

УДК 616.14-089  
№ держреєстрації  
Інв. № \_\_\_\_\_

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ НАВКОЛИШНЬОГО  
СЕРЕДОВИЩА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАН УКРАЇНИ»**

Україна, 03142, м. Київ, пр. Палладіна, 34а тел/факс: (38-044) 502-12-29, e-mail: [igns@nas.gov.ua](mailto:igns@nas.gov.ua)

З А Т В Е Р Д Ж У Ю  
Директор Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»  
чл.-кор. НАН України  
**Юрій ЗАБУЛОНОВ**  
\_\_\_\_\_ 2021 р.



**З В І Т**

про науково-дослідну роботу

за договором № 21ДФ028-01-С1 від 10.06.2021 р.

**ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН ВИРОБУ «ІННОВАЦІЙНА ЛАЗЕРНА ТЕРАПЕВТИЧНА УСТАНОВКА «ФОТОНІКС-21», РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ. ТЕСТУВАННЯ УСТАНОВКИ, РОЗРОБКА НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТА ЗАКЛЮЧНОГО ЗВІТУ.**

(заключний звіт)

Науковий керівник НДР  
член-кореспондент НАН України

\_\_\_\_\_

**Юрій ЗАБУЛОНОВ**

2021

Результати роботи розглянуто Вченою Радою ДУ «ІГНС НАН України», протокол від 09.12.2021. № 11

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР завідувач відділу  
член-кореспондент НАН України,  
д.т.н., проф.

  
13.12.21.

Ю.Л.Забулонов  
(вступ, висновок)

Провідний науковий співробітник,  
к.т.н.

  
13.12.21.

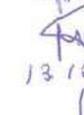
В.М.Буртняк  
(розд. 2, 3)

Науковий співробітник

  
13.12.21.

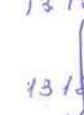
Л.А.Одукалець  
(розд. 1, 2, перелік  
скорочень)

Молодший науковий співробітник

  
13.12.21.

О.В.Пугач (розд. 2, 4)

Молодший науковий співробітник

  
13.12.21.

М.О.Стоколос (розділ 4)

Провідний інженер

  
13.12.21.

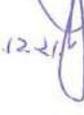
В.О.Ніколенко (розділ 3)

Головний технолог

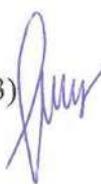
  
13.12.21.

І.В.Тищенко (розд. 4)

Інженер

  
13.12.21.

Д.А.Ярошук (розділ 3)



## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: \_232\_., \_39\_ рис., \_15\_ джерел.

Об'єкт дослідження – система багатофункціональної магнітолазерної терапії для лікування бойових ран та трофічних порушень учасників АТО і ООС

Мета роботи – Розробка та виготовлення інноваційної лазерної терапевтичної установки «Фотонікс-21»

Результати дослідження:

1. Розроблена та виготовлена інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21»: налаштовані та відпрацьовані його складові частини та комплекс в цілому
2. Розроблене та протестоване програмне забезпечення: інтерфейсу введення в систему координат руху променя сканера при проведенні лікувальних процедур, інтерфейсу масштабування зон опромінення променем сканера, структури бази даних для розміщення діагнозу пацієнта, багатофункціонального процесора управління сканером, багатофункціонального інтерфейса управління незалежними каналами, адаптація програмного забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову, моделі управління лазерним променем сканера, режиму автоматичного переміщення лазерного променя, електронного блоку управління незалежними каналами (протокол № 1 від 2021 р.)
3. Проведені атестаційні дослідження комплексу на відповідність технічних параметрів вимогам Технічного завдання договору № 21ДФ028-01-С1 від 10.06.2021 р. (протокол № 2 від 20201 р.)
5. Розроблена нормативно-методична документація щодо використання комплексу
6. Підготовлені до друку та опубліковані 2 статті, оформлений патент України на корисну модель.

ЛАЗЕР, ЛІКУВАННЯ, МАГНІТОЛАЗЕРНА ТЕРАПІЯ, СКАНЕР, КОМПЛЕКС, ВИПРОМІНЮВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Умови одержання звіту: за договором. 252171, Київ, вул. Антоновича, 180, УкрІНТЕІ.

## ABSTRACT

GDR report: \_232\_., \_39\_ fig., \_15\_ sources.

Object of research - system of multipurpose magnetolaser therapy for treatment of combat wounds and trophic disturbances of participants of anti-terrorist operation and OOS

Purpose - Development and manufacture of innovative laser therapeutic unit "Photonics-21"

Research results:

1. Developed and manufactured innovative laser therapeutic unit "Photonics-21": configured and tested its components and the complex as a whole
2. Developed and tested software: interface for entering the scanner beam coordinates during medical procedures, scanning beam irradiation interface, database structure for patient diagnosis multifunction scanner control processor, multifunctional independent channel management interface software adaptation systems in accordance with the Law of Ukraine on the Ukrainian Language scanner laser beam control models, automatic laser beam movement mode, electronic independent channel control unit (protocol № 1 from 2021)
3. Attestation researches of a complex on conformity of technical parameters to requirements of the Technical task of the contract № 21DF028-01-C1 from 10.06.2021 (the protocol № 2 from 20201) are carried out
5. Developed regulatory and methodological documentation for the use of the complex
6. Prepared for publication and published 2 articles, a patent of Ukraine for a utility mode issued.

LASER, TREATMENT, MAGNETIC LASER THERAPY, SCANNER, COMPLEX RADIATION, SOFTWARE

Terms of receipt of the report: under the contract. 252171, Kyiv, street Antonovycha, 180 UkrINTEI.

## ЗМІСТ

Вступ .....	8
1. Дія низькоінтенсивного лазерного випромінювання .....	10
Терапевтичний ефект .....	11
Механізм активації під дією НІЛВ .....	11
Основні параметри лазерних терапевтичних процедур .....	12
2. Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21» .....	21
2.1. Призначення .....	21
2.2. Технічні характеристики .....	21
2.3. Технологічний стенд .....	23
2.4. Програмне забезпечення .....	28
2.4.1. Розробка інтерфейсу введення в систему координат руху променя сканера при проведенні лікувальних процедур .....	28
2.4.2. Розробка інтерфейсу масштабування зон опромінення променем сканера .....	29
2.4.3. Доопрацювання структури бази даних для розміщення діагнозу пацієнта: .....	29
2.4.3.1. С УБД Absolute Database .....	30
2.4.3.2. Структура таблиць БД «Геліос» .....	31
2.4.4. Тестування масштабування та переміщення лазерного променя ...	34
2.4.5. Розробка багатофункціонального процесора управління сканером	35
2.4.6. Адаптація програмного забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову .....	37
2.4.7. Розробка багатофункціонального інтерфейса управління незалежними каналами .....	40
2.4.8. Розробка моделі управління лазерним променем сканера .....	42
3. Підготовка до використання .....	43
4. Порядок роботи .....	44
4.1. Запуск процедури .....	44
4.2. Встановлення параметрів процедури .....	45
4.2.1. Режим роботи каналу «СКАНЕР» .....	45
4.2.2. Режим роботи каналу ВПО .....	48
4.2.3. Режим роботи каналу ЧМЛІ .....	49

4.2.4. Режим роботи каналу СМЛ .....	49
4.2.5. Режим роботи каналу ГЧ-МЛ .....	50
4.2.6. Режим роботи каналу НЛОК .....	50
4.2.7. Режим роботи каналу КОМПЛЕКС .....	51
4.3. Блок-схема установки .....	53
4.4. Маркування .....	53
Висновки .....	55
Перелік наукових праць, виданих командою за результатами виконання проекту .....	59
Перелік посилань .....	59
Додаток А. Креслення на установку .....	61
Додаток Б. Лістинги програмного забезпечення .....	84
Додаток Б.1. Лістинги програм реалізації управління руху лазерного променя .....	85
Додаток Б.2 Лістинги програм реалізації інтерфейсу масштабування зон опромінення .....	109
Додаток Б.3. Лістинги програм програмного забезпечення технологічного стенду .....	111
Додаток Б.4. Лістинги програм реалізації управління незалежними каналами .....	141
Додаток Б.5. Лістинги програм реалізації управління лазерним променем сканера .....	191

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АПВГ	аномалійне прикріплення вуздечки губи
АТО	Антитерористична операція
АФК	активні форми кисню
БАР	біологічно активні речовини
ВЛ	відновне лікування
ВП	позалікарняна пневмонія
ВЛОК	внутрішньовенне лазерне опромінення крові
ГНЛ	гелій-неонові лазери
ДНК	дезоксирибонуклеїнова кислота або просто ДНК
ДАТ	середньодобовий діастолічний артеріальний тиск
ІХС	ішемічна хвороба серця
ІЧ	інфрачервона область спектра
ІС	індекс стимуляції
ЛТ	лазерна терапія
ЛК	ліпідні компоненти
ЛБС	лазерна біостимуляція
НІЛВ	низькоінтенсивне лазерне випромінювання
МР	медична реабілітація
МЛТ	магнітолазерна терапія
МП	магнітне поле
ООС	Операція об'єднаних сил
ПОЛ	перекисне окислення ліпідів
ПІТ	післяопераційна інтенсивна терапія
САТ	середньодобовий систолічний артеріальний тиск
СКБД	система управління базами даних
УФ	ультрафіолет
ФДТ	фотодинамічна терапія
ФДТ	фотодинамічна терапія
ХАП	хронічний апікальний періодонтит

## ВСТУП

Під лазерною ТЕРАПІЄЮ розуміють галузь медицини, яка використовує лазерне випромінювання для впливу непошкодженуваного характеру на фотофізичні і фотохімічні процеси, що відбуваються в живому організмі.

Унікальні властивості лазерного випромінювання відкрили широкі можливості його застосування в різних областях медицини. Однією з таких областей є терапія. Лазерну терапію застосовують в офтальмології, пульмонології, гінекології, урології, кардіології, гастроентерології, дерматології та інших областях медицини.

В процесі освоєння клінічного застосування низькоінтенсивного лазерного випромінювання (НІЛВ) було відзначено його біостимулюючу дію при лікуванні довго не загоєваних ран, виразок, деяких шкірних захворювань, прискорення регенерації кісток при переломах і ін. Це дало розвиток нового напрямку лазерної медицини - лазерної низькоінтенсивної терапії (НІЛТ).

Сучасні ліки стали не тільки більш ефективними, але і більш агресивними. Навіть в країнах з розвинутою фарміндустрією проблема безпеки лікарських засобів виходить на одне з перших місць. За статистикою смертність від побічних реакцій на ліки стоїть в світі на 5 місці після серцево-судинних, онкологічних, бронхо-легеневих захворювань і травматизму. Побічні ефекти від ліків - четверта причина захворюваності по всьому світу. Також проявляється звикання до ліків і алергічні реакції.

Методи лікування лазерною терапією здатні знизити потребу, а іноді і повністю замінити медикаментозну терапію.

Багаторічний досвід використання НІЛТ в медичній практиці свідчить про те, що вона має істотні переваги перед загальноприйнятим медикаментозним лікуванням, такими як:

- відсутність алергічних і токсичних реакцій;
- розширення можливостей амбулаторної реабілітації та профілактики;
- простота, безпека і висока мобільність технологій;
- екологічна чистота і стерильність лазерного світла;
- зниження захворюваності з мінімальними витратами на профілактичні заходи.

До групи низькоінтенсивних прийнято відносити установки, що створюють на опромінюючі об'єкти спектральний світловий потік, що не перевищує величини природної сонячної радіації, тобто не призводять до незворотних змін в біологічних тканинах.

На початковому етапі розвитку НІЛТ лідируюче положення щодо застосування займав He-Ne-лазер. На сьогоднішній день вже широкого поширення набули напівпровідникові лазери,

світлодіоди, так як вони забезпечують необхідну ефективність лікування, а також установки на основі напівпровідникових структур малогабаритні, мобільні, з відносно низькою вартістю.

На сьогодні запровадження в клінічну практику технології лазерної обробки ран м'яких тканин, імунної стимуляції, ран бойового та не бойового ураження є актуальним, а медичні лазерні вироби затребуваними.

## 1 ДІЯ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

У лазерній терапії використовують світлові потоки низької інтенсивності - не більше 100 мВт / см<sup>2</sup>.

Низькоінтенсивне випромінювання справляє помітну терапевтичну дію:

- відновлює еластичність клітинних мембран, нормалізує лімфо і гемомікроциркуляції;
- підвищує енергетичний обмін;
- має протизапальну, знеболювальну, антиалергічну дію;
- стимулює відновлювальні процеси;
- нормалізує загальний імунітет;
- підвищує резистентність організму.

Незважаючи на значну кількість досліджень по вивченню терапевтичного впливу лазерного випромінювання на організм людини, чіткого пояснення його механізмів на сьогодні немає. Виділяють кілька Гіпотіз, що описують типи дії, що чиниться низькоінтенсивних лазерним випромінюванням на біотканини.

### а) електромагнітна

Відомо, що в організації живої природи визначальну роль відіграють електромагнітні сили. Наприклад, всі процеси, що відбуваються в живій клітині: хімічні реакції, іонний обмін, протонне перенесення в мітохондріях і інші - і є насправді прояви електромагнітних сил. Не є винятком і фізіологія на рівні організму. Скорочення серцевого м'яза, кровотік, травлення, передача нервових імпульсів і інше - все це електромагнітні взаємодії. Процеси, що розвиваються при поглинанні енергії НЛІВ, мають також електромагнітну природу - відбувається трансформація енергії електромагнітного поля в біологічні реакції на всіх рівнях організації живого організму, регулювання яких, в свою чергу, здійснюється вже дуже багатьма шляхами - в цьому криється причина надзвичайної багатогранності ефектів, що виявляються в результаті такого впливу.

### б) інформаційна дія

Існує інформаційний тип взаємодії живого організму з зовнішнім середовищем, в ході якого відбувається процес синхронізації внутрішніх ритмів живого організму з ритмами зовнішнього середовища. Електромагнітні поля є енергетичними носіями інформації, тому необхідно розглядати саме інформаційну частину цих полів при взаємодії з живою речовиною.

### в) фотобіологічна дія

У класичній фотобіології, що розглядає специфічну дію світла - фотохімічні реакції, фотосинтез і ін., вивчаються процеси взаємодії пари акцептор-фотон, що забезпечує

фотобіологічний ефект, що полягає в фотофізичній і фотохімічній дії, яка чиниться лазерним випромінюванням. Ця класична теорія носить назву теорії фототермоліза. Для кожного фотоіндукованого процесу необхідно знайти свій акцептор (поглинач, хромофор) фотонів світла із заданою енергією або, інакше, випромінювання з певною довжиною хвилі. При цьому важливими є два фактори:

- загальна кількість енергії, що поглинається, точне число квантів світла, що поглинаються в одиницю часу (оптична щільність енергії); це характеризує можливу кількість реакцій, що здійснюються в одиницю часу (швидкість фотопроцесу);
- величина енергії поглиненого кванта світла (довжина хвилі, колір), визначає енергетику самої фотореакції (встановлює, яка реакція можлива).

### **Терапевтичний ефект**

Наявність терапевтичного ефекту і ступеня його виразності залежить від:

- правильного підбору параметрів випромінювання;
- правильного підбору режиму роботи лазера;
- правильного підбору місця докладання впливу.

