

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 51-76; 615.8; 616.005.2

Семенчик  
Илья Николаевич

Исследование сочетанного воздействия магнитных полей и  
квантового излучения на параметры  
физиотерапевтических процедур

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра  
по специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии»

---

Научный руководитель

Бондарик Василий Михайлович  
кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2023

## **ВВЕДЕНИЕ**

В современной медицине все больше получают популярность неинвазивные методы лечения заболеваний. Наиболее популярным является электролечение постоянным и переменным токами.

Для людей во время проведения реабилитационных мероприятий после полученных травм, а также людей с кожными заболеваниями, важна эффективность реабилитационных процедур для ускорения процесса выздоровления. Магнитное поле используется для воздействия на кровоток, головной мозг, применяется при тканевых повреждениях, ушибах, травмах мягких тканей, переломах костей. В то время как, в настоящее время квантовое излучение является весьма востребованным видом физиотерапевтического лечения кожных заболеваний, ускорения заживления ран, язв. На сегодняшний момент эффективность сочетания квантового излучения и магнитного поля не исследована в должной мере, поэтому представляет научный интерес.

Квантовое излучение применяется в качестве лечебного фактора в процедуре, которая называется светотерапия (светолечение). Светолечение относится к неинвазивным методам лечения заболеваний пациента.

Светотерапия – это физиотерапевтическая методика лечения с помощью направленного сконцентрированного потока света, который может быть поляризованным или когерентным. В работе исследуется воздействие поляризованного света красного, синего и желтого цвета, а также когерентный поток света – лазер 630-670 нм.

Магнитотерапия – это метод, в котором применяется переменное низкочастотное (50 Гц), постоянное магнитное поле, импульсное магнитное поле. В работе исследуется воздействие импульсного магнитного поля 50 Гц.

На сегодняшний день эффективность сочетанного использования квантового излучения видимого спектра и магнитного поля не исследована в должной мере.

Магнитное поле используется в комплексе лечебных мероприятий, называемых магнитотерапия. Магнитотерапия – одна из разновидностей неинвазивного способа лечения. Наибольшую популярность получило при лечении болезней суставов, воспалений, стимуляции кровообращения.

Цель магистерской диссертации, в нахождении наиболее энергетически и физиологически эффективного совмещения параметров квантового излучения видимого спектра и импульсного магнитного поля, для усиления лечебного эффекта физиотерапевтических процедур.

В течении исследования будут проводиться совмещения различных квантовых излучений (хромотерапия, лечение лазерным излучением) и импульсного магнитного поля.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Цель исследования:** определить эффект сочетанного воздействия квантового излучения и магнитного поля на параметры физиотерапии.

**Задачи исследования:**

- определить электрические параметры тканей организма человека при сочетанном воздействии квантового излучения и магнитного поля,
- разработать методику исследования влияния квантового излучения на параметры магнитного поля,
- провести исследование параметров сочетанного воздействия квантового излучения и магнитного поля.

**Объект исследования:** методы сочетания квантового излучения и магнитного поля в физиотерапии.

**Предметом исследования:** электрические параметры организма человека под воздействием сочетанного квантового излучения и магнитного поля.

Автор осуществил: постановку задачи, разработку методики проведения исследований, проведение исследований, анализ результатов и формулировку выводов.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение научных результатов проводилось совместно с научным руководителем: кандидатом технических наук, доцентом кафедры ЭТТ УО «БГУИР» Бондариком В.М.

**Научная значимость:** методика сочетания квантового излучения и магнитного поля. Результаты исследования желтого света в сочетании с магнитным полем.

**Научная новизна:** метод сочетания квантового излучения и магнитного поля.

**Практическая значимость:** оптимизация процесса терапевтических процедур светотерапии и магнитотерапии в комплексе, проведения дальнейшего исследования сочетанного воздействия квантового излучения и магнитного поля при новых параметрах, а также в сочетании с другими формами воздействий.

Результаты исследования могут быть полезны при разработке нового аппаратного обеспечения для кабинетов физиотерапии, которое способно комбинировать две наблюдаемых формы воздействия, в одном устройстве.

Защищаемые положения:

1. Сочетание воздействий квантового излучения и магнитного поля на местные параметры физиотерапии.
2. Сочетанное воздействие квантового излучения и магнитного поля приводит к повышению параметров.

**Апробация результатов диссертации**

Результаты исследования были представлены на 58-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (апрель 2022 г., Минск, БГУИР), на I международной научно-практической конференции АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ (октябрь 2022 г., Полоцк, ПГУ), на XIII Международной научно-технической конференции «МЕДЭЛЕКТРОНИКА – 2022» СРЕДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (декабрь 2022 г., Минск, БГУИР), Результаты исследования были представлены на 59-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (апрель 2023 г., Минск, БГУИР). По материалам диссертации опубликовано 4 статьи, 4 материала конференции.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из общего введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка.

