

# ЛАЗЕРНИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ ТЕРАПЕВТИЧНИЙ АПАРАТ

КПІ ім. Ігоря Сікорського

**Анотація.** Лазерний автоматичний терапевтичний апарат - це багатофункціональний пристрій, який використовує лазерну технологію в терапевтичних цілях. Використання лазерів у медичній терапії свідчить про визначальний прогрес, завдяки розробці лазерних автоматизованих терапевтичних апаратів (ЛАТА), які стали трансформаційною технологією в галузі практичної медицини. Розглянута структура ЛАТА, конструктивні особливості, та вплив, який вони мають на біосередовище. Обраний предмет дослідження належить до медичної техніки, а саме до лазерної фізіотерапії і може застосовуватися в терапевтичних цілях при лікуванні захворювань шляхом опромінення враженої області біологічної тканини.

**Ключові слова:** лазерний автоматизований терапевтичний апарат, фізіотерапія, біологічна тканина.

**Abstract.** Laser automatic therapy device is a multifunctional device that uses laser technology for therapeutic purposes. The use of lasers in medical therapy has witnessed significant progress in recent years, with the development of laser automated therapy devices (LATA), which have become a transformative technology in the field of precision medicine. This publication provides an in-depth study of LATAs, their design, functionality, and an overview of the impact they have on treatment. The chosen subject of research belongs to medical technology, namely to laser physiotherapy and can be used for therapeutic purposes in the treatment of diseases by irradiating the affected area of biological tissue.

**Key words:** laser automated therapeutic device, physiotherapy, biological tissue.

## Актуальність розробки.

Лазери широко використовують у медицині, це, зазвичай, основні терапевтичні та хірургічні напрями [1]. Розробка лазерних автоматизованих терапевтичних апаратів є ключовим напрямом у сфері охорони здоров'я, який впливає на інвазивну хірургію, безпеку пацієнтів і універсальність медичних процедур [2]. Лазерний автоматизований терапевтичний апарат використовується в нейрохірургії для високоточного лікування пухлин головного мозку, і він використовує гальванічний дзеркальний скануючий механізм для автоматичного сканування області пухлини та відповідної лазерної абляції [3]. Даний тип систем також використовується для лікування раку простати та автоматичної діагностики дерматологічних розладів обличчя [4]. Розробка лазерного терапевтичного пристрою є складним процесом, який вимагає співпраці між експертами в різних галузях, дотримання нормативних стандартів, а також забезпечення безпеки життєдіяльності [5]. Це також вимагає постійних досліджень і розробок, щоб залишатися в тренді медичних технологій. Останні розробки в лазерній медицині демонструють тенденцію до комбінованих процедур та підвищення ефективності [6]. Лазерна технологія зробила революцію в медицині. Важливим фактором є провідне оптоволокно [7].

## Лазерний автоматизований терапевтичний апарат.

На рис. 1. представлена структурно-функціональна схема лазерного автоматизованого терапевтичного апарату з двома джерелами лазерного випромінювання.

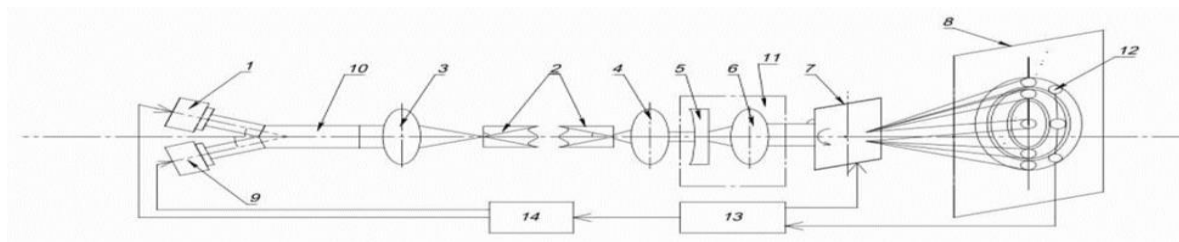


Рис. 1.

Лазерний автоматизований терапевтичний апарат включає джерело лазерного (когерентного) випромінювання, що виконаний у вигляді лазера 1, і волоконно-оптичного світловода 2. Світловод 2 є складовою волоконно-оптичного об'єднувача 10. Між вихідним торцем волоконно-оптичного об'єднувача 10 і вхідним торцем світловода 2 встановлений перший об'єктив 3. Відстань від першого

