

Ярослав ІВЛЄВ¹, інженер,
Анастасія КОРУНЕЦЬ¹, біолог,
Ольга КОМАРОВА^{1,2}, інженер,
Андрій КАПЛЯ¹, інженер,
Володимир ХОЛІН¹, канд. техн. наук,
Сергій ПАВЛОВ³, д-р техн. наук, проф.,
Лілія КАТЮКОВА⁴, лікар,
Юрій ЗАБУЛОНОВ⁵, д-р. техн. наук, проф.

¹ ПП «Фотоніка Плюс», м. Черкаси, Україна, e-mail: ya.ivlev.fp@gmail.com, amigo811@ukr.net, amkaplya@ukr.net, info@fotonikaplus.com.ua

² Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

³ Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

⁴ ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» м. Київ, Україна

⁵ Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», м. Київ, Україна

АПАРАТ ДЛЯ ВИСОКОІНТЕНСИВНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ “LIKA SCAN”

Анотація. Розроблено апарат “LIKA SCAN” для проведення високоінтенсивної лазерної терапії методом автоматизованого сканування лазерним променем з метою лікування пацієнтів ортопедо-травматологічного профілю, в т.ч. поранених з вогнепальними пошкодженнями покривних тканин, неврологічного профілю та у спортивній медицині. Апарат забезпечує автоматизоване сканування лазерним променем ділянок тіла, забезпечуючи суцільну обробку лазерним випромінюванням обраної ділянки, індивідуальний вибір контурів області сканування, регуляцію їх розмірів та можливість обробки обраної зони з використанням різних видів послідовності переміщення лазерного променя.

Ключові слова: медична апаратура, лазерна терапія, LIKA SCAN, травматологія, ортопедія, реабілітація, високоінтенсивна лазерна терапія

Актуальність дослідження. В останні роки отримали інтенсивний розвиток медичні технології (лазерна термотерапія, НІЛ терапія тощо), що використовують випромінювання ближнього інфрачервоного (ІЧ) діапазону з високою вихідною потужністю з терапевтичною метою.

Високоінтенсивна лазерна терапія (ВІЛТ) передбачає вплив на біологічні тканини лазерним випромінюванням ближнього ІЧ діапазону спектру (довжини хвиль 810 нм і 1060 нм). Оптичне випромінювання цих довжин хвиль слабо поглинається молекулами та атомарними ланцюжками макромолекул біологічних тканин (в основному, обертона коливальних переходів). Це збільшує глибину проникнення випромінювання в тканини з відносно незначним зменшенням щільності потужності випромінювання за глибиною. Поглинена частина лазерного випромінювання індукує в біологічній тканині фотофізичні та фотохімічні ефекти, включно з її переведенням на більш високий рівень вмісту тепла [1, 2].

Збільшення довжини хвилі випромінювання (порівняно з видимим діапазоном спектру) призводить до зменшення розсіювання при проходженні шару біотканини, що забезпечує мінімальні зміни геометрії світлової плями в глибині тканини порівняно із світловою плямою на поверхні.

Під час проведення процедури високоінтенсивної лазерної терапії застосовують однорідні (гомогенні) світлові плями великого поперечного перерізу (десятки міліметрів у діаметрі) [3], що дозволяє обробляти значний об'єм біологічних тканин високоінтенсивним лазерним випромінюванням (потужність – одиниці-десятки Вт) з високою щільністю потужності як на поверхні, так і в глибоких шарах (об'ємна щільність потужності), не спричиняючи при цьому термічного пошкодження тканин.

Високоінтенсивна лазерна терапія (ВІЛТ) є особливо актуальною при лікуванні захворювань опорно-рухового апарату, травм різної локалізації, ран та опіків, в т.ч. поранених з вогнепальними пошкодженнями покривних тканин, неврологічних патологій і у спортивній медицині.

Оскільки проведення процедури ВІЛТ у переважній більшості пов’язане з необхідністю обробки лазерним випромінюванням доволі великих ділянок тіла, використання методики автоматизованого сканування лазерним променем значно оптимізує процес реалізації процедури високоінтенсивної лазерної терапії [4].

Однакова об’ємна щільність потужності у кожному зрізі об’єму ділянки тіла, яка обробляється лазерним променем, забезпечує рівноцінну, контрольовану терапевтичну ефективність лазерної терапії. Автоматизація процесу лазерного сканування забезпечує простоту і зручність проведення процедур ВІЛТ для медичного персоналу. Моніторинг та контроль температури в режимі реального часу забезпечує захист ділянки біологічної тканини, що обробляється, від можливого перегріву.

Мета дослідження. Розробка апарата для високоінтенсивної лазерної терапії “LIKA SCAN” для лікування пацієнтів ортопедо-травматологічного профілю, в т.ч. поранених з вогнепальними пошкодженнями покривних тканин, неврологічного профілю та у спортивній медицині.

Основні матеріали досліджень та результати. Розроблено дослідний зразок апарата для високоінтенсивної лазерної терапії “LIKA SCAN” (надалі апарат). На рис. 1 представлено зовнішній вигляд апарата для високоінтенсивної лазерної терапії “LIKA SCAN”.

Апарат забезпечує автоматизоване сканування лазерним променем ділянок тіла, забезпечуючи суцільну обробку ЛВ обраної ділянки, індивідуальний вибір контурів області сканування, регуляцію їх розмірів та можливість обробки обраної зони з використанням різних видів послідовності переміщення лазерного променя. Це дозволяє здійснювати максимально точний лазерний вплив саме на оброблювану ділянку тіла, не захоплюючи оточуючі тканини.

Сукупність програмних та апаратних елементів забезпечує контроль температури та захист від перевищення граничного рівня інтенсивності лазерного випромінювання під час проведення процедури ВІЛТ методом сканування.