Общий объем диссертации составляет 76 страницы, 33 иллюстрации, 19 таблиц, 30 наименования в библиографическом списке.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В первой главе было проведен обзор современных методов применения квантового излучения и магнитного поля в физиотерапевтических процедурах. Были подробно описаны физико-биологические процессы, протекающие при воздействии на человеческий организм квантового излучения и магнитного поля как по отдельности, так и в сочетании оных. Так же были приведены методики одиночных и сочетанных процедур двух воздействия, а так же аппаратное обеспечение.

Во второй главе были разработаны методики проведения исследований сочетанного воздействия квантового поляризованного когерентного излучения и импульсного магнитного поля на биообъекте, заменяющей ткани человека и самом человеке.

В третьей главе представлены результаты исследование сочетанного воздействия квантового излучения и магнитного поля, сначала на биообъекте, затем на человеке по ранее разработанным методикам.

В четвертой главе описаны рекомендации и возможные применения результатом исследования сочетанного воздействия двух форм воздействия. Результаты актуальны для внесения корректив, направленных на увеличение эффективности физиотерапевтических процедур, а также разработку новых методик. Вторым способом применить результаты исследования, является продолжения и углубление исследования в той же сфере, либо с заменой одной/нескольких переменных, а также добавления новых.

Сочетанное воздействие квантового излучения и магнитного поля на человека является сложным процессом, ввиду сложности структуры человеческого организма и большого количества внешних факторов, влияющих на возможные результаты испытаний. Исследование показало эффективность проведения физиотерапевтических процедур при последовательном применении квантового излучения, а потом магнитного поля, приводящих к усилению кровотока в области воздействия.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Из найденных теоретических данных о квантовом излучении основное внимание уделялось тепловому эффекту квантового излучения, его проникающей способности в ткани тела человека и энергетические характеристики в зависимости от цвета видимого

излучения. Данные параметры являются основными в физиотерапии квантовым излучением.

Для магнитного поля основное внимание уделялось импульсному магнитному полю, как наиболее эффективный тип магнитного поля для проведения физиотерапии.

Разработка методик исследования, для разных подопытных образцов, ограничивалось аппаратным обеспечением университета.

Квантовое излучение в обоих случаях одинаково по длительности воздействия и по цветам, так как является основным объектом исследования.

Магнитное поле на втором этапе исследования сильно снижено.

По результатам из первого этапа исследования, проводимого на биомассе, квантовое излучение, видимого спектра излучения, имеет разные параметры воздействия в зависимости от поляризации и когерентности, при прочих идентичных параметрах. При воздействии красным поляризованным излучением, глубина проникновения квантов максимальна из видимого спектра, повышение температур происходило в тканях по всей глубине биомассы, в тканях наблюдалось увеличение максимально на 103% от номинального значения напряжения. При воздействии желтым поляризованным излучением эффект имел место только в верхних слоях биомассы, однако передача тепловой энергии, повышение температуры тканей проходил гораздо быстрее, в тканях наблюдалось увеличение максимально на 119% от номинального значения напряжения. При воздействии синим поляризованным излучением кванты проникали не дальше верхних слоев эпидермиса, в тканях наблюдалось увеличение максимально на 144% от номинального значения напряжения. При использовании когерентного лазерного излучения красного спектра, в тканях наблюдалось увеличение максимально на 181% от номинального значения напряжения при непрерывном квантовом излучении, на 163% при частоте 5 Гц и 163% при 125 Гц. Хотя максимальный прирост при частоте 5 Гц и 125 Гц одинаковое, сама же картина изменения напряжения больше при частоте 125 Гц.

По результатам из второго этапа исследования, проводимого, при участии группы добровольцев, на живой руке человека для наблюдения эффективности подобного сочетания двух физиотерапевтических процедур: светотерапии, магнитотерапии. Основное осложнение системы – активное кровообращение наблюдаемого объекта. В результате теплового воздействия на ткани, они расширяются, вместе с ними расширяются и стенки сосудов, что увеличивает их пропускную способность. Импульсное магнитное поле, формой сигнала один период синусоиды, создает ритмическое сокращение стенок сосудов, за счет ускоряет кровоток механическим образом. Огромное влияние оказывает тканевые параметры руки – возраст кожи, количество жировых тканей. Чем старше кожа и чем больше жировая прослойка, тем больше времени необходимо воздействовать, в первую очередь у таких подопытных шел нагрев тканей. Напряжение при предварительном воздействии красным цветом повышалось максимально на 9,2%

от номинального, при воздействии желтым повышалось на 20,1%, при воздействии синим повышалось на 18%, при воздействии лазером повышалось на 22,1%. Такие результаты получены в следствии недостаточного времени облучения – 90 секунд мало, для получения желаемого эффекта. У подопытных с молодой кожей и низким содержанием жировых тканей наблюдался обратный эффект – напряжение уменьшалось, что свидетельствовало о усиленном кровотоке. Напряжение при предварительном воздействии красным цветом снижалось максимально на 24% от номинального, при воздействии желтым повышалось на 11,7%, при воздействии синим повышалось на 46,8%, при воздействии лазером повышалось на 25%. Так же возможен психологический эффект.