Сьогодні для багатьох захворювань встановлені чіткі параметри, що стосуються проведення лазерних процедур, які здатні дати максимальний лікувальний ефект. Вони називаються «терапевтичним коридором».

### **Механізм активації під дією НІЛВ**

Схему взаємодії НІЛВ з біотканиною можна представити таким чином:

- 1) вплив НІЛВ на біотканини;
- 2) фізичні процеси, які при цьому присутні:
  - відображення;
  - розсіювання;
  - поглинання світла.
- 3) ініціація зовнішнього фотоефекту, внутрішнього фотоефекту, електролітичної дисоціації іонів;
- 4) виникнення фотопровідності, фото ЕРС, фотодіелектричний ефект;
- 5) активація фізико-хімічних процесів:
  - утворення електронних збуджених станів;
  - зміна енергетичної активності клітинних мембран;
  - утворення продуктів фотолізу;
  - зміна рН середовища.
- 6) виникнення біологічної реакції:

- активація апарату клітини, окислювально-відновних процесів;
- зниження тривалості фаз запалення;
- зменшення набряків і напруги тканин;
- підвищення поглинання кисню;
- підвищення швидкості кровотока;
- активація транспортування речовин через судинні стінки;
- зростання активності клітин.

7) виклик фотобіологічного ефекту.

### **Біологічні ефекти діляться на три категорії:**

1. первинні: характеризують безпосередні зміни в тканинах;
2. вторинні: комплекс адаптаційних і компенсаційних реакцій, що виникають в результаті первинних ефектів в тканинах, органах і живому організмі в цілому і спрямованих на його відновлення, судинні реакції, стимуляцію біопроцесів або їх пригнічення;
3. ефекти наслідки: можливі утворення токсичних продуктів тканинного обміну

### **Основні параметри лазерних терапевтичних процедур**

#### **I. Довжина хвилі**

Фотофізичні і фотохімічні дії може надаватися випромінюванням з довжиною хвилі, яка поглинається даної біотканиною.

Фотофізична дія обумовлюється нагріванням об'єкта до різного ступеня і поширенням світла в біоткани.

Фотохімічну дію пов'язано з переміщенням електрона на різних орбітах в атомах поглинання світла речовини, його втратою або навпаки приєднанням. На молекулярному рівні це виражається у вигляді фотоіонізації речовини, його фотоокислення або фотовідновлення; фотодиссоціації молекул, їх перебудові-фотофзомеризації, або в безпосередньому руйнуванні речовини-фотолізі.

У різних спектральних діапазонах випромінювання має специфічну дію на об'єкти.

УФ випромінювання переважно поглинається молекулами нуклеїнових кислот, білків і ліпідів. Найбільш сильно воно впливає на азотисті основи нуклеїнових кислот, тому вони більшою мірою піддаються фотохімічним перетворенням, нерідко призводить до мутації і загибелі клітин.

Світло видимої області переважно поглинається Хромофорними групами в білкових молекулах і частково киснем.

У ближній ІЧ області поглинається молекулами білка і кисню, в далекій ІЧ - води, вуглекислоти і киснем.

Випромінювання видимої області, особливо червоного діапазону, а також випромінювання ІЧ діапазону мають найменше негативних наслідків впливу на організм, тому саме лазерні джерела з цими довжинами хвиль використовуються в лазерній терапії.

### **Видиме випромінювання**

Випромінювання даної області спектра має більшу енергію, ніж кванти ІЧ випромінювання. Поряд з тепловим ефектом видиме випромінювання здатне впливати на біохімічні процеси, викликаючи фотохімічний ефект.

Таке випромінювання призводить атоми в збуджений стан, підвищуючи здатність речовин вступати в хімічні реакції.

**Червоне світло:** активізує регенерацію пошкоджених тканин, покращує функціональний стан м'язової тканини, активно впливає на психоемоційний статус людини. Застосовують для лікування:

- лікування бронхо-легеневої системи;
- патологій сітківки ока;
- косоокості;
- короткозорості і ін.

**Зелене світло:** надає регулюючу і нормалізує, врівноважує процеси збудження і гальмування, уповільнює протягом хімічних реакцій.

Зелене світло має неоднозначний вплив на згортаючу систему крові: згортання знижується при процедурах, які тривають 10-15 хвилин і підвищується при збільшенні часу опромінення 20-30 хвилин.

Застосовують для лікування:

- серцево-судинних захворювань;
- глаукоми;
- при хворобах сітківки та зорового нерва;
- короткозорості;
- для зняття спазму мускулатури;
- при лікуванні нервової системи.

**Синє світло:** загальмовує нервово-психічну діяльність, знижує збудливість різних нервових закінчень, має знеболюючу дію.

Застосовують для лікування:

- гіпертонічної хвороби;
- захворювання вуха, горла, носа;
- гепатиті;

- при захворюваннях рогівки і починається катаракті.

### Випромінювання ІЧ області спектра

У терапії застосовують короткохвильове інфрачервоне випромінювання з довжинами хвиль 0.76-1.5 мкм. Випромінювання таких довжин хвиль слабо поглинається поверхневими шарами шкіри і проникає в тіло людини найбільш глибоко. Близько 30% такого ІЧ випромінювання здатне досягти підшкірного жирового шару і більш глибоко розташованих тканин (рис. 1).

Довгохвильове ІЧ випромінювання більш активно поглинається різними верствами шкіри і проникає вглиб гірше.

Кванти ІЧ випромінювання викликають переважно тепловий ефект. Під дію тепла прискорюються біофізичні процеси, підвищується обмін речовин, знижується больова чутливість, а також спричиняють протизапальну дію.

Застосовують для лікування:

- негнійні запальні захворювання внутрішніх органів в підгострій і хронічній фазах;
- обмороження;
- захворювання периферичної нервової системи;
- захворювання і травми суглобів і м'язово-зв'язкового апарату;
- довгостроково незагойні рани і виразки.

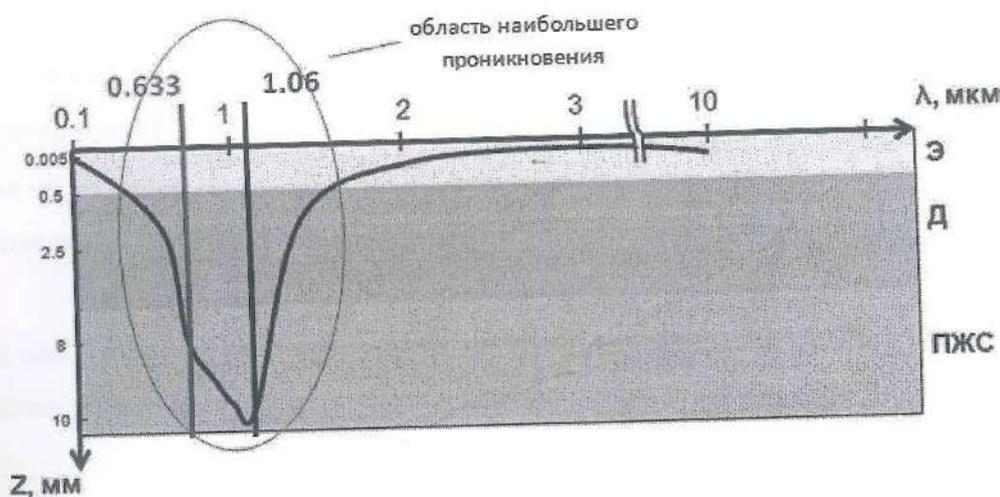


Рис. 1. Глибина проникнення випромінювання по спектральному діапазону

### II Час процедури

При дослідженнях виявлено наступний факт: на початку при впливі лазерного випромінювання здійснюється запуск і нарощування інтенсивності терапевтичних процесів

(фаза адаптації), потім уповільнення терапевтичного ефекту (фаза зниження фізіологічних реакцій), а потім можуть настати деструктивні процеси (фаза пригнічення фізіологічних реакцій). Наприклад, ланцюжок реакцій при опроміненні ІЧ-випромінюванням: почуття тепла - печіння - опік. Саме тому важливим є момент тривалості процедури. Дана характеристика визначається експериментально, може варіюватися від десятка секунд до десятка хвилин.

Для користувача подібними лазерними приладами створюються спеціальні таблиці з розрахованими в них експозиціями, а також схемами, вказівками точки прикладання.

### III Режим впливу

Виділяють безперервний і модульований режими впливу. Часто модульований режим впливу на організм нерідко виявляється ефективніше безперервного, особливо при збігу частот модуляції з біоритмами процесів в тканинах органів.

### IV Методика впливу

Розрізняють вплив:

- локальний (точковий);
- Зонний.

### V Способи доставки випромінювання при лазерній терапії:

1. Черезшкірний вплив лазерного випромінювання: доставка лазерного випромінювання здійснюється через шкіру до відповідної області;
2. Підведення лазерного випромінювання до патологічного вогнища через ендоскопічну апаратуру;
3. Вплив лазерного випромінювання на точки акупунктури: особливий розділ терапії - лазерна рефлексотерапія;
4. Внутрішньовенне лазерне опромінення крові (ВЛОК) - за допомогою світловода, що вводиться в вену;
5. Вплив на очі.

Ефективність лазерної терапії в першу чергу залежить від вибору методів впливу і (або) їх поєднання, а також від того, наскільки технічно правильно ці методи реалізовані. Важливо розуміти, що різні методи лазерної терапії не замінюють, а суттєво доповнюють один одного,

так, забезпечують не тільки включення декількох механізмів регулювання і підтримки гомеостазу, а й різних шляхів їх реалізації.

### V I Методики терапії

- контактна;
- неконтактна.

Лазерне випромінювання може бути передано на об'єкт як дистантно (неконтактно), так і контактним в разі щільного прилягання випромінювача до поверхні.

При дермальному впливі випромінювання по-різному відбивається від поверхні шкіри людини. Наприклад, при неконтактному впливі на шкіру випромінюванням He-Ne лазера (633 нм) приблизно 50% відбивається в простір від її поверхні (пряме відображення) і 20-30% відбивається різними верствами (непряме) (рис. 2 (3)).

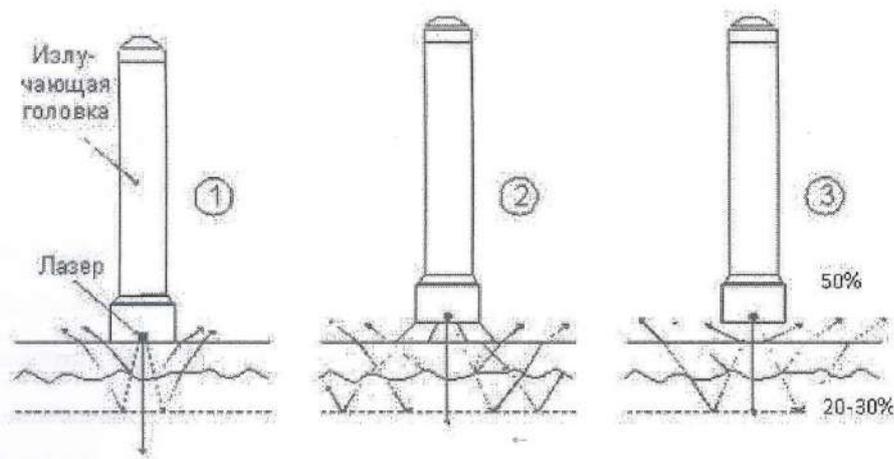


Рис. 2. Контактна (1), контактнo-дзеркальна (2) і дистантна (3) методики лазерної терапії

При контактній дії глибина проникнення світла збільшується в 10 разів (для 633 нм) (рис. 2 (1)). Таким чином, при щільному контакті випромінювача з шкірою лазерне випромінювання здатне в більшій мірі досягти всіх дермальних, додермальних, нервових і судинних сплетінь і структур, а також м'язових шарів. При контактній методиці в простір відбивається тільки частина лазерного випромінювання, що йде з глибини тканини. В результаті така методика дозволяє впливати на більшу кількість підповерхневих і глибоко лежачих структур одночасно, кількість випромінювання енергетично досить для їх активації.

Зменшення величини лазерного випромінювання, відбитого від підповерхневих структур шкіри може бути досягнуто також при використанні спеціальних відбивачів або дзеркал. Така методика впливу називається контактньо-дзеркальна (рис. 2 (2)).

Ще більше збільшити глибину проникнення випромінювання можна шляхом незначного здавлювання тканини, що призводить до її сплюснення і збільшення оптичної однорідності, зменшуючи світлорозсіювання, витісняючи кров або рідину.

Загальні протипоказання до світлолікування:

1. прогресуючі злякисні і доброякісні новоутворення;
2. хвороби крові;
3. кровотечі або схильність до них;
4. активна стадія туберкульозу легенів;
5. інфекційні захворювання в гострій і підгострій стадіях;
6. серцево-судинна, печінкова і ниркова недостатність.

## V II Магнітолазеротерапія

Магнітолазеротерапія (МЛТ) - це вплив оптичного потоку (ОП) червоного, інфрачервоного і синього на певні зони або тканини людини джерелом, розташованим в постійному або імпульсному магнітному полі (МП). Ефект від випромінювання світлового потоку посилюється в магнітному полі терапевти-чеських інтенсивностей (20-25 мТл) за рахунок збільшення поглинання інфрачервоного (ІЧ) випромінювання при колінеарному розташуванні молекулярних диполів, що виникають в МП. В даній установці використані насадки ІЧ-МЛ, ЧМЛ, СМЛ.

### *Терапевтична дія магнітолазеротерапії*

При одночасному впливі ОП і МП, крім простого підсумовування енергій, виникають і інші фізичні явища. В першу чергу це ефект Кикоїна-Носкова: опромінення тканини в МП призводить до виникнення аномального ефекту Зеємана і електронного парамагнітного резонансу, тобто відзначається виборче поглинання електромагнітного випромінювання опроміненою речовиною, пов'язане з переходами його атомних електронів між зеємановськими рівнями енергії. Частота поглиненого випромінювання (резонансна частота) залежить від напруженості МП.

Енергія імпульсів оптичного випромінювання утилізується після деякого її накопичення в «тіньовій стадії» імпульсної біостимуляції (тобто в паузах між оптичними імпульсами) тільки в швидкісних і спектрально-селективних актах передачі збуджень, каскадах біохімічних реакцій

каталітичного типу, лабільних електронних станах молекул в клітинах тканин і фізіологічних субстратів в організмі пацієнта. Світлові імпульси здатні періодично відновлювати, запускати (критичний принцип), а також «підживлювати» енергією подібні реакції в разі локального енергетичного дисбалансу при певних захворюваннях.

Таким чином, знаючи частоту оптичного випромінювання (величина зворотна довжині хвилі випромінювання) і змінюючи силу МП можна домогтися рівності резонансної частоти електронного парамагнітного резонансу і оптичного випромінювання, що призводить до різкого збільшення ступеня поглинання опромінюваної тканини, а значить, до збільшення фотоструму і ефективності процедури.

