

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

УДК 51-76; 612.7; 616.747.11

Горох  
Павел Игоревич

Исследование сочетанного воздействия светотерапии и  
физических нагрузок (высокой интенсивности) на параметры  
физиотерапевтических процедур

### **АВТОРЕФЕРАТ**

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

---

Научный руководитель  
Бондарик Василий Михайлович  
канд. техн. наук, доцент

---

Минск 2023

## ВВЕДЕНИЕ

Для профессиональных спортсменов очень важно повышение эффективности тренировочного процесса в условиях спортивной конкуренции.

Физические упражнения – эффективное профилактическое средство, предохраняющее человека, как от заболеваний, так и от преждевременно наступающей старости. В то время как в настоящее время светотерапия является весьма востребованным видом физиотерапевтического лечения таких болезней, как артрит, остеоартрит, а также облегчения течения некоторых хронических заболеваний суставов. На сегодняшний момент эффективность сочетания светового воздействия с физическими нагрузками не исследована в должной мере, поэтому представляет научный интерес.

Светотерапия – это современная лечебная методика, которая находит широкое применение в медицине и в косметологии. За счет воздействия импульсов излучения на ткани, регулирования светопотока, плотности и количества фотовспышек и интервалов между ними можно во время процедуры можно добиться желаемого результата. Благодаря общей возможности оптимизации терапия обладает широким спектром лечения и решает многие личного характера проблемы пациента.

Во время проведения светотерапии в кожных покровах стимулируется процесс обмена веществ, который жизненно важен для тканей человека: усиленно вырабатывается коллаген и эластин, а меланин и билирубин распадаются.

Занятия физическими упражнениями в свою очередь увеличивают активность обменных процессов. Работающие мышцы нуждаются в большем количестве кислорода и питательных веществ, а также в более быстром удалении продуктов обмена веществ.

**Актуальность темы магистерской диссертации.** В условиях высокого уровня конкуренции современных спортсменов стоит задача повышения эффективности восстановительного этапа подготовки, как после всего ежедневного тренировочного цикла спортсмена, так и в промежутке между физическими упражнениями в течение тренировки.

На сегодняшний день эффективность взаимного использования излучения видимого поляризованного света и физических нагрузок высокой интенсивности не исследована в должной мере, поэтому представляет научный интерес.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Светотерапия – это физиотерапевтическая методика лечения с помощью направленного сконцентрированного потока света (лазерного луча). Светотерапия применяется практически во всех областях современной медицины: офтальмология, гинекология, урология, стоматология, хирургия, кардиохирургия, ортопедия, педиатрия, онкология.

Занятия физическими упражнениями в свою очередь увеличивают активность обменных процессов. Работающие мышцы нуждаются в большем количестве кислорода и питательных веществ, а также в более быстром удалении продуктов обмена веществ. Это достигается благодаря тому, что в мышцы притекает больше крови и скорость тока крови в кровеносных сосудах увеличивается.

Процедуры воздействия квантовым излучением являются актуальным способом борьбы с целым рядом заболеваний суставов и мышечных групп.

### **Цель и задачи исследования.**

**Цель исследования.** Повышение эффективности физических нагрузок за счет сочетания вместе со светотерапией.

### **Задачи исследования:**

- разработать программу физических нагрузок для дальнейшего исследования;
- определить отслеживаемые электрические параметры тканей организма человека при сочетанном воздействии светотерапии и физических нагрузок;
- разработать методику исследования влияния светотерапии на эффективность физических нагрузок;
- провести исследование эффективности физических нагрузок под влиянием воздействия светотерапии.

**Объект исследования:** дельтовидная группа мышц рабочей руки человека.

**Предмет исследования:** режимы воздействия светотерапии на электрические параметры тканей организма человека в сочетании с физическими нагрузками высокой интенсивности.

**Научная значимость работы** заключается в разработке методики проведения исследования влияния светотерапии на эффективность физических нагрузок.

**Практическая значимость работы** заключается в определении отслеживаемых электрических параметров тканей организма человека при сочетанном воздействии светотерапии и физических нагрузок.

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии».

**Личный вклад магистра.** Автором осуществились: постановка задачи, разработка методики проведения исследований, проведение исследований, анализ результатов и формулировка выводов.