Автоматичний контроль відстані до об’єкта гарантує постійність розмірів та контурів обраної зони сканування і максимальну рівномірність розподілу лазерної енергії в ділянці сканування.

На рис. 2 наведено функціональну схему апарата для високоінтенсивної лазерної терапії “LIKA SCAN”.



Рис. 1. Апарат для високоінтенсивної лазерної терапії «LIKA SCAN»

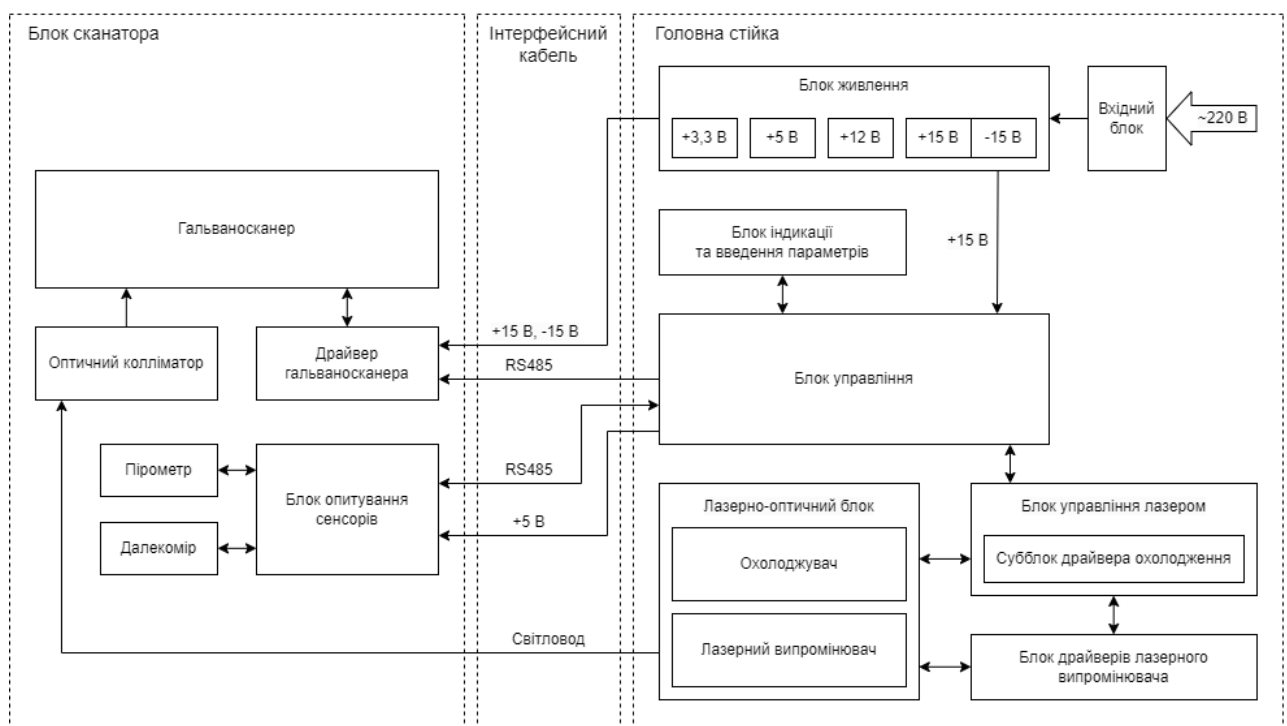


Рис. 2. Функціональна схема апарата для високоінтенсивної лазерної терапії “LIKA SCAN”

Базові технічні характеристики апарата “LIKA SCAN” наведені в Таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики

Тип лазера	діодний
Потужність робочого лазерного випромінювання	20 Вт
Довжина хвилі робочого лазерного випромінювання	1060 нм
Довжина хвилі лазера-пілота (променю наведення)	635 нм
Система охолодження	повітряна
Діаметр пучка робочого лазерного випромінювання	10 мм
Робоча зона сканатора	– мінімальна 30×30 мм – максимальна 300×300 мм
Робоча відстань	150-600 мм
Дисплей	10,4" кольоровий екран з резистивним сенсором
Режими роботи	ручний, автоматичний, адаптивний
Мови інтерфейсу	українська, англійська, російська
Розміри (ширина×висота×довжина)	– основний блок - 480×1040×480 мм – скануючий пристрій - 100×105×253 мм
Вага	36 кг

Висновок

Розроблено апарат “LIKA SCAN” для проведення високоінтенсивної лазерної терапії методом автоматизованого сканування лазерним променем з метою лікування пацієнтів ортопедо-травматологічного профілю, в т.ч. поранених з вогнепальними пошкодженнями покривних тканин, неврологічного профілю та у спортивній медицині.

На даному етапі апарат готується до проходження технічних регламентів.

Література

1. Современные аспекты лазерной терапии / ред. В. Попов. Черкассы : «Вертикаль», издатель С. Г. Кандич, 2012. 608 с.
2. Pavlov S. Information Technology in Medical Diagnostics / ed. by W. Wójcik, A. Smolarz. CRC Press, 2017. 210 p. URL: <https://doi.org/10.1201/9781315098050>.
3. О равномерности распределения плотности мощности лазерного излучения на выходе оптических волокон / В. Войцехович та ін. Актуальні питання застосування лазерів в медицині – 2020 : Матеріали науково-практ. конф., м. Черкаси, 31 жовт. 2020 р. Черкаси, 2021. С. 26–29..
4. Терапия лазерным сканирующим лучом / В. Попов и др. Черкассы : Вертикаль, издатель С.Г. Кандыч, 2016. 52 с.