Збільшення фотоструму призводить до виникнення, за рахунок ефекту Холла, додаткової різниці потенціалів між шарами опромінюваної тканини, розташованим на різній глибині, що в свою чергу призводить до збільшення фо-то-ЕРС, до декількох десятків вольт (ефект Кикоїна-Носкова). Доведено також, що МЛТ активно впливає на мембранні процеси в клітинах і стан іонів в тканинах.

Під впливом оптичних потоків в тканинах утворюються вільні іони ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  і ін.), які і підсилюють процеси метаболізму за рахунок активації мембранних процесів. Енергія іонного зв'язку  $\text{NaCl}$  становить 97 ккал / моль, але при дисоціації в рідких середовищах клітинних структур ці зв'язки послаблюються і не перевищують 10 ккал / моль, що становить частки електровольта. Енергія кванта оптичного випромінювання в червоному і ближньому ІЧ-діапазонах спектру приблизно 1,9 еВ, і цього цілком достатньо для порушення досить слабких електролітичних зв'язків. Однак паралельно йде процес рекомбінації іонів, сповільнюючий перебіг метаболічних реакцій. Одночасний вплив на біологічні тканини ОП і МП гальмує процес рекомбінації іонів. Саме таке поєднання впливу сприяє розділенню вільних заряджених частинок за рахунок наведення ЕРС, пропорційну величині напруженості магнітного поля (ефект Холла). Слід також зазначити, що енергія квантів оптичного світла в осередку магнітооптичного впливу здатна порушувати енергетичні зв'язки між молекулами води і зарядженими частинками. Іони тканини при опроміненні ОП і МП упорядковуються, диполі вишиковуються уздовж силових ліній МП.

Якщо силові лінії спрямовані вглиб опромінюваної тканини, то і основна маса іонів і поляризованих молекул теж вибудовується вглиб тканин, що збільшує глибину проникнення випромінювання. При опроміненні ОП в МП кожною одиницею об'єму тканини засвоюється більша кількість енергії.

Цілком природно, що механізм біологічної дії оптичного випромінювання, особливо в поєднанні з магнітним полем, не може вичерпатися будь-яким одним елементарним актом, він

визначається не тільки цілим комплексом біоенергетичних структур окремої клітини або тканини, а й реакціями організму в цілому.

### **Основні показання і протипоказання**

Магнітолазеротерапія надає протизапальну, знеболювальну дію, покращує репаративні процеси, тобто стимулює сагогенетичні механізми.

### **Показання:**

**1. Хвороби нервової системи:** судинні захворювання, що вражають переважно центральну нервову систему; екстрапірамідні та інші рухові порушення, ураження окремих нервів, нервових корінців та сплетінь; поліневропатії; хвороби нервово-м'язового синапсу і м'язів; церебральний параліч.

**2. Розлади психіки та поведінки:** психічні розлади і розлади поведінки, пов'язані з вживанням психоактивних речовин; розлади настрою; невротичні, пов'язані зі стресом і соматоформні розлади; поведінкові синдроми, пов'язані з фізіологічними порушеннями і фізичними факторами; розлади психологічного розвитку; емоційні розлади і розлади поведінки, що починаються зазвичай в дитячому і підлітковому віці.

**3. Хвороби очей та його его придаткового апарату:** кон'юнктиви; хвороби склери, рогівки, райдужної оболонки і циліарного тіла; хвороби судинної оболонки і сітчатки; хвороби зорового нерва і зорових шляхів; хвороби м'язів очей.

**4. Хвороби вуха та сосцевидного відростку:** хвороби зовнішнього вуха, середнього вуха і сосцевидного відростку.

**5. Хвороби системи кровообігу:** хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском, цереброваскулярні хвороби; хвороби артерій, артеріол і капілярів; хвороби вен, лімфатичних судин і лімфатичних вузлів.

**6. Хвороби ендокринної системи, розлади харчування та порушення обміну речовин.**

**7. Хвороби органів дихання.**

**8. Хвороби органів травлення:** хвороби порожнини рота, слинних залоз і щелеп, стравоходу, шлунка і дванадцятипалої кишки, неінфекційний ентерит і коліт, хвороби печінки, хвороби жовчного міхура, жовчовивідних шляхів і підшлункової залози.

**9. Хвороби сечостатевої системи:** гломерулярні хвороби, тубулоінтерс-тіціальні хвороби нирок, ниркова недостатність, хвороби чоловічих статевих органів, запальні і незапальні хвороби жіночих тазових органів.

**10. Хвороби шкіри та підшкірної клітковини:** дерматит і екзема; папулосквамозні порушення; кропив'янка і ерітема; хвороби придатків шкіри і ін.

**11. Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини:** артропатії, інфекційні артропатії, запальні поліартропатії, артрози, системні ураження сполучної тканини, дорсопатії, що деформують дорсопатії, спондилопатії, хвороби м'яких тканин і м'язів, ураження синовіальних оболонок і сухожиль, остеопатії і хондропатії, порушення щільності та структури кістки.

**Протипоказання:** гострий інфаркт міокарда; емболія та тромбоз інших вен; вагітність, вроджені аномалії (пороки розвитку) нервової системи, лихоманка неясного походження, кахексія, доброякісні та злоякісні новоутворення, спадкові гемолітичні анемії, порушення згортання крові, пурпура та інші гемолітичні стани, пневмосклероз зі схильністю до легеневої кровотечі, декомпенсовані захворювання серця, легень і інших внутрішніх органів.

#### *Дозування і техніка проведення процедур*

МЛТ наразі використовується в двох основних варіантах — зональна дія і черезкожне фотостимулювання крові.

Параметри дії визначаються, в першу чергу, потужністю оптичного потоку (мВт) та напруженістю магнітного поля (мТл).

При зональному проведенні МЛТ частіше використовується контактна, контактнo-компресійна або лабільна (скануюча) методики і рідше – дистанційна.

На патологічний осередок, при необхідності, з заходами асептики і анти-септики (рана, трофічна виразка, область перелому кістки, запальний інфільтрат і т.п.) сумісно впливають МП та оптичним випромінюванням. Експозиція впливу зазначених фізичних факторів на одну зону - 3-10 хв., а на один сеанс - до 20 хв. Курс лікування зазвичай складається з 3-10 процедур, рідше - 15, іноді - 20. При недостатній клінічній ефективності першого курсу магніто-лазеротерапії через 10-15-20 днів слід провести повторний курс лікування.

## 2 ІННОВАЦІЙНА ЛАЗЕРНА ТЕРАПЕВТИЧНА УСТАНОВКА

### «ФОТОНІКС-21»

#### 2.1 Призначення

Установа інноваційна лазерна терапевтична «Фотонікс-21» (надалі –установа) призначена для лікування пацієнтів з використанням лазерного та оптичного випромінювання в діапазоні довжин хвиль червоного (від 0,63 до 0,67 мкм) та інфрачервоної (ІЧ) (від 0,81 до 0,95 мкм) та синього областей спектра, а також додаткової стимуляції низькочастотним магнітним полем.

Установа призначена для лазерного опромінення ран бойового та не бойового характеру - дозволить більш ефективно і спрощено рятувати життя в прифронтових госпіталях пораненим і хворим, а також успішно лікувати хворих і поранених на всіх етапах медичної евакуації.

Установа призначена для застосування в відділеннях лазерної терапії медичних установ, поліклініках, в лікувальних, реабілітаційних, санаторно-курортних і косметологічних закладах.

Умови застосування - при температурі оточуючого повітря від +10 до +35 °С, відносної вологості 80% при температурі +25 °С і атмосферному тиску від 630 до 800 мм рт. ст.

Медичний персонал, що допускається до роботи установкою повинен пройти інструктаж та навчання безпечним прийомом і методам роботи з медичною апаратурою.

В комплект поставки лікарські препарати не входять.

#### 2.2 Технічні характеристики

##### 1. Параметри лазерного випромінювання:

Максимальна потужність лазерного скануючого променя червоного (ЧР) діапазону спектра -  $(100 \pm 18)$  мВт.

Максимальна потужність лазерного скануючого променя інфрачервоного (ІЧ) діапазону спектра -  $(200 \pm 20)$  мВт.

Максимальна потужність лазерного випромінювача червоного діапазону спектра -  $(50 \pm 10)$  мВт.

Максимальна потужність лазерного випромінювача для надвенозного опромінення крові червоного діапазону спектра -  $(25 \pm 5)$  мВт.

##### 2. Параметри оптичного випромінювання:

Максимальна потужність оптичного потоку насадки червоного (ЧМЛ) діапазону спектра -  $(50 \pm 10)$  мВт.

Максимальна потужність оптичного потоку насадки інфрачервоного (ІЧ-МЛ) діапазону спектра -  $(90 \pm 18)$  мВт.

Максимальна потужність оптичного потоку насадки синього (СМЛ) діапазону спектра -  $(40 \pm 8)$  мВт.

### 3. Параметри магнітного поля

Максимальне значення магнітної індукції на поверхні насадок  $(30 \pm 5)$  мТл.

Постійне магнітне поле у випромінювачі лазерному для надвенозного опромінення крові -  $(310 \pm 30)$  мТл.

### 4. Параметри модульованого випромінювання наступні:

Частота модуляції оптичного потоку та магнітної індукції на поверхні насадок від 0 до 10 Гц з дискретністю 0,1 Гц; в діапазоні від 10 до 99 Гц з дискретністю 1 Гц.

### 5. Характеристики скануючого променя (сканера):

Діапазон кутів відхилення променя - не менше  $\pm 45^\circ$  відносно вертикалі в площині, перпендикулярній осі сканера і не менш  $\pm 20^\circ$  - в площині осі сканера.

Кількість фігур сканування - 8 шт.

Перелік фігур сканування:

- скануюча лінія (двох взаємоперпендикулярних напрямків - поздовжня і поперечна);
- пляма;
- пульсуюче кільце;
- сітка густа;
- сітка рідка;
- еліпс, що обертається;
- вісімка.

6. Регулювання розміру фігури сканування і її положення в межах діапазону кутів сканування.

7. Тривалість процедури встановлюється в діапазоні від 3 с до 60 хв з дискретністю 1 с.

Допустиме відхилення тривалості процедури від встановленого значення має бути  $\pm 1$  с.

При цьому забезпечено звуковий супровід закінчення процедури.

8. Установка працює від мережі змінного струму напругою  $(220 \text{ В} \pm 22)$  В частотою 50 Гц;

9. Споживана потужність - не більше 300 ВА.

10. Габаритні розміри складових частин, мм, не більше:

- блоку управління -  $1400 \times 650 \times 1900$ ; насадки - 300;

11. Маса установки в зібраному вигляді, кг, не більше - 150,0.

12. Час встановлення робочого режиму - не більше 5 хв.
13. Час безперервної роботи - не менше 8 год з наступною перервою не більше 1 год.
14. Середній термін служби до списання не менше 5 років.
15. Середнє напрацювання на відмову не менше - 5000 циклів
16. За способом захисту пацієнта і обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом установка відповідає виробам класу I тип В по ДСТУ ІЕС 60601-1.
17. Установка забезпечує скидання всіх встановлених значень до нуля при зникненні напруги мережі.
18. Клас безпеки медичних виробів залежно від ступеня потенційного ризику застосування Іа по ДСТУ 4388.
19. Креслення на «Інноваційну лазерну терапевтичну установку «Фотонікс-21» представлені у Додатку А.

### 2.3 Технологічний стенд

Тестування програмного забезпечення (англ. *Software Testing*) – це процес контролю якості, що перевіряє відповідність між реальною і очікуваною поведінкою програми завдяки кінцевому набору тестів, які обираються певним чином. Техніка тестування також включає як процес пошуку помилок або інших дефектів, так і випробування програмних складових з метою оцінки.

Зазвичай, якість обмежується такими поняттями як коректність, надійність, практичність, безпечність, але може містити більше технічних вимог, котрі описані у стандарті **ISO 9126**. Склад та зміст супутньої документації процесу тестування визначається стандартом **IEEE 829–1998 Standard for Software Test Documentation**.

Метою тестування дефектів є виявлення в програмній системі прихованих дефектів до того, як вона буде здана замовникові. Тестування дефектів протилежно атестації, в ході якої перевіряється відповідність системи своїй специфікації.

Під час атестації система повинна коректно працювати з усіма заданими тестовими даними. При тестуванні дефектів запускається такий тест, який викликає некоректну роботу програми і, отже, виявляє дефект.

Загальна модель процесу тестування дефектів показана на рис. 1.



Рис. 1. Модель процесу тестування дефектів

Існує кілька моделей такого процесу, кожна з яких описує свій підхід, у вигляді завдань і / або діяльності, які мають місце в ході процесу.

Водоспадна модель життєвого циклу (англ. Waterfall model) була описана Уинстоном Ройсом в статті "Managing the Development of Large Software Systems" в 1970 р. Вона передбачає послідовне виконання всіх етапів проекту в строго фіксованому порядку. Перехід на наступний етап означає повне завершення робіт на попередньому етапі. Вимоги, визначені на стадії формування вимог, строго документуються у вигляді технічного завдання і фіксуються на весь час розробки проекту. Кожна стадія завершується випуском повного комплексу документації, достатньої для того, щоб розробка могла бути продовжена іншою командою розробників.

Схема каскадної моделі представлена на рис. 2, схема гнучкої моделі розробки програмного забезпечення – рис. 3.

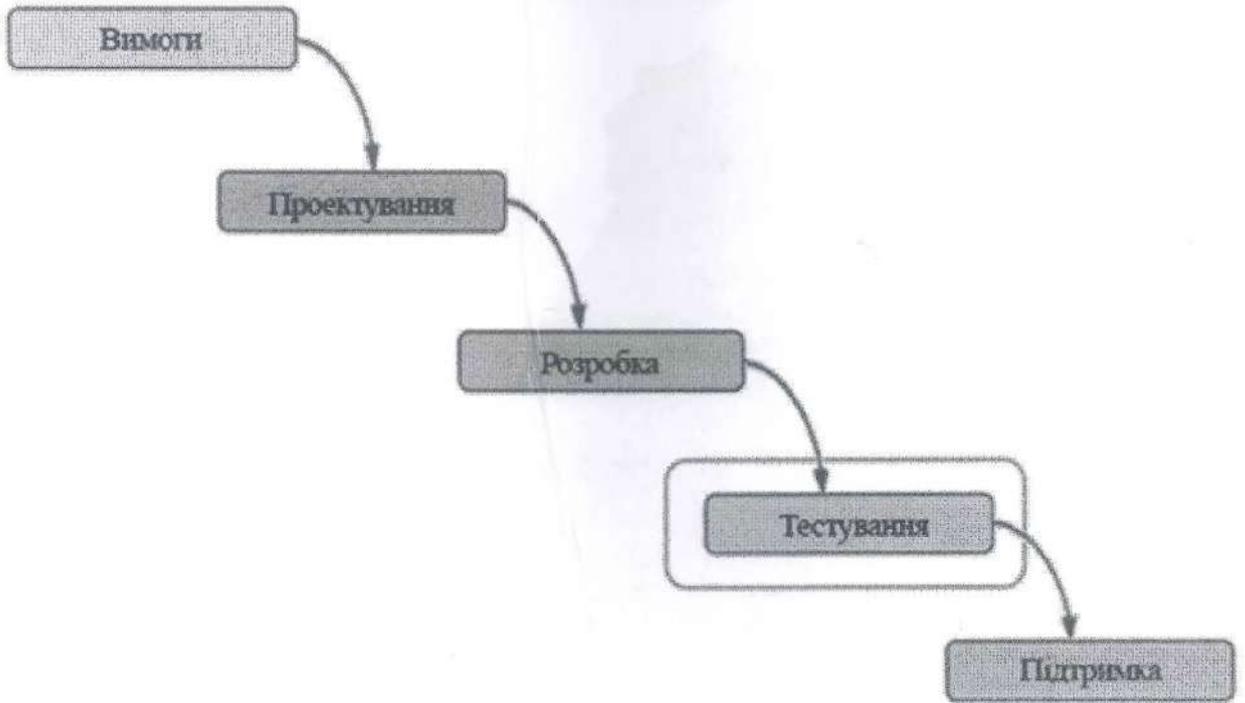


Рис. 2. Схема каскадної моделі розробки програмного забезпечення



Рис. 3. Схема гнучкої моделі розробки програмного забезпечення

На рис. 4 представлена піраміда ідеального тестування.



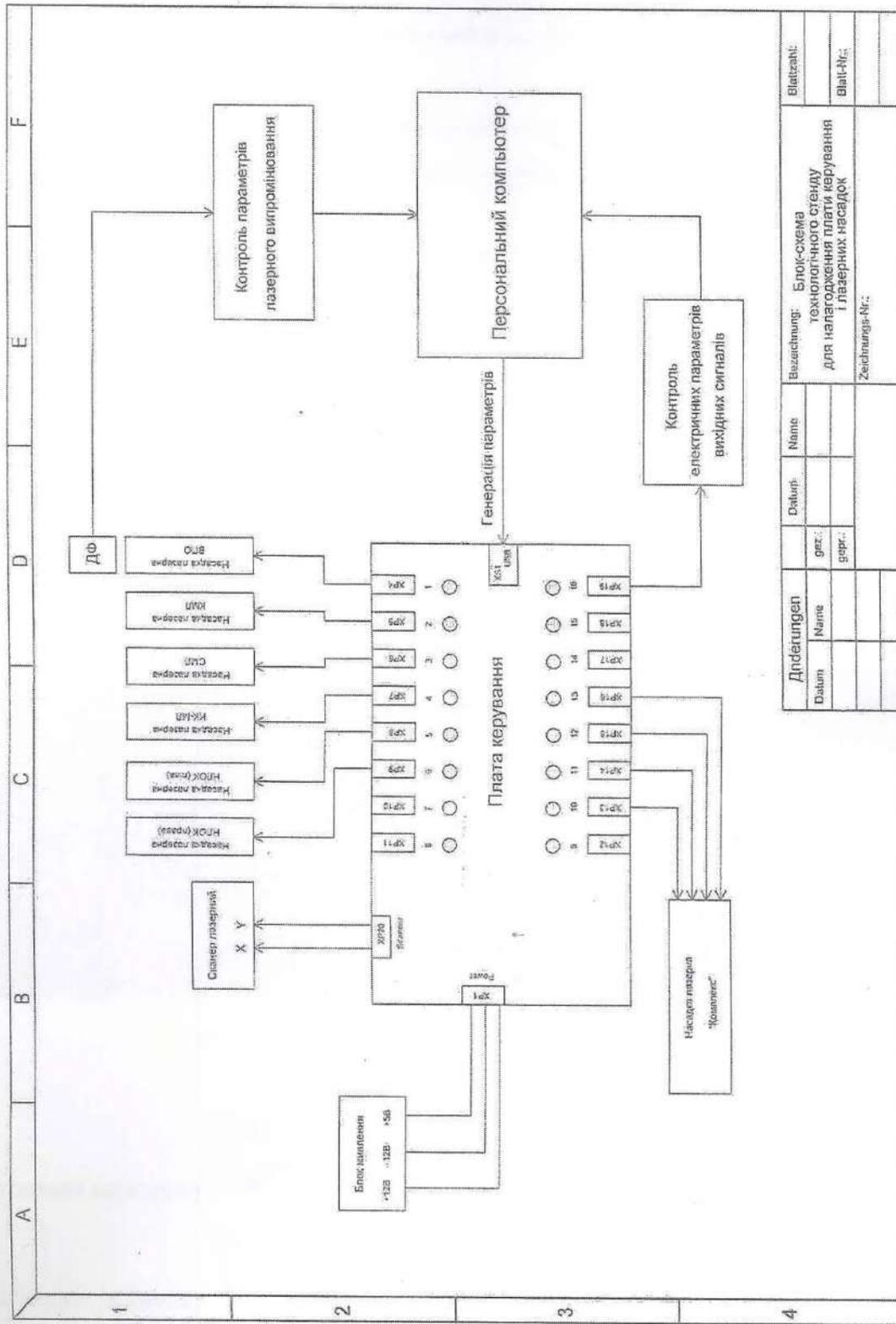
Рис. 4. Піраміда ідеального тестування

Класифікація тестування програмного забезпечення за ознаками представлена на рис. 5.



Рис. 5. Класифікація тестування ПЗ за ознаками

Налаштування та відпрацювання блоків, вузлів та тестування програмного забезпечення «Інноваційної лазерної терапевтичної установки «Фотонікс-21» проводилося на технологічному стенді, блок-схема якого представлена на рис. 6.



Додатки		Name		Blattzahl:	
Datum	Name	Datum	Name		

Blatt-Nr.:  
Blatt-Nr.:

Блок-схема стенду2.JPG (1754 x 1240 x 24)

Рис. 6. Блок-схема технологічного стенду

## 2.4 Програмне забезпечення

### 2.4.1 Розробка інтерфейсу введення в систему координат руху променя сканера при проведенні лікувальних процедур

Для завдання координат руху лазерного променя сканера для установки «Фотонікс-21» розроблена панель, на якій розміщені 5 кнопок (рис. 7.).

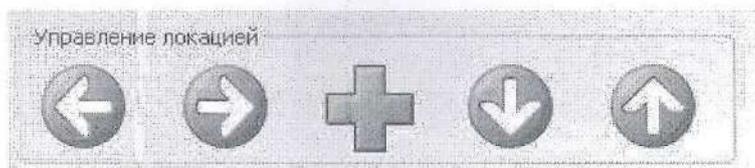


Рис. 7. Панель з кнопками управління рухом лазерного променя

Кнопка  встановлює лазерний промінь в центр площини сканування рис. 8.

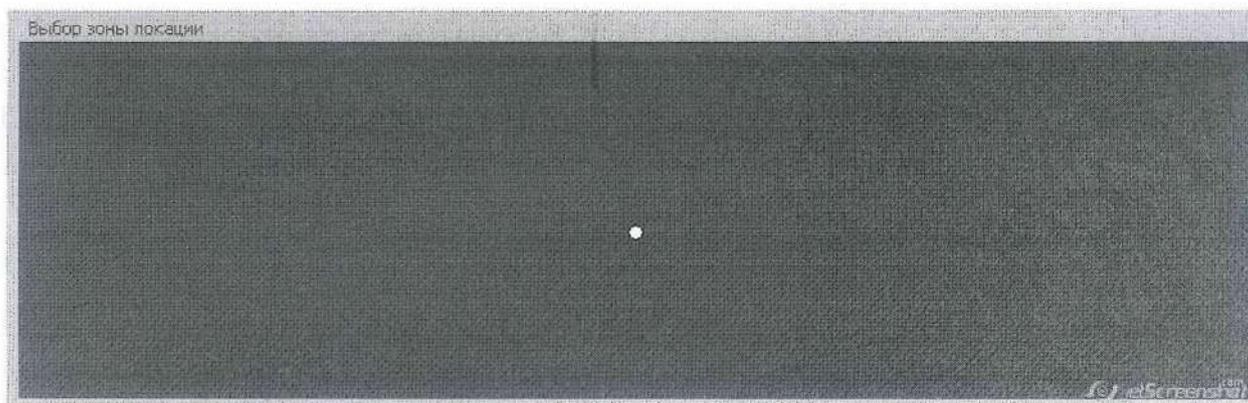
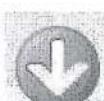


Рис. 8. Площина сканування з лазерною плямою в центрі

- Натискання на кнопку  зміщує лазерний промінь на площині сканування вправо
- Натискання на кнопку  зміщує лазерний промінь на площині сканування вліво
- Натискання на кнопку  зміщує лазерний промінь на площині сканування вниз
- Натискання на кнопку  зміщує лазерний промінь на площині сканування вверх

Лістинги програм реалізації управління руху лазерного променя приведені в додатку Б.1.

#### 2.4.2 Розробка інтерфейсу масштабування зон опромінення променем сканера

Для масштабування зон опромінення лазерним променем сканера для установки «Фотонікс-21» розроблена панель, на якій розміщені 4 кнопки: (рис. 9).

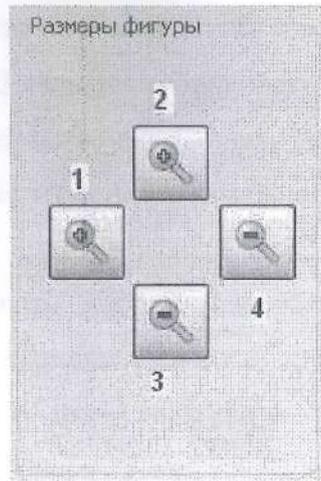
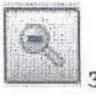


Рис. 9. Кнопки масштабування зон опромінення

Натискання на кнопку (1)  збільшує розмір зони опромінення по довжині.

Натискання на кнопку (2)  збільшує розмір зони опромінення по ширині.

Натискання на кнопку (3)  зменшує розмір зони опромінення по ширині.

Натискання на кнопку (4)  зменшує розмір зони опромінення по довжині.

Лістинги програм реалізації інтерфейсу масштабування зон опромінення приведені в додатку Б.2.

#### 2.4.3 Доопрацювання структури бази даних для розміщення діагнозу пацієнта

При лікуванні пацієнтів установкою «Фотонікс-21» на різних етапах медичної реабілітації хворих та інвалідів необхідно зберігати, робити вибір і модифікацію інформації про результати проведених заходів. Тобто система, яка розробляється, повинна вміти зберігати дані про пацієнта, вести їх облік, а також забезпечувати можливість багатоключового доступу до цих даних по унікальним ключах (що не дублюються в різних записах) (наприклад: дата прийому пацієнта, яка процедура виконувалася пацієнтові і т.д.)

Таким чином для зберігання інформації по пацієнту і впорядкування доступу до неї необхідна база даних. Інформація бази даних зберігається в полях і записах. Поле - це один елемент інформації, такий, як наприклад: ідентифікатор пацієнта. Запис - це повний набір полів: ідентифікатор пацієнта, дата процедури, кількість процедур. Щоб використовувати інформацію, що міститься в базі даних, потрібна система управління базами даних (СКБД), набір комп'ютерних програм, який дозволяє вводити в бази даних інформацію, упорядковувати і вибирати її. Більшість типових СУБД являють собою системи керування реляційними базами даних (СУРБД). СУРБД зберігає інформацію в таблицях, що складаються з рядків і колонок. Кожна колонка таблиці бази даних містить елементи певного типу, а кожен рядок відповідає одному запису.

Реляційні бази даних дозволяють різними способами (в тому числі і складними) маніпулювати даними, так що можна зробити вибір всіх записів, які відповідають певним критерієм, посилатися з одних таблиць на інші і редагувати всі записи.

#### **2.4.3.1 СУБД Absolute Database**

Для управління даними в установці «Фотонікс-21» використовується база даних Absolute Database, яка розроблена таким чином, щоб її можна було легко встановити і використовувати для користувачів без необхідності в адміністраторах БД, технічному персоналу.

##### **2.4.3.1.1 Ключові особливості Absolute Database**

- Absolute Database зберігає всі таблиці в одному файлі. Цей файл може знаходитися або на вашому локальному жорсткому диску, або в загальній мережевій папці. За замовчуванням файли бази даних Absolute мають розширення «.abs», хоча насправді їх можна називати як завгодно.
- Absolute Database буває двох видів: персональна версія призначена для доступу до даних одним користувачем; версія, яка розрахована на багато користувачів - дозволяє множинний загальний доступ до одного і того ж файлу бази даних з усіма типами механізмів блокування.
- Absolute Database розроблювалась на заміну BDE і як альтернатива SQLite без будь-яких драйверів або зв'язування статичних бібліотек DLL.
- Повністю написана на Delphi, і все необхідне для доступу до бази даних вбудовано безпосередньо в програмний код.
- На відміну від SQLite підтримує всі типи даних, такі як DATETIME, BOOLEAN і так далі (обидва відсутні SQLite), а також ключі і індекси.
- Самостійний ремонт. У разі виявлення пошкоджень система Absolute Database автоматично відновлюється.

- Рентабельна, без ліцензійних відрахувань та зборів за розгортання, і має повний доступний вихідний код Delphi.

- Працює майже в усіх версіях програмного забезпечення розробника.

#### 2.4.3.1.2 Ключові функції Absolute Database

Ключовими функціями Absolute Database є:

- Відсутність BDE; відсутність DLL
- Однофайлова база даних
- Підтримка SQL'92 (DDL і DML)
- Сумісність з стандартними і сторонніми елементами управлінні базами даних
- Одноклієнтний і багатоклієнтний режими (файл-сервер)
- Працює з всіма версіями Windows і не вимагає оновлювання
- Надшвидкі таблиці в пам'яті
- Простота використання
- Надійне шифрування
- Стиснення BLOB
- Безкоштовність для персонального використання
- Доступний повний вихідний код

#### 2.4.3.2 Структура таблиць бази даних «Фотонікс-21»

База даних (БД) «Фотонікс-21» складається з таблиць, в яких зберігається інформація про пацієнта і процедурах впливу на нього установкою, а саме:

- таблиця «Пацієнт» - зберігається інформація про пацієнта;
- таблиця «Відвідування» - зберігається інформація про відвідування пацієнта;
- таблиця «Діагноз» - зберігається інформація про список можливих діагнозів;
- таблиця «Лікар» - зберігається інформація про лікарів контролюючих процедури;
- таблиця «Процедура» - зберігається інформація про список процедур;
- таблиця «Канал» - зберігається інформація про канали лазерного впливу;
- таблиця «Параметри процедури» - зберігається інформація про параметри процедур;
- таблиця «Фігура» - зберігається інформація про фігури впливу каналу «Сканер»

Структура таблиць наведена нижче.

##### 2.4.3.2.1 Структура таблиці «Пацієнт»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
1	Номер карточки	Число	4
2	Прізвище	Строка	40

3	Ім'я	Строка	40
4	По батькові	Строка	40
5	Дата народження	Число	4
6	Стать	Число	4
7	Адреса	Строка	80
8	Телефон	Строка	14
9	Дата реєстрації	Строка	12
10	Примітка	Строка	80
11	Вага	Число	4
12	Ріст	Число	4
13	ДіагнозМКБ10_1	Число	4
14	ДіагнозМКБ10_2	Число	4
15	ДіагнозМКБ10_3	Число	4
16	ДіагнозМКБ10_4	Число	4
17	Лікар	Число	4
18	Відвідування	Число	4

#### 2.4.3.2.2. Структура таблиці «Відвідування»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
1	Номер відвідування	Число	4
2	Посилання на номер карточки	Число	4
3	Посилання на лікаря	Число	4
4	Посиланні на процедуру	Число	4
5	Дата	Дата	

#### 2.4.3.2.3. Структура таблиці «Діагноз»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
	Номер діагнозу	Число	4
1	Текс діагнозу	Строка	128
3	Посилання на лікаря	Число	4
4	Код МКБ-10	Строка	10

## 2.4.3.2.4. Структура таблиці «Доктор»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
1	Код лікаря	Число	4
2	Прізвище	Строка	40
3	Ім'я	Строка	40
4	По батькові	Строка	40
5	Логін	Строка	10
6	Пароль	Шифрована строка	20
7	Дата заповнення	Дата	

## 2.4.3.2.5. Структура таблиці «Процедура»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
1	Ідентифікатор процедури	Число	4
2	Номер каналу	Число	4
3	Посилання на карточку пацієнта	Число	4
4	Посилання на лікаря	Число	4
5	Час процедури	Число	4
6	Частота червоного лазера	Число	4
7	Частота ІЧ	Число	4
8	Ідентифікатор фігури	Число	4
9	Дата створення	Дата	12
10	Частота синього лазера	Число	4
11	Частота магнітного поля	Число	4
12	Коеф. відбивання шкіри	Число	4

#### 2.4.3.2.6. Структура таблиці «Канал»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
1	Номер каналу	Число	20
2	Тип каналу	Строка	
3	Дата зміни	Дата	
4	Статус каналу	Число	
5	Стат. параметри каналу	Мемо	

#### 2.4.3.2.7. Структура таблиці «Фігура»

№	Атрибут	Тип	Довжина, б
1	Ідентифікатор фігури	Число	4
2	Посилання на пацієнта	Число	4
3	Зона	Число	4
3	Координата X0	Число	4
4	Координата Y0	Число	4
5	Ширина	Число	4
6	Висота	Число	4
7	Крок по ширині	Число	4
8	Крок по висоті	Число	4

#### 2.4.4 Тестування масштабування та переміщення лазерного променя

Для налагодження комплексу «Фотонікс-21» побудований технологічний стенд. Для управління роботою стенду створено програмне забезпечення. Основне вікно програмного забезпечення наведено на рис. 10.

Рис. 10. Вікно управління програмою технологічного стенду

Програмне забезпечення дозволяє керувати будь-яким із доступних каналів та переміщати і масштабувати зони опромінення лазерним променем.

Лістинги програм програмного забезпечення технологічного стенду приведені в додатку Б.3.

#### 2.4.5 Розробка багатофункціонального процесора управління сканером

Для управління сканером розроблена на основі мікроконтролера STM32 електронна плата.

STM32 - сімейство мікроконтролерів, заснованих на 32-бітних ядрах ARM Cortex-M7F, Cortex-M4F, Cortex-M3, Cortex-M0 + або Cortex-M0 зі скороченим набором інструкцій. STMicroelectronics (ST) має ліцензію на IP-процесори ARM від ARM Holdings. Дизайн ядра

ARM має безліч параметрів, опцій, і ST вибирає індивідуальну конфігурацію для кожного мікроконтролера, при цьому додаючи свої власні периферійні пристрої до ядра мікроконтролера перед перетворенням дизайну в напівпровідникову пластину.

На рис. 11, 12 показана структурна схема процесора управління сканером.

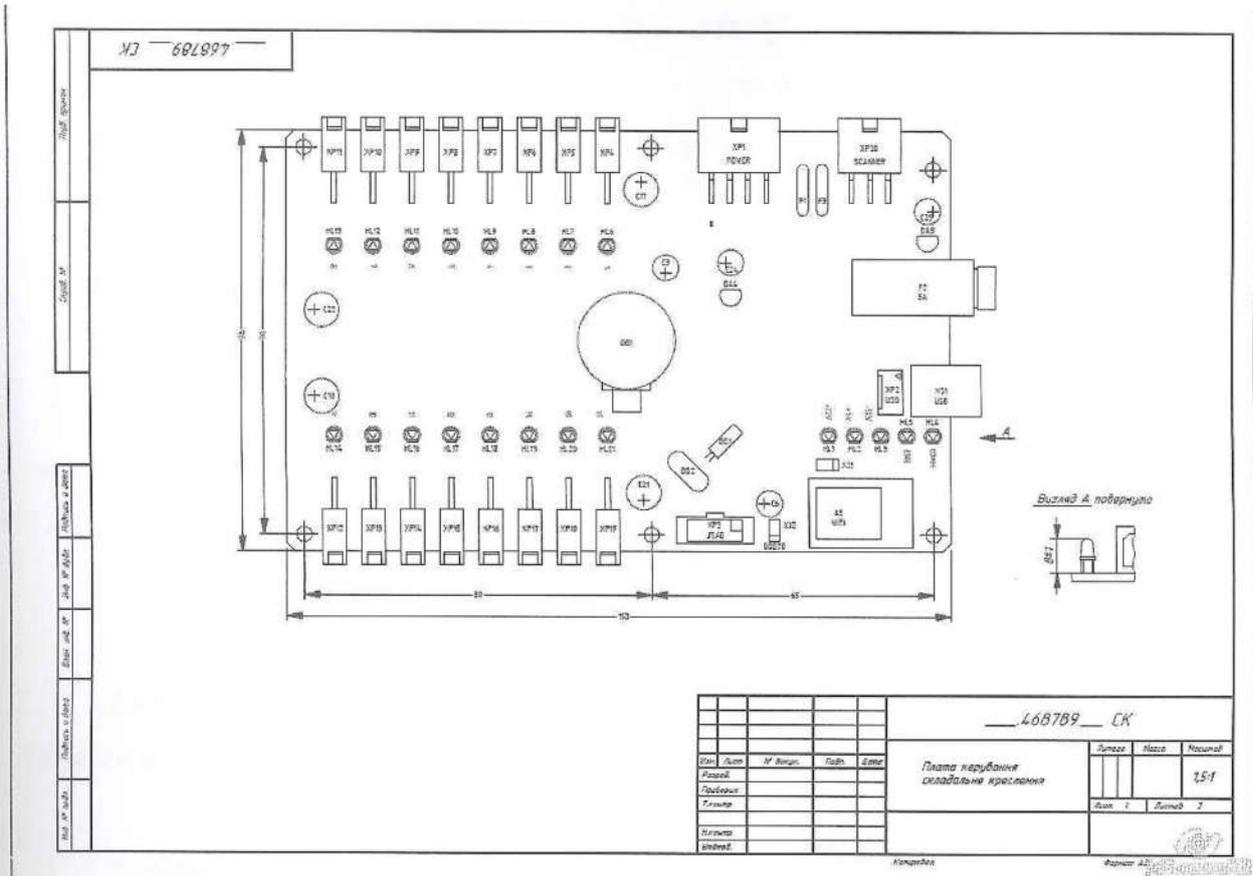


Рис. 11. Структурна схема процесора управління сканером (сторона А)

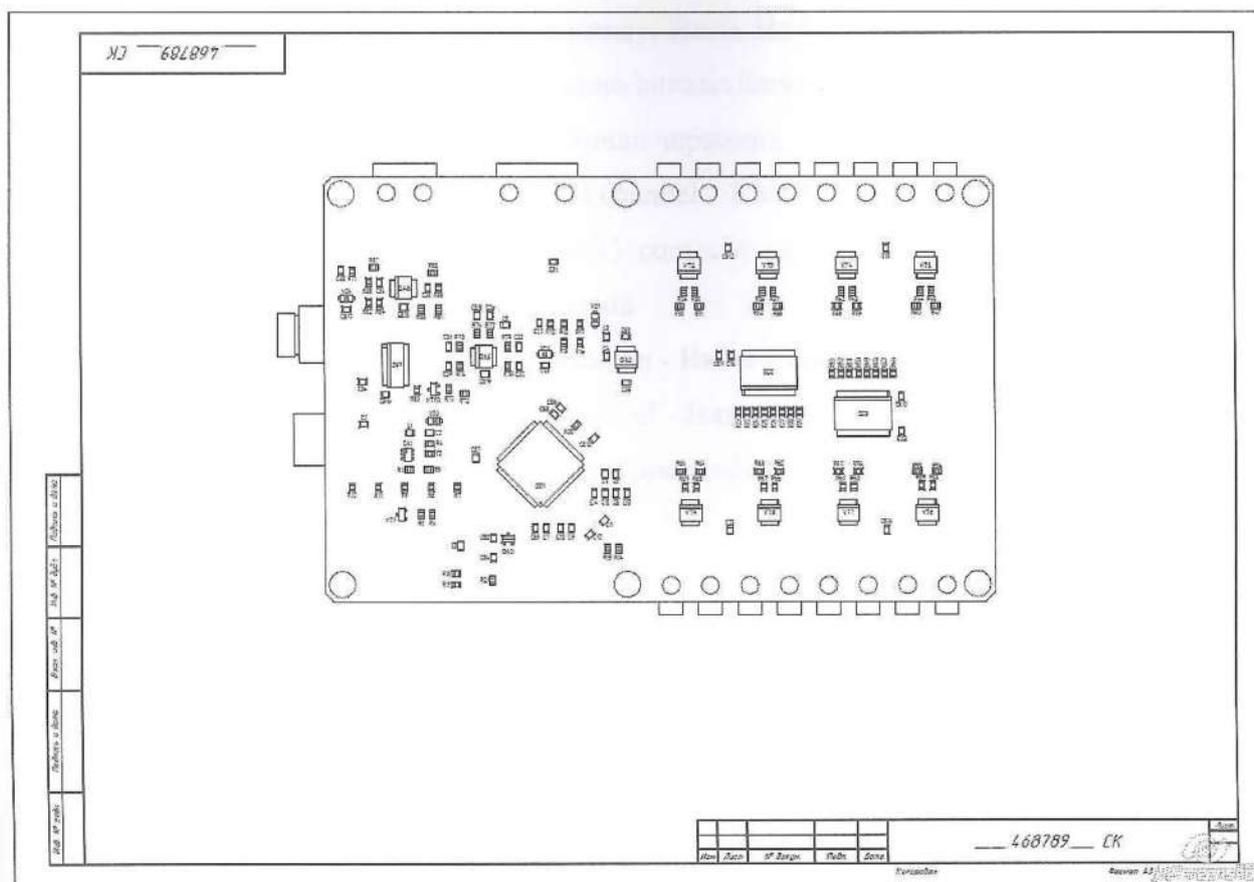


Рис. 12. Структурна схема процесора управління сканером (сторона В)

#### 2.4.6 Адаптація програмного забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову

У відповідності до закону «Про забезпечення функціонування української мови як державної» інтерфейс комплексу «Фотонікс-21» перекладений на українську мову. Користувач має можливість вибрати мову спілкування за своїм вподобанням. Йому надається можливість вибору мови спілкування, а саме: українська, російська, англійська.

Всі тексти інтерфейсу спілкування для всіх 3-х мов надані нижче.

1. ИК-ИМП - инфракрасный импульсный - infra-red pulsed, IR-pulsed – ІЧ-ІМП
2. Время процедуры, мин - procedure time, min. – Час процедури, мін.
3. Расчетная доза, Дж – calculated dose, Joule - Розрахункова доза, Дж
4. Принять – accept/get - Прийняти
5. Отмена- override – Відміна
6. ИК-МОД – инфракрасный модулированный- infra-red modulated, IR-modulated – ІЧ-

МОД

7. Частота канала, Гц- channel frequency, Hertz, Hz – Частота каналу, Гц
8. ВПО – внутрисосудистое облучение intracavitary irradiation - ВПО
9. Канал Красный – red channel – Канал червоний
10. Канал инфракрасный – infra-red channel – Канал інфрачервоний
11. Непрерывный – contiguous(comp.) continuous (medical) - Безперервний
12. Импульсный – pulsed - Імпульсний
13. Включен - X-on (telecom.), turned-on - Включений
13. Выключен X-off (telecom.) turned-off - Виключений
14. ВЛОК – внутрисосудистое лазерное облучение крови – intravascular laser blood irradiation - ВЛОК
15. Сканер – scanner - Сканер
16. Выход – escape/exit - Вихід
17. Пациент – patient - Пацієнт
18. Выбор choice/alternative - Вибір
19. Новый – new - Новий
20. Назначение allocation (comp.), prescription (med.) - Призначення
21. Опции – options - Опції
22. Язык – language - Мова
23. Русский – Russian - Російський
24. Английский – English - Англійський
25. Статистика – statistics - Статистика
27. Номер карточки – card number – Номер карточки
28. Фамилия – surname, last name - Прізвище
29. Имя – name – Ім'я
30. Отчество – patronymic – По-батькові
31. Всего записей – total data records – Всього записів
32. Язык вывода assembly-output language (язык ассемблера для вывода результатов трансляции) or deduction-oriented language (polytech.) – Мова виводу
33. Карточка card - Карточка
34. Посещения – visit or hit (comp.) - Відвідування
35. Удалить – delete - Видалити
36. Внести – enter or post (comp. – изменения в файл) - Внести
37. Пол (мужской, женский) – sex (male, female) - Стать
38. Год рождения - year of birth (YOB) – Рік народження
39. Адрес – address - Адреса

40. Примечание – note, footnote (comp.) - Примітка  
 41. Сохранить – save, store - Зберегти  
 42. Диагноз – diagnosis - Діагноз  
 43. Время, мин. – time, min. – Години, хв  
 44. Полученная доза, Дж – exposed dose, Joule – Одержана доза, Дж  
 45. Коэффициент отражения кожи – skin reflection coefficient - Коефіцієнт віддзеркалення

шкіри

46. Зона – zone - Зона  
 47. Выбор фигуры – figure choice – Вибір фігури  
 48. Пятно – spot - Пляма  
 49. Пульсирующее кольцо – pulsed ring - Пульсуюче кільце  
 50. Линия продольная – longitudinal line - Лінія поздовжня  
 51. Линия поперечная – transversal line – Лінія поперечна  
 52. Сетка густая – dense network (grid) - Сітка густа  
 53. Сетка редкая – scarce network (grid) – Сітка рідка  
 54. Вращающийся эллипс – revolving/rotating ellipse – Еліпс, що обертається  
 55. Восьмерка – octad (comp.) - Вісімка  
 56. Ползущая сетка – scrambler network (grid) – Сітка, що повзе  
 57. Наведение – homing (comp.) or directing (на цель) - Наведення  
 58. Центр – center - Центр  
 59. Стоп луч – stop ray - Стоп промінь  
 60. Показать зону – to indicate zone - Показати зону  
 61. Уменьшить начало пробега - to decrease (reduce) (the) run start – Зменшити початок

пробігу

62. Увеличить конец пробега – to increase (the) run end – Збільшити кінець пробігу  
 63. Запомнить зону – to store(save) zone (comp.) – Запам'ятати зону  
 64. Сброс зоны – zone flush (comp.), zone release (med.) – Скинути зону  
 65. Координаты – position data - Координати  
 66. Активность – activity - Активність  
 67. Операция «Наведение сканера» operation “scanner pointing” - Операція «Наведення

сканера»

68. Выберите номер зоны (1-8) choose (the) zone number (1-8) – Виберіть номер зони (1-8)  
 69. При помощи кнопок «Стрелки» установите сканер в необходимом положении – using “arrow” buttons set (the) scanner on proper position - За допомогою кнопок «Стрілки» встановіть сканер в необхідному положенні

70. При помощи кнопок «+» и «-» установите геометрию зоны – using «+» and «-» buttons set (the) zone geometry - За допомогою кнопок «+» і «-» встановіть геометрію зони

71. При помощи кнопки «Фигура» - выберите фигуру - using the “figure” button choose (the) figure - За допомогою кнопки «Фігура» - виберіть фігуру

72. При помощи кнопки «Запомнить зону» - запомните параметры установки для зоны – using (the) “store zone” button, save (the) zone settings - За допомогою кнопки «Запам’ятати зону» - запишіть параметри встановлення для зони

73. Кнопка «Сброс зоны» - обнуляет установки для зоны – (the) “zone flush” button zeroizes (the) zone settings – Кнопка «Скинути зону» - обнуляє установки для зони

74. ГИДРО-Т – гидролазер или гидролазерный душ – hydrolaser or hydrolaser shower

#### **2.4.7 Розробка багатофункціонального інтерфейса управління незалежними каналами**

Для управління незалежними каналами комплексу «Фотонікс-21» розроблений інтерфейс, який складається з режиму завдання параметрів каналу і його запуску.

Такі канали, як ВПО, ЧМЛ, СМЛ, ІЧ-МЛ мають однаковий інтерфейс завдання параметрів.

ВПО - призначений для внутрішньопорожнинної лазеротерапії. Лазерне випромінювання підводиться до вогнища ураження за допомогою спеціальних оптичних насадок в порожнинні органи; зовнішнє опромінення - за допомогою акупунктурних, косметологічних і ін. насадок. Для запуску процедури необхідно задати частоту каналу

ЧМЛ - призначений для впливу імпульсним червоним лазером з магнітними насадками різними способами: дистанційним, контактним, контактним з компресією.

Для запуску процедури необхідно задати частоту каналу

СМЛ - призначений для впливу імпульсним синім лазером з магнітними насадками різними способами: дистанційним, контактним, контактним з компресією

Для запуску процедури необхідно задати частоту каналу

ІЧ-МЛ - призначений для впливу ІЧ-імпульсним лазером з магнітними насадками різними способами: дистанційним, контактним, контактним з компресією

Для запуску процедури необхідно задати частоту каналу

Параметри каналу задаються за допомогою панелі та кнопок управління (рис. 13).

Рис. 13. Завдання параметрів каналу ВПО

Для каналу НЛОК існує своя панель завдання параметрів (рис. 14).

Рис. 14. Завдання параметрів каналу НЛОК

Для каналу «Комплекс» панель завдання параметрів показана на рис. 15.

Рис. 15. Завдання параметрів каналу «Комплекс»

Для каналу «Сканер» панель завдання параметрів показана на рис. 16.

Рис. 16. Завдання параметрів каналу «Сканер»

Для запуску будь-якого із каналів користувачу необхідно натиснути відповідну кнопку. Кнопки показані на рис. 17.



Рис. 17. Кнопки запуску режимів

При запуску каналу користувач спостерігає, як проходить процедура (час і доза опромінення), а також відображається момент закінчення процедури (рис. 18).

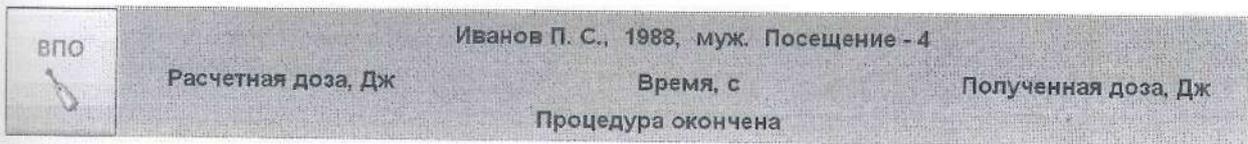


Рис. 18. Відображення проходження процедури «ВПО»

Лістинги програм реалізації управління незалежними каналами приведені в додатку Б.4.

#### 2.4.8 Розробка моделі управління лазерним променем сканера

Лістинги програм реалізації управління лазерним променем сканера приведені в додатку Б.5.

### 3 ПІДГОТОВКА ДО ВИКОРИСТАННЯ

- 3.1. Встановити установку на відстані не більше 2,5 м від розетки живлення.
- 3.2. Підключити насадки, що необхідні для виконання процедури.
- 3.3. Розміщенням пацієнта, блоку управління, кушетки, сканера встановлюється необхідна відстань до місця проведення процедури.
- 3.4. Продезинфікувати випромінюючі поверхні робочих частин змоченим 3% -ним розчином перекису водню або іншим дезинфікуючим розчином.
- 3.5. Натиснути кнопку ПУСК на блоці управління – передня панель блоку повинна підсвітитися голубим кольором.
- 3.6. Керування установкою здійснюється з використанням монітору, на якому однозначно відображається налаштування режиму роботи та індикація його ввімкнення.
- 3.7. Установка автоматично перераховує дозу в потужність та час проведення процедури, яку задає оператор.

## 4 ПОРЯДОК РОБОТИ

Управління установкою здійснюється за допомогою дисплея і клавіатури (рисунок 1).

В установці реалізовано сім основних програмних режимів і вкладок:

- СКАНЕР;
- ВПО;
- ЧМЛІ;
- СМЛІ;
- ІЧ-МЛІ;
- НЛОК;
- КОМПЛЕКС,

які відображаються на дисплеї після натискання відповідної функціональної клавіші на клавіатурі.

При подачі напруги живлення на установку завантажується основний екран СКАНЕР.

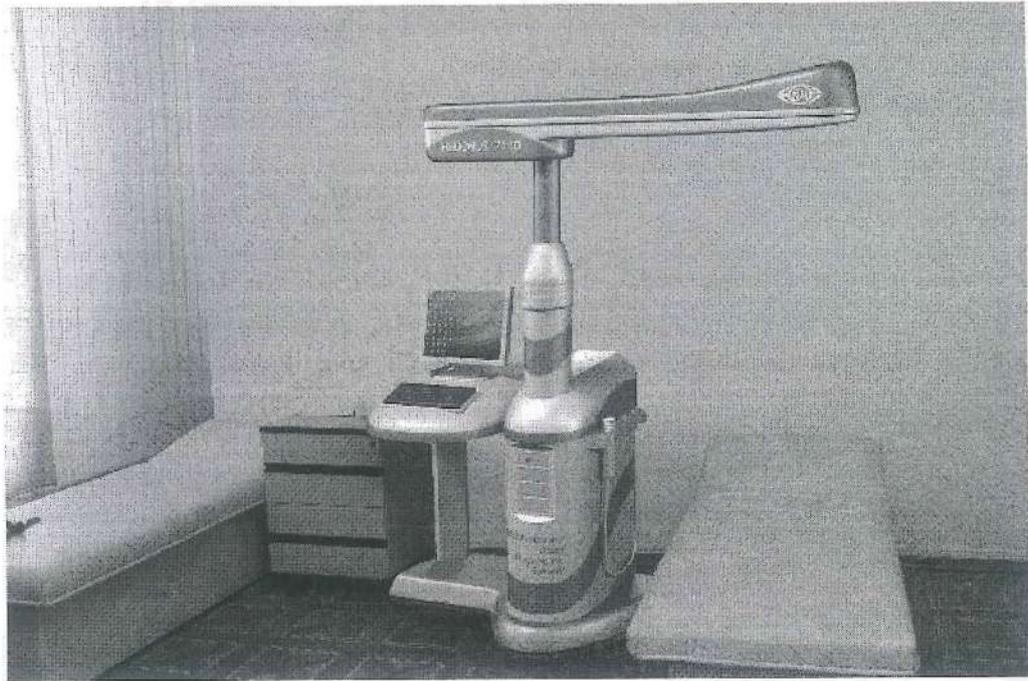


Рис. 1. Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21»

### 4.1 Запуск процедури

Для запуску будь-якої процедури необхідно виділити вікно її відображення і задати необхідні параметри. Щоб задати параметри необхідно вибрати пункт меню «Призначити». Виділення вікна процедури проводиться клацанням правою кнопкою мишки по градієнтній частині вікна, розташованій праворуч від іконки процедури. При виділенні вікно процедури змінить колір. На рисунку 2 показаний інтерфейс програми з виділеним вікном процедури «ІЧ-

МЛ». Для запуску процедури (після установки параметрів) необхідно натиснути на кнопку процедури (іконку). Зупинка процедури відбудеться після закінчення часу її виконання або при повторному натисканні кнопки процедури (при необхідності дострокової зупинки).

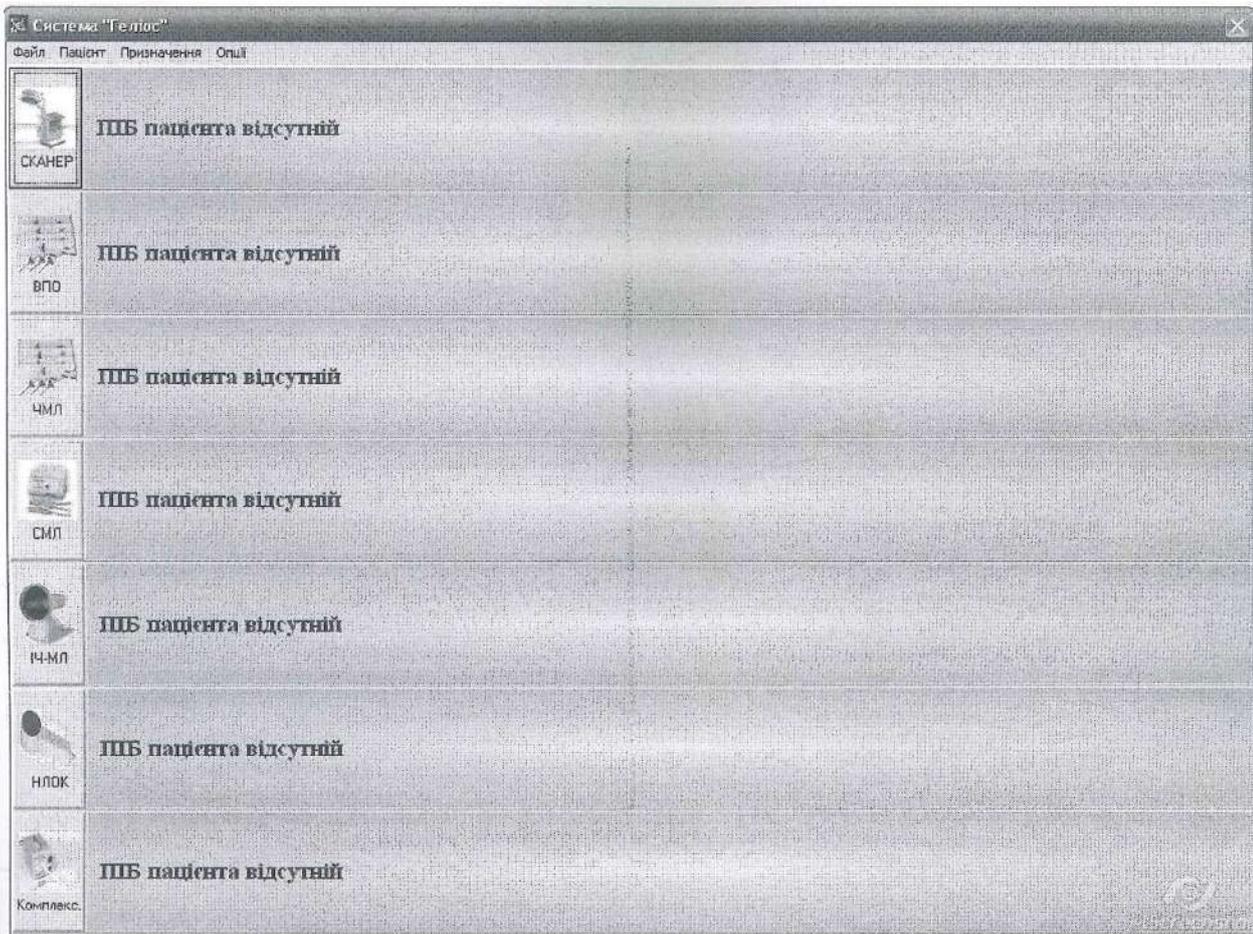


Рис. 2. Інтерфейс програми з виділеним вікном процедури «ІЧ-МЛ»

## 4.2 Встановлення параметрів процедури

### 4.2.1 Режим роботи каналу «Сканер»

4.2.1.1 Для програмування режиму роботи СКАНЕР використовуються дві основні вкладки:

1) вкладка СКАНЕР (рис. 3) - використовують при роботі по одній зоні опромінення;

2) вкладка ЗОНИ (рис. 4) - застосовують при роботі:

- по декількох зонам опромінення протягом однієї процедури;

- при опроміненні зони складної форми, що складається з декількох простих зон;

- при послідовній обробці однієї зони різними фігурами сканування або різними лазерами;

- при необхідності комбінування вищеперерахованих задач.



Рис. 3. Вкладка СКАНЕР

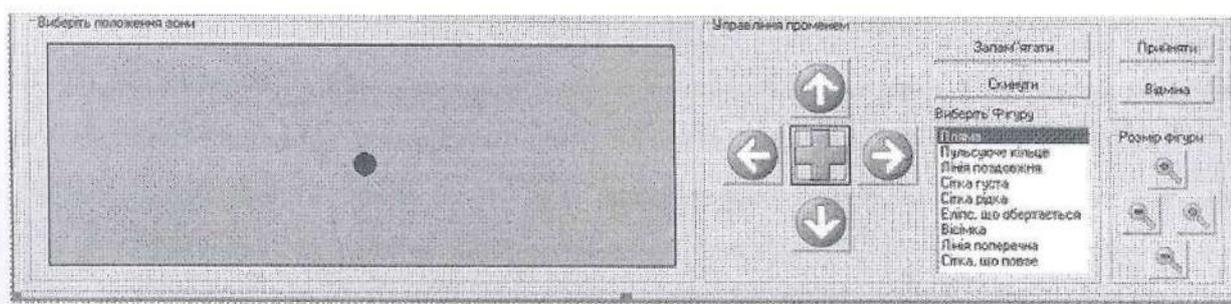


Рис. 4. Вкладка ЗОНИ

3) встановлення параметрів режиму проводиться введенням відповідного числа або переміщенням лінійки;

4) в режимі передбачені два канали: «Канал Чер» і «Канал ІЧ».

4.2.1.2 Запуск каналу «Канал Чер» і / або «Канал ІЧ» проводиться натисканням клавіші «Виключений. / Включено»

4.2.1.3 Послідовність програмування параметрів у вкладці СКАНЕР:

- 1) вибрати лазер для процедури: червоний і / або інфрачервоний;
- 2) встановити частоту;
- 3) задати режим роботи натисканням клавіші «Безперервний / Імпульсний»;
- 3) задати коефіцієнт відображення шкіри;
- 4) задати розрахункову дозу опромінення;
- 5) вибрати траєкторію руху лазера натисканням однієї з восьми зон (рис. 4);
- 6) задати положення лазера в площині ХУ клавішами «→», «←», «↓», «↑», клавіша + встановлює лазер по центру;

7) вибрати зі списку фігуру сканування (скануюча лінія двох взаємоперпендикулярних напрямків - поздовжня і поперечна; пляма; пульсуюче кільце; сітка густа; сітка рідка; обертовий еліпс; вісімка), задати розмір фігури клавішами "→", "←", "↓", "↑". Запам'ятати параметри зони натисканням клавіші «Запам'ятати». Скидання налаштувань проводиться клавішею «Скинути»;

8) завершити налаштування параметрів процедури натисканням клавіші «Прийняти».