Результаты исследования могут пригодиться как для разработки новых практик по неинвазивному лечению, так и для исследований со схожим объектом или методикой.

Для новых исследований со схожим объектом и методиками, результаты исследования применимы, как для продолжения и углубления исследования, так и для изменения некоторых переменных исследования, а также абсолютно нового, с частичным применением результатов. Под новыми исследованиями подразумевается исследование сочетания квантового излучения или магнитного поля с иного рода воздействием или эффектом. Для продолжения достаточно изменить любую из переменных данного исследования: время воздействия, силу магнитного импульса, расстояния, поляризованность. Так же возможно изменение порядка воздействия, одновременное воздействие, а также использование дополнительной обработки кожи.

Для новых практик неинвазивного лечения, результаты исследования применимы, как для повышения эффективности существующих методик физиотерапии, так и для разработки новых. Повышение эффективности возможно достичь через изменение существующих методик, с учетом результатов исследования, через изменение сил воздействия квантового излучения и магнитного поля. В разработке новой методики могут быть полезны все параметры исследования, от формы сигнала импульсного магнитного поля, до расстояния источников воздействий.

Также результаты исследования можно применить при разработке новой физиотерапевтической аппаратуры, сочетающей воздействие квантового излучения и магнитного поля.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ**

[1-А] Влияние сочетанного воздействия импульсного магнитного поля и квантового поляризованного излучения на параметры биологических тканей =  
The effect of the combined effect of a pulsed magnetic field and quantum polarized

radiation on the parameters of biological tissues / И. Н. Семенчик [и др.] // Медэлектроника–2022. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XIII Международной научно-технической конференции, Минск, 8-9 декабря 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; отв. за вып.: М. В. Давыдов. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 213–218.

[2-А] Исследование воздействия квантового излучения на восстановительный процесс дельтовидной мышцы человека = Study of the effect of quantum radiation on the restoration process of the human deltoid muscle / П. И. Горох [и др.] // Медэлектроника–2022. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XIII Международной научно-технической конференции, Минск, 8-9 декабря 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; отв. за вып.: М. В. Давыдов. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 219–224.

[3-А] Семенчик, И. Н. Методика исследования сочетанного воздействия магнитного поля и квантового излучения на параметры физиотерапевтических процедур / И. Н. Семенчик, П. И. Горох // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2022. – С. 476–478. – Режим доступа : <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/46926>.

[4-А] Горох, П. И. Методика исследования сочетанного воздействия светотерапии и физических нагрузок высокой интенсивности / П. И. Горох, И. Н. Семенчик // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2022. – С. 370–372. – Режим доступа : <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/46926>.

[5-А] Семенчик, И. Н. Влияние сочетанного воздействия импульсного магнитного поля и квантового излучения на напряженность электрического поля во внутренних тканях биообъекта / И. Н. Семенчик, П. И. Горох, В. М. Бондарик // Актуальные проблемы физики, электроники и энергетики [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I Международной научно-практической конференции, Новополоцк, 27–28 окт. 2022 г. / Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой. – Новополоцк, 2023. – С. 146-150.

[6-А] Горох, П. И. Влияние сочетанного воздействия светотерапии и физических нагрузок высокой интенсивности на электрические и физиологические параметры дельтовидной мышцы человека / П. И. Горох, И. Н. Семенчик, В. М. Бондарик // Актуальные проблемы физики, электроники и энергетики [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I Международной научно-практической конференции, Новополоцк, 27–28 окт. 2022 г. / Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой. – Новополоцк, 2023. – С. 112-117.

[7-А] Семенчик, И. Н. Влияние сочетанного воздействия импульсного магнитного поля и поляризованного квантового излучения на параметры внутренних тканей человеческого тела и кровотока / И. Н. Семенчик, П. И. Горох // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17-21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023 (в печати).

1. [8-А] Горох, П. И. Повышение эффективности высокоинтенсивных физических нагрузок при проведении процедур светотерапии / П. И. Горох, И. Н. Семенчик, Раджабов Ш. Ф. // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17-21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023 (в печати).