает уменьшаться, то есть начинает влиять на кровоток. Излучение красного цвета имеет наименьшую энергию из всего видимого спектра, время на получение эффекта от воздействия, но тенденция заметна. Так же влияет толщина кожного покрова, так как она поглощает значительный процент энергии квантов. Так же возможна ошибка измерений, что видно у первого подопытного.

Воздействие квантовым излучением желтого цвета. Глубина проникновения желтого цвета меньше, чем у красного, но переносимая энергия больше. В результате близкого залегания артерий к кожному покрову, излучение желтого цвета воздействует на сосуды и, за счет более высокой энергии, чем у красного цвета, значительно усиливают кровоток на коротком времени воздействия.

Воздействие квантовым излучением синего цвета. Синий цвет наиболее близок к фиолетовому и имеет минимальную глубину проникновения и энергию кванта, близкую к максимальной. Глубина его проникновения не глубже кожного покрова, но в кожном покрове

так же находятся малые сосуды, на которые и приходится воздействие синего света. Напряжение так же значительно снижается из-за воздействия на кожный покров и его кровоток. Однако со временем температурный эффект возобладает, происходит нагрев кожи и ее сопротивление растет, но на малых временных диапазонах воздействия, активация кровотока компенсирует эффект нагрева.

Воздействие когерентного квантовым излучением красного цвета. Энергия квантов и глубина проникновения аналогична с обычным квантовым излучением красного цвета, но когерентность позволяет одновременно, точно доносить большие пачки квантов, что усиливает воздействие в разы. При воздействии лазером у обоих подопытных напряжение значительно снижается, что свидетельствует о преобладании эффекта на сосуды над тепловым эффектом всех окружающих тканей. Со временем этот эффект будет ослабляться.

**Заключение.** Полученные результаты показывают уменьшение падения напряжения на тканях напряжения в тканях, в результате воздействия магнитного поля после квантового воздействия различных цветов, что свидетельствует о ускорении процессов в основном объекте воздействия – сосудах. Применяемые спектры квантового излучения, в качестве дополнительного воздействия для магнитного поля, эффективны при определенных условиях воздействия.

### Список литературы

1. *Основы физиотерапии и курортологии: учебное пособие / Г. А. Мороз – Симферополь: Медицинская академия имени С. И. Гергиевского, 2015. – 243 с.*
2. *Карандашов, В. И. Фототерапия: руководство для врачей / В. И. Карандашов – Москва: Российская академия естественных наук, 2001. – 389 с.*
3. *Хромотерапия (цветотерапия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medicus-curat.ru/services/procedurnyj-kabinet/xromoterapiya-cvetoterapiya/>. – Дата доступа: 10.01.2022*
4. *Влияние сочетанного воздействия ультразвуковых и магнитных полей на скорость периферийного кровотока = Influence of the combined impact of ultrasonic and magnetic fields on the velocity of peripheral blood flow / В. И. Гойдь [и др.] // Медэлектроника – 2020. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XII Международной научно-технической конференции, Минск, 10 декабря 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020. – С. 64–70.*

UDC 51-76; 615.8

## INFLUENCE OF THE COMBINED EFFECT OF A PULSED MAGNETIC FIELD AND POLARIZED QUANTUM RADIATION ON THE PARAMETERS OF THE INTERNAL TISSUES OF THE HUMAN BODY

*Semenchik I.N., Harokh P.I.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Bondarik V.M. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT*

**Annotation.** The influence of the outlined effect of a pulsed magnetic field and polarized quantum radiation of the red, yellow and blue spectrum, as well as a laser of the red spectrum of continuous frequency and learning on the parameters of physiotherapy procedures based on the previously developed methodology on the human hand is considered. The authors came to the conclusion that local light radiation weakens the effect of a magnetic field, namely an electric current, due to increased blood flow in the body. The authors cite a part of the tables with the collected experimental data, histograms and come to a preliminary conclusion about the increase in the effectiveness of magnetotherapy, in combination with light therapy.

**Keywords:** light therapy, magnetotherapy, quantum radiation, blood flow