#### 9. Методика проведення процедури

При проведенні процедур терапії лазерним скануючим променем повинні враховуватися фактори техніки безпеки: відстань від скануючого пристрою до тіла пацієнта;

Освітлення приміщення; становище самого пацієнта щодо відповідності до санера і доступність проведення методики положення пацієнта під час процедури визначається максимальною доступністю лазерного випромінювання по відношенню до вогнища ураження.

У більшості випадків пацієнт під час процедури перебуває в лежачому положенні. При впливі на потиличну і шийно-комірцеву області - в положенні сидячи. При впливі на ліктьові і колінні суглоби необхідно домогтися такого положення кінцівок (як правило, напівзігнутих), при якому доступ до суглобових щілин буде максимальним. Оптимальним при даному варіанті є вибір не більше двох положень пацієнта за одну процедуру. Спочатку опромінюють області, які доступні тільки в положенні сидячи, потім області, на які краще впливати в положенні лежачи. Іншими словами, бажано уникати варіантів, при яких хворий буде змушений то лягати, то сидати, то крутитися з боку в бік. Якщо є можливість обмежитися лише одним положенням хворого (лежачи або сидячи), то це - оптимальний варіант. Процедура повинна бути максимально комфортною і без утоми як в психологічному, так і енергетичному відношенні (важливість вибору параметрів лазера). Чим менше буде "енергетичний опір каналів" (меридіанів) та інших енергетичних систем, тим вище буде ефект від лікування. Потрібно прагнути до того, щоб стан пацієнта перед і під час процедури був максимально наближений до релаксаційного.

У деяких хворих після процедур може спостерігатися сонливість протягом 1-2 годин. Це є сприятливою ознакою, що свідчить, як правило, про хороший кінцевий результат лікування. Однак відсутність цих симптомів не може служити показником неефективності лікування.

#### 10. Основні принципи вибору областей для терапії лазерним променем

Базуючись на сучасних принципах застосування лазеротерапії, можна виділити кілька особливо важливих рекомендацій при проведенні лазерної скануючої терапії:

1. У кожному конкретному випадку, з урахуванням поставленої лікувальної мети, визначають зони передбачуваного впливу при лазеротерапії. Найбільш часто передбачається

безпосередній (локальний) вплив на уражені органи або їх проекцію і тканини для стимуляції опосередкованою дією за рахунок лазерної дії рефлексогенних зон і точок акупунктури. Як правило, комбінація цих двох підходів істотно підвищує ефективність лазеротерапії.

2. В залежності від характеру патологічного процесу, глибини знаходження уражених органів і тканин і інших конкретних даних вибирають вид низькоенергетичного лазерного впливу і спосіб його доставки до зони впливу. Наприклад, для надання лікувальної дії на поверхнево розташовані вогнища (екзема, опіки, відкриті рани та ін.) доцільно використовувати сканування лазером в червоній частині спектра випромінювання в неперервному режимі генерації.

3. У забезпеченні лікувального ефекту лазеротерапії важливий вибір області впливу. Загальна площа на одну процедуру не повинна перевищувати  $400 \text{ см}^2$ . У разі необхідності впливу на великі поверхні (шкірні захворювання, опікові виразки) опромінення проводять по полях площею не більше  $80 \text{ см}^2$ . У цих випадках рекомендується додатково впливати на так неуразені тканини по периферії ураженої ділянки (в межах  $1,0 - 1,5 \text{ см}$ ).

4. При впливі на проекцію внутрішніх органів необхідно заздалегідь визначити кількість опромінених зон і їх площу. Наприклад, при виразковій хворобі 12-ти палої кишки один з варіантів сканування буде виглядати наступним чином: за допомогою пальпації черевної порожнини визначають найбільш болючі області в проекції цибулини 12-ти палої кишки, часткою печінки, жовчного міхура, тіла підшлункової залози і епігастрію. Праве підребер'я можна опромінювати сканером площею  $4 \text{ г } 2 \text{ см}$ , проекцію тіла підшлункової - сканером  $5 \text{ г } 2 \text{ см}$ , епігастрії - сканером  $2 \text{ г } 2 \text{ см}$ , а на інші області впливати лазерною плямою. Справа в тому, що при даній патології проекції печінки, жовчного міхура, тіла підшлункової залози і епігастрію достотно болючі, але бль, як правило, "розмита" по чималій площі.

5. У кожному конкретному випадку доза і, відповідно, кількість областей лазерного впливу строго індивідуалізується. На світліші ділянки шкіри потрібно збільшувати дозу, на темні (загар) - зменшувати. Забороняється впливати на пігментні плями, невуси, ангіоми та ін. новоутворення внаслідок високого біостимулюючого ефекту лазеротерапії.

#### 4.2.2 Режим роботи каналу ВПО

Підключити необхідну для роботи насадку ВПО, за допомогою електричного кабеля приєднати до стійки - розьєм №4.

Режим роботи каналу ВПО задається в основному екрані ВПО.

Встановлення параметрів проводиться введенням відповідного числа або переміщенням лінійки. Час процедури розраховується після завдання відповідних параметрів. Вид екрану наведено на рисунку 5.

Запуск процедури здійснюється після введення значення Розрахункової дози і натискання клавіші «Прийняти».

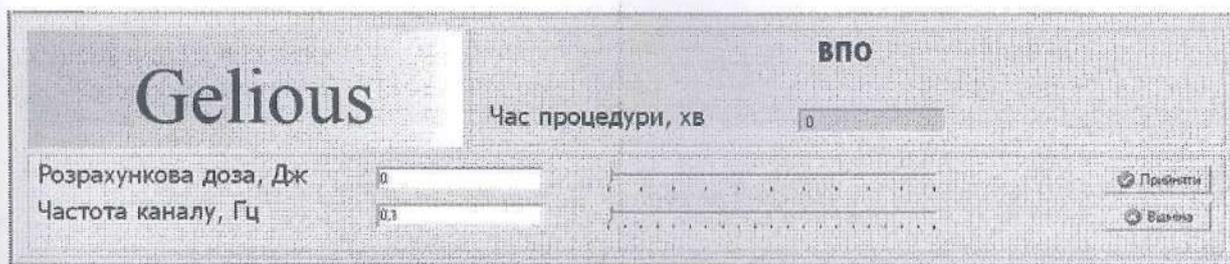


Рис. 5. Вид екрану ВПО

#### 4.2.3 Режим роботи каналу ЧМЛ

Підключити необхідну для роботи насадку ЧМЛ, за допомогою електричного кабеля приєднати до стійки - роз'єм №9.

Підключити необхідні для роботи насадки ЧМЛ

Час процедури розраховується після задання відповідних параметрів.

Вигляд екрану наведено на рисунку 6.

Запуск процедури відбувається після задання значення Розрахункової дози и натисканням клавіші «Прийняти».

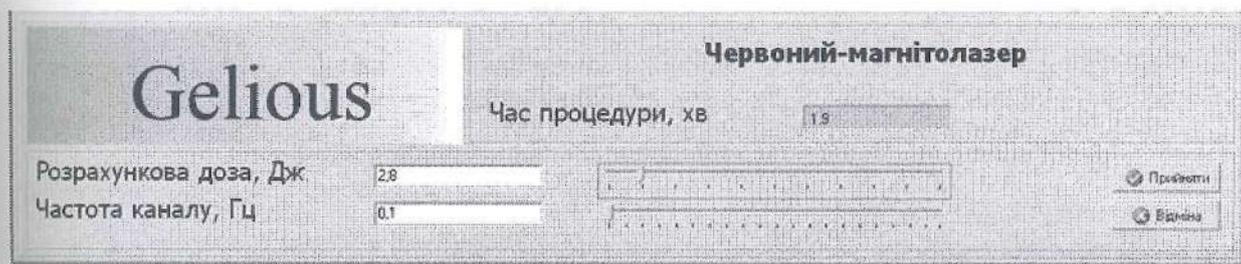


Рис. 6. Вид екрану ЧМЛ

#### 4.2.4 Режим роботи каналу СМЛ

Підключити необхідну для роботи насадку СМЛ, за допомогою електричного кабеля приєднати до стійки - роз'єм №10.

Встановлення параметрів повністю співпадає із встановленням параметрів процедури «СМЛ».

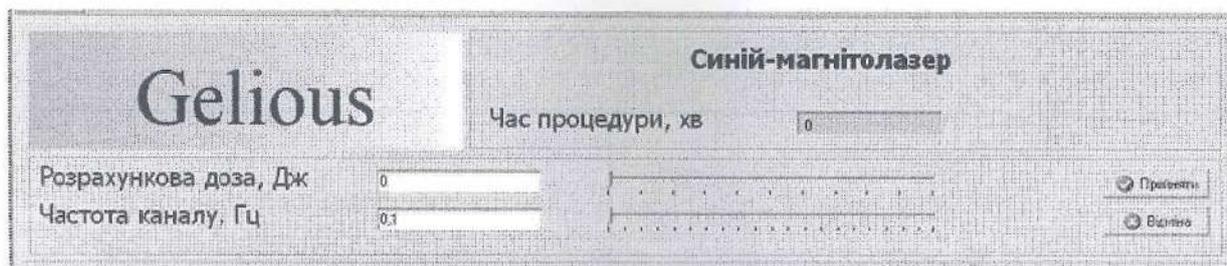


Рис. 7. Вид екрану СМЛ

#### 4.2.5 Режим роботи каналу ІЧ-МЛ

Підключити необхідну для роботи насадку ІЧ-МЛ, за допомогою електричного кабеля приєднати до стійки - роз'єм №8. Канал призначений для керування відповідною насадкою з використанням регульованих оператором параметрів РОЗРАХУНКОВА ДОЗА, ЧАСТОТА КАНАЛУ. Завдання параметрів повністю збігається із завданням параметрів процедури «КМЛ».

Вигляд екрану наведено на рисунку 8.



Рис. 8. Вид каналу ІЧ-МЛ

#### 4.2.6 Режим роботи каналу НЛОК

Підключити необхідну для роботи насадку НЛОК (ліву/праву), за допомогою електричного кабеля приєднати до стійки - роз'єм №2/3.

Вигляд екрану наведено на рисунку 9.

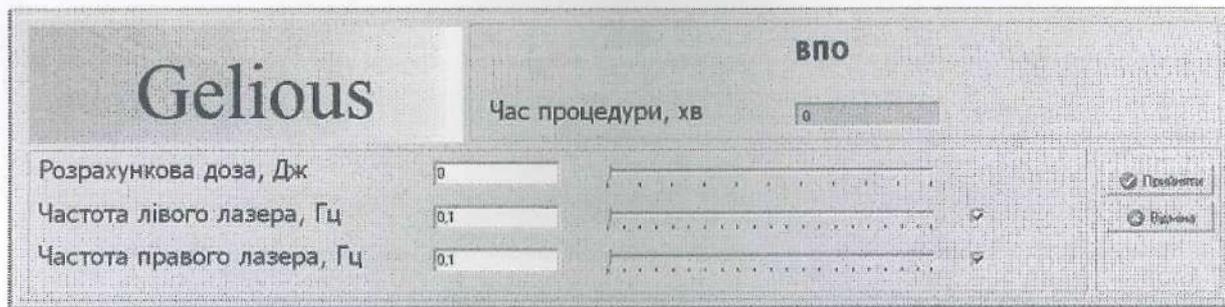


Рис. 9. Вид каналу НЛОК

Послідовність програмування:

- 1) встановлення частоти правого лазера;
- 2) встановлення частоти лівого лазера;
- 3) задати розрахункову дозу опромінення.

Запуск процедури здійснюється натисканням клавіші «Прийняти».

#### 4.2.7 Режим роботи каналу КОМПЛЕКС

Підключити необхідну для роботи насадку **КОМПЛЕКС**, за допомогою електричного кабеля приєднати до стійки - роз'єм №6.

Вид екрану наведено на рисунку 10, 11, 12.



Рис. 10.

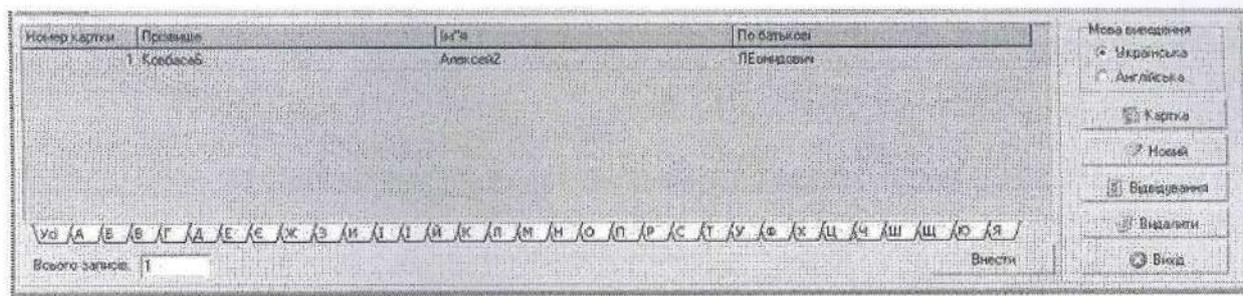


Рис. 11.

Номер картки	<input type="text"/>	Провіше	<input type="text"/>	Адреса	<input type="text"/>	<input type="button" value="Зберегти"/>
Стать	<input checked="" type="radio"/> жін <input type="radio"/> чоловік	Ім'я	<input type="text"/>	Прізвище	<input type="text"/>	<input type="button" value="Вийти"/>
Рік народження	<input type="text"/>	По батькові	<input type="text"/>			

Рис. 12. Вид каналу КОМПЛЕКС

### 4.3 Блок-схема установки

Блок-схема «Інноваційної лазерної терапевтичної установки «Фотонікс-21» представлена на рис. 13.

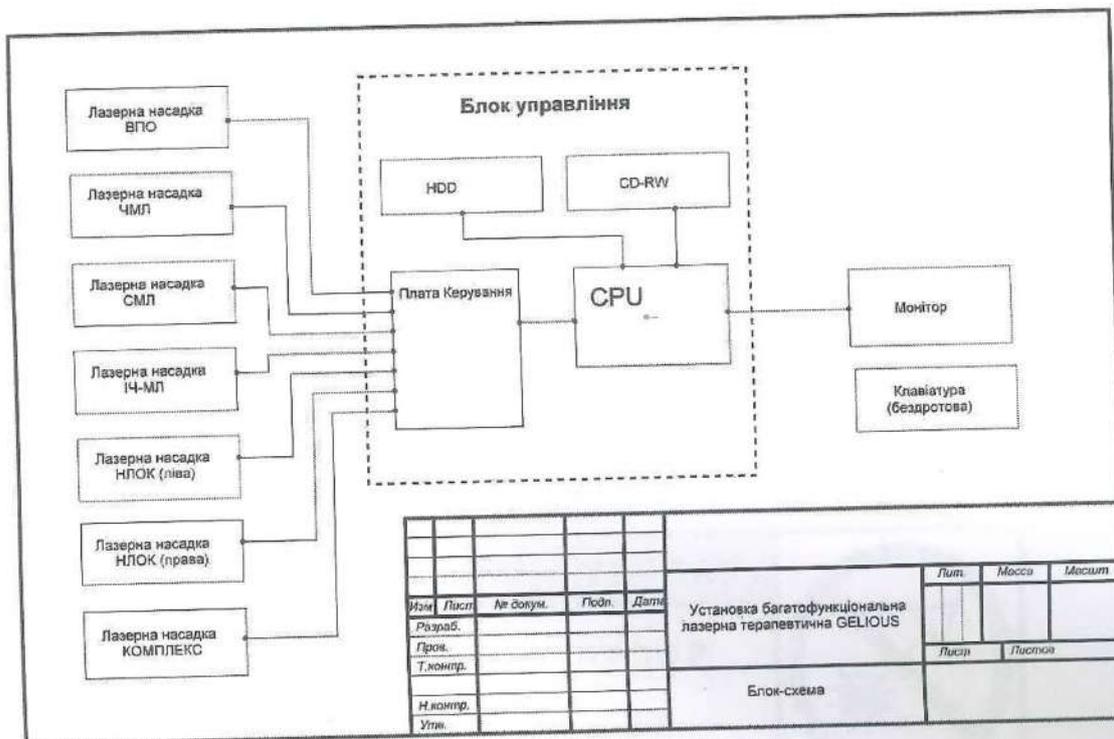


Рис. 13. Блок-схема «Інноваційної лазерної терапевтичної установки

«Фотонікс-21»

#### 4.4 Маркування

Для попередження пацієнта і обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом відповідно до вимог виробів класу I тип В за ДСТУ ІЕС 60601-1 на установку нанесено відповідне маркування:

- поблизу мережевого роз'єму номінальна напруга і частота мережі живлення: "МЕРЕЖА 220 В 50 Гц";

- знак виробу класу I:



- споживана потужність;

- символ захисту від ураження електричним струмом (В);

- маркування зажимів захисного заземлення в зажимах живлення L N G

(L – дріт під напругою, N – нульовий дріт, G – земля);

- на сканері поблизу вихода лазерного випромінювання знак «Руками не чіпати»



- ПУСК – кнопка ввімкнення/вимкнення установки, розташована на передній панелі блоку управління.

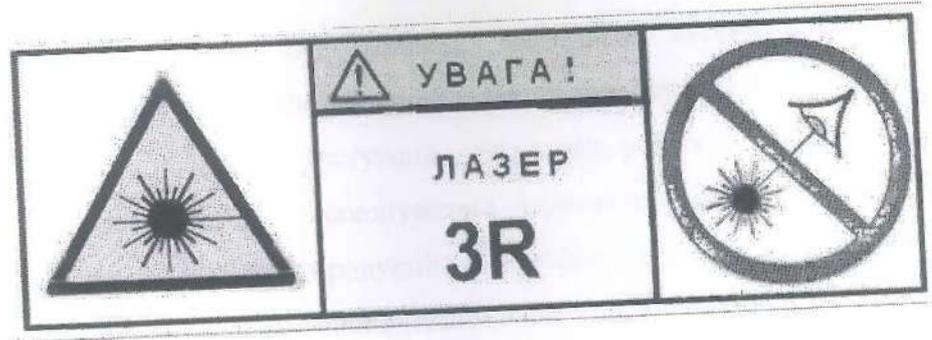
- відповідно до вимог ДСТУ EN 60825-1:2019 на установку та її робочі частини нанесено відповідне попереджувальне маркування, а саме:

- ЛАЗЕРНЕ ОПРОМІНЕННЯ! НЕ ДИВИТИСЬ В ПРОМІНЬ. ЛАЗЕРНИЙ ВИРІБ КЛАС

2



- НЕВИДИМЕ ЛАЗЕРНЕ ОПРОМІНЕННЯ! УНИКАЙТЕ КОНТАКТУ З ОЧИМА.  
ЛАЗЕРНИЙ ВИРІБ КЛАС 3R



- маркування установки та пакування на установку:



Етикетка установки



Етикетка пакування

## ВИСНОВКИ

1. Сучасні ліки стали не тільки більш ефективними, але і більш агресивними. Навіть країнах з розвинуеною фарміндустрією проблема безпеки лікарських засобів виходить на одне перших місць. За статистикою смертність від побічних реакцій на ліки стоїть в світі на 5 міс після серцево-судинних, онкологічних, бронхо-легеневих захворювань і травматизму. Побічні ефекти від ліків - четверта причина захворюваності по всьому світу. Також проявляється звикання до ліків і алергічні реакції.

2. Унікальні властивості лазерного випромінювання відкрили широкі можливості його застосування в різних областях медицини. Однією з таких областей є терапія. Лазерну терапію застосовують в офтальмології, пульмонології, гінекології, урології, кардіології, гастроентерології, дерматології та інших областях медицини.

3. Методи лікування лазерної терапії здатні знизити потребу, а іноді і повністю замінити медикаментозну терапію.

4. Науково-дослідна робота «Виготовлення складових частин виробу "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», розробка програмного забезпечення та нормативно-методичної документації. Тестування установки, розробка нормативно-методичної документації та заключного звіту» виконувалась відповідно до вимог ДСТУ 3973-2000 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення» і проводилася в два етапи:

Етап 1 - виготовлення складових частин виробу "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», розробка програмного забезпечення та нормативно-методичної документації.

Етап 2 – Тестування установки, розробка нормативно-методичної документації та заключного звіту.

5 В результаті виконання науково-дослідної роботи:

5.1. Виготовлений зразок виробу "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21" у складі:

- канал сканування лазерним променем СКАНЕР;
- конструктив;
- канал надвенного опромінення крові НЛОК;
- канал магнітолазерної терапії ІЧ-МЛІ;
- канал комплексного лазерного опромінення КОМПЛЕКС

5.2. Розроблене спеціалізоване програмне забезпечення:

- інтерфейс введення в систему координат руху променя сканера при проведенні лікувальних процедур;
- інтерфейс масштабування зон опромінення променем сканера;
- багатофункціональний процесор управління сканером;
- адаптоване програмне забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову;
- багатофункціональний інтерфейс управління незалежними каналами;
- модель управління лазерним променем сканера.

5.3. Доопрацьована структура бази даних для розміщення діагнозу пацієнта;

5.4. Адаптоване програмне забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову;

4. Науково-дослідна робота «Виготовлення складових частин виробу "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», розробка програмного забезпечення та нормативно-методичної документації. Тестування установки, розробка нормативно-методичної документації та заключного звіту» виконувалась відповідно до вимог ДСТУ 3973-2000 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення» і проводилася в два етапи:

Етап 1 - виготовлення складових частин виробу "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», розробка програмного забезпечення та нормативно-методичної документації.

Етап 2 – Тестування установки, розробка нормативно-методичної документації та заключного звіту.

5 В результаті виконання науково-дослідної роботи:

5.1. Виготовлений зразок виробу "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21" у складі:

- канал сканування лазерним променем СКАНЕР;
- конструктив;
- канал надвенного опромінення крові НЛОК;
- канал магнітолазерної терапії ІЧ-МЛ;
- канал комплексного лазерного опромінення КОМПЛЕКС

5.2. Розроблене спеціалізоване програмне забезпечення:

- інтерфейс введення в систему координат руху променя сканера при проведенні лікувальних процедур;
- інтерфейс масштабування зон опромінення променем сканера;
- багатофункціональний процесор управління сканером;
- адаптоване програмне забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову;
- багатофункціональний інтерфейс управління незалежними каналами;
- модель управління лазерним променем сканера.

5.3. Доопрацьована структура бази даних для розміщення діагнозу пацієнта;

5.4. Адаптоване програмне забезпечення системи у відповідності до закону України про українську мову;

5.5. Протестоване спеціалізоване програмне забезпечення:

- маштабування зон опромінення променем сканера;
- режим автономного перміщення лазерного променю;
- системи управління бази даних для розміщення діагнозу пацієнта;
- багатофункціональний процесор управління сканером;
- програмного забезпечення;
- електронного блоку управління незалежними каналами

5.6. Проведені атестаційні дослідження комплексу на відповідність технічного завдання на базі аналітично-виміральної лабораторії ДУ «ІГНС НАН України»

5.7. Розроблена блок-схема та виготовлений технологічний стенд для налаштування та тестування установки.

5.8. Розроблена конструкторська документація маркування установки.

5.9. Розроблена нормативно-методична документація щодо використання комплексу:

- «Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21»». Настанова з експлуатації;

- Методичні рекомендації «Застосування терапевтичного мультилазерного медичного комплексу в лікуванні захворювань судин, трофічних виразок і ран», авторів Черняка В.А., професора; Забулонова Ю.Л., професора; Чухраєва М.В., професора; Карпенка К.К., аспіранта; Невструєва В.П., лікаря; Скиби О.В., фахівця. // Ухвалено до видання та друку науково-технічною радою Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол №5 від 13.05.21.р.), К.: Видавництво «Наукова столиця», 2021 р. – 79 с., ISBN 978-617-7649-45-7, УДК 616.14-089;

- Підготовлені до друку та опубліковані 2 статті, оформлена 1 заявка на патентування та отриманий патент України на корисну модель (Патент UA №147062 )

5.10. Розроблений та узгоджений анований та заключний звіти.

5.11. Розроблений та узгоджений фінансовий звіт.

6. Виготовлена "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21» та нормативно-методична документація повністю відповідають вимогам технічного завдання до Договору № 21ДФ028-01-С1 від 10.06.2021 р.

7. Впровадження інноваційної лазерної терапевтичної установки «Фотонікс-21» значно розширить можливості застосування сучасних методик лікування, а одночасне лікування 7-х пацієнтів підвищить їх ефективність та скоротить час прийому пацієнтів.

Запровадження в клінічну практику технології лазерної обробки ран м'яких тканин, імунної стимуляції шляхом скануючого лазерного випромінювання, внутрішньопорожнинного випроїнювання, надвентного опромінення крові і інфрачервоного лазерного випромінювання дозволить практичним лікарям більш ефективно лікувати поранених і хворих з дефектами м'яких тканин бойового і не бойового характеру, більш ефективно і спрощено рятувати життя в прифронтових госпіталях поранених і хворих, а також успішно лікувати хворих і поранених на всіх етапах медичної евакуації.

8. Створення клінічних рекомендацій щодо застосування лазерних технологій у лікуванні ран та трофічних порушень м'яких тканин, спричинених бойовими травмами та захворюваннями магістральних судин, дозволить користуватися запропонованими технологіями всім практикуючим лікарям терапевтичного профілю.

На сьогодні запровадження в клінічну практику технології лазерної обробки ран м'яких тканин, імунної стимуляції, ран бойового та не бойового ураження є актуальним, а медичні лазерні вироби затребуваними.

Тому даний напрямок є перспективним, слід розвивати методи лікування за допомогою лазерної терапії.

## ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ВИДАНИХ КОМАНДОЮ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

1. Чухраєв М.В., Малюта В.І., Шморгун А.О., Забулонов Ю.Л., Невструєв В.П., Черняк В.А., Карпенко К.К. Пристрій для ультрафонової індукційної лазеротерапії // Патент на корисну модель UA 147062. 07.04.2021., Бюл. №14.
2. Черняк В.А. Забулонов Ю.Л., Чухраєв М.В., Карпенко К.К., Невструєв В.П., Скиба О.В. Застосування терапевтичного мультилазерного медичного комплексу в лікуванні захворювань судин, трофічних виразок і ран // К.: Видавництво; «Наукова столиця», 2021. – 79 с., ISBN 978-617-7649-45-7, УДК 616.14-089
3. Владимиров А.А., Чайка С.В., Забулонов Ю.Л., Невструєв В.П., Черняк В.А., Чухраєва Е.Н. Применение лазеротерапии в программах лечения трофических язв и ран у больных сахарным диабетом // 1 International Scientific and Theoretical conference «MODERNIZATION OF SCIENCE AND INS INFLUENCE ON GLOBAL PROCESSES» // BERN, SWISS CONFEDERATION, 05.11.2021. Vol. 2, P.94-100 UDC 001(08)  
<https://doi.org/10.36074/scientia>
4. Владимиров А.А., Чайка С.В., Забулонов Ю.Л., Невструєв В.П., Черняк В.А., Чухраєв Н.В., Шморгун А.А., Малюта В.І. Полифакторный подход в реабилитации спортсменов с травмами нижних конечностей // 2021. – у друці

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Забулонов Ю.Л., Пристрій для багатофункціональної лазерної терапії // Патент на корисну модель №103511- Заявка № U 2015 04138 от 28.04.15. Оpubл. 25.12.15. - Бюл. №24.
2. Забулонов Ю.Л., Чухраєв М.В., Чухраєв Є.М., Уніченко А.В. Пристрій для багатофункціональної лазерної терапії з тепловізійною системою // Патент на корисну модель №114510- Заявка № U 2016 09572 от 16.09.16. Оpubл. 10.03.17. - Бюл. №5.  
Забулонов Ю.Л. Пристрій для гідро лазерного вакуумного масажу // Патент на корисну модель №114510- Заявка № U 2016 09572 от 16.09.16. Оpubл. 10.03.17. - Бюл. №5.
4. Забулонов Ю.Л., Владимиров А.А., Чухраєв Н.В., Гунько М.А. Применение аппарата «Гелиос» в клинической и курортной практике //К., НМЦ «Мединтех» - 340 с.
5. Низкоинтенсивная лазерная терапия - <http://www.alcommedica.ru/info/liter/stati/NILI.html>
6. Залеський В. Н. Лазерна медицина на рубежі ХХ-ХХІ століть. - Київ: ВПОЛ, 2010. - 896 с. Овертон Г., Белфорті Д. А., Нозі А. Річний огляд і прогноз світового ринку лазерів // Інформаційний бюлетень лазерної асоціації. // Лазер-Інформ вип. 3-4, С. 2-8, лютий 2016.
7. Е.А.Шахно. Физические основы применения лазеров в медицине. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.
8. Приїжджих А. В., Тучин В. В., Шубочкін Л. П. Лазерна діагностика в біології та медицині. - Москва: Наука, 1989. - 240 с.
9. Лазерные и светодиодные медицинские приборы и системы: Учебное пособие / В. Н. Баранов, О. Н. Кузяков, М. С. Бочков и др. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 176 с.
10. Пирогова Л. А. П-33 Основы медицинской реабилитации и немедикаментозной терапии: учебное пособие / Л. А. Пирогова. – Гродно: ГрГМУ, 2008. – 212 с. ISBN 978-985-496-382-2
11. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник/ Под ред. Э.Т.Романычева.-М.: Радио и связь. 1989. – 448 с.
12. ДСТУ 3973-2000 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво.

- Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення»
13. ДСТУ EN 60601-1-1:2015) «Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги безпеки та основних робочих характеристик (EN 60601-1:2006; A