об'єктива 3 до вхідного торця світловода 2 вибрана менше ніж довжина його фокусної відстані. За вихідним торцем світловода 2 встановлений другий об'єктив 4 з можливістю узгодження апертури другого об'єктива з апертурою пучка, що виходить зі світловоду. Далі послідовно після другого об'єктива 4 встановлений коліматор 11, що включає розсіювальну лінзу 5 та об'єктив 6, який формує пучок паралельних світлових променів. В цьому колімованому пучку встановлений дифракційний елемент 7, дифрагмовані пучки випромінювання якого виконують роль джерел опромінення біологічних (вражених) тканин. Дифракційний елемент 7 виконаний з можливістю його установки під кутом  $\alpha$  до оптичної осі системи та має можливість обертання навколо неї. На поверхні опромінення біологічної тканини 8 вказані розрізи світлових пучків, що представляють собою зону опромінення у відповідних порядках дифрагмованих пучків: 0; +1; -1; +2; -2 і так далі. Вказані зони опромінення відповідають інтенсивності дифрагмованих пучків  $I_0$ ,  $I_{+1}$ ,  $I_{+2}$ , кожна з яких визначається деякою частиною від загальної інтенсивності потоку випромінювання  $I_n$ . При використанні для терапевтичних цілей лазерного випромінювання з декількома довжинами хвиль передбачене застосування додаткових лазерів (джерел лазерного випромінювання) 9, для цього в апараті між лазером 1 і першим об'єктивом 3 встановлений волоконно-оптичний об'єднувач 10. Волоконно-оптичний об'єднувач 10 дозволяє вводити лазерне випромінювання від лазерів з іншими довжинами хвиль та проводити опромінення випромінюванням, що включає декілька довжин хвиль. В зоні опромінення 8 біологічної тканини розміщені температурні датчики 12, які під'єднані до блоку керування 13, а він підключений до блоку живлення джерел лазерного випромінювання (БЖДЛВ) 14. Виходи БЖДЛВ 14 з'єднані з лазером 1 та додатковим лазером 9. Блок керування 13 під'єднаний і до дифракційного елементу 7.

## Висновок.

Розроблений лазерного автоматизованого терапевтичного апарату дає можливість підвищити ефективність та точності фокусування лазерного променя і забезпечує контроль температури в зоні процедурного впливу .

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 444 с. ISBN 978-966-622-942-0 <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27589>
- [2]. Терещенко М. Ф. Дослідження впливу лазерного випромінювання на температурні процеси в біологічних тканинах / М. Ф.Терещенко, Г. С. Тимчик, О. Г. Ляшенко, О. С. Гнатейко. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2015. – №49. – С. 153–158
- [3]. Фан Дук Трі, Цао Дуонг Лі, Конг Хоан Нгуєн, Куос Вао Та, «Розумна низькорівнева система лазерної терапії для автоматичної діагностики дерматологічних захворювань обличчя», Березень 2023р. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics PP(99):1-12, DOI:10.1109/JBHI.2023.3237875
- [4]. Sergey Matvienko, Vadim Shevchenko, Mykola Tereshchenko, Anatolii Kravchenko, Ruslan Ivanenko, “Determination of composition based on thermal conductivity by thermistor direct heating method”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/5 (103), pp. 19–29, 2020. doi: 10.15587/1729-4061.2020.193429.
- [5]. Комарова, О. С. , Терещенко , М.Ф. , Холін, В.В. і др. «Волоконно-оптичний малоінвазивний дифузний розсіювач на оптичному волокні для внутрішньотканинного лазерного впливу», *Опт-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 41, вип. 1, с. 39–46, Трав 2022. DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2021-41-1-39-46>
- [6]. С.М. Павлов,Вальдемар Вуйцік, Р.Л. Голяка,Н.В. Тітова,Л.Є. Никифорова,О.Д. Азаров, М.Ф. Терещенко, В.В.Холін, М.Ф. Богомолів, О.С.Комарова «Особливості проектування теплових сенсорів потоку біомедичного призначення», *Опт-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 44, вип. 2, с. 66–81, Січ 2023. DOI <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2022-44-2-66-81>
- [7]. Комарова , О., Холін, В., Терещенко, М., Павлов , С. І др.. Експериментальне оцінювання однорідності вихідних потоків оптичного випромінювання прямокутної форми при різних варіантах виконання вихідних ділянок світловодних насадок до медичної лазерної апаратури. *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*. 65(1) (Чер 2023), 123–127. DOI:[https://doi.org/10.20535/1970.65\(1\).2023.283458](https://doi.org/10.20535/1970.65(1).2023.283458).

**Терещенко Микола Федорович** – к.т.н., доцент, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ, Україна, e-mail : [agfarkpi@i.ua](mailto:agfarkpi@i.ua)

**Слепчук Вікторія Сергіївна** – студентка, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ, Україна, e-mail : [viktoria.slep4yk@gmail.com](mailto:viktoria.slep4yk@gmail.com)

**Tereshchenko Mykola Fedorovich** – Ph.D., associate professor, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine, e-mail: [agfarkpi@i.ua](mailto:agfarkpi@i.ua)

**Viktoriia Serhiivna Slepchuk** – student, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine, e-mail: [viktoria.slep4yk@gmail.com](mailto:viktoria.slep4yk@gmail.com)