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

**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), на 59-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (апрель 2023 г., Минск, БГУИР) По материалам диссертации опубликовано 4 научных статьи и 4 доклада на научных конференциях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из общего введения, четырёх глав, заключения. Общий объем диссертации составляет 49 страниц, 22 иллюстрации, 13 таблиц, 54 наименования в библиографическом списке.

**Защищаемые положения:**

1 Сочетание процедур светотерапии с высокоинтенсивными физическими нагрузками стабилизирует частоту сердечных сокращений спортсменов.

2 Процедуры светотерапии повышают выносливость и резистивность к нагрузкам в ходе высокоинтенсивных физических упражнений.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении описана актуальность проведения исследования сочетанного воздействия высокоинтенсивных физических нагрузок и светотерапии.

В первой главе было проведено изучение современных методов физиотерапевтического воздействия световым излучением. Были подробно описаны физико-биологические процессы, которые протекают в человеческом организме во время проведения процедур светотерапии. Для дальнейшего проведения исследований были рассмотрены наиболее актуальные и популярные аппараты светотерапии.

Во второй главе была разработана методика исследования влияния светотерапии на эффективность физических нагрузок.

В третьей главе представлено исследование сочетанного воздействия светотерапии и физических нагрузок высокой интенсивности, которое было успешно проведено по ранее разработанной методике.

В четвертой главе приведены рекомендации по применению результатов исследования сочетанного воздействия светотерапии и физических нагрузок высокой интенсивности. Результаты актуальны для оптимизации процесса занятия спортом и дальнейшего исследования сочетанного воздействия светотерапии физических нагрузок на другие мышечные группы человеческого организма.

В заключении диссертации приведены следующие выводы о результатах проведенного исследования:

1 Сочетанное воздействие светотерапии и физических нагрузок высокой интенсивности на человека является комплексным процессом, ввиду сложности структуры человеческого организма и большого количества внешних факторов, влияющих на возможные результаты испытаний.

2 Исследование показало эффективность проведения процедур светотерапии после физических нагрузок, что сказалось на улучшении спортивных результатов испытуемых.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над диссертацией было проведено изучение современных методов физиотерапевтического воздействия светом и его физико-биологических параметров. На основе анализа литературы были определены основные аспекты физиологического и лечебного воздействия светотерапии, а также рассмотрены некоторые проблемы ее сочетанного воздействия. В ходе сравнительного анализа физиотерапевтических аппаратов и комплексов для проведения исследования был выбран Биоптрон *MedAll*.

Была разработана методика исследования влияния светотерапии на эффективность физических нагрузок, включающая программу физических нагрузок для дальнейшего исследования их влияния на электрические параметры тканей организма человека при сочетанном воздействии светотерапии.

В ходе исследования удалось зафиксировать, что светотерапия не оказывает существенного влияния на ЧСС испытуемых ввиду сильно локализованного воздействия на дельтовидную группу мышц, оказавшегося недостаточным для изменения важных физиологических параметров организма человека.

Рост интегрированного значения амплитуд напряжения дельтовидной мышцы свидетельствует об уменьшении нагрузки на мышечную группу во время выполнения физических упражнений до 13% за счет улучшения циркуляции крови и стабилизации внутримышечных окислительно-восстановительных реакций. Интегральное амплитудное напряжение дельтовидной мышцы  $U_s$  испытуемых, проводивших светотерапию с фиолетовым световым фильтром, оказалось выше, чем у испытуемых, проводивших светотерапию с зеленым и красным световым фильтром на 5,5% и 1,5% соответственно. Уменьшение расстояния от передатчика светового излучения до поверхности воздействия от 15 до 4 см увеличило эффективность восстановительных процедур светотерапии с 2 до 7%. В свою очередь увеличение длительности светотерапии с 4 до 10 минут не оказало существенного влияния на эффективность восстановительных процедур.

Результаты исследования продемонстрировали перспективность совместного использования когерентного светового излучения с физическими нагрузками высокой интенсивности для ускорения послетренировочного восстановительного периода и дальнейшего улучшения достижений профессиональных спортсменов.

Отчет о проверке на заимствования в системе «Антиплагиат» представлен в приложении. Оригинальность работы составила 88,07%.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1-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>.

2-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.

3-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.

4-А Горох, П. И. Повышение эффективности высокоинтенсивных физических нагрузок при проведении процедур светотерапии / П. И. Горох, И. Н. Семенчик, Ш. Ф. Ражабов // 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).

5-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.

6-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>.

7-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.

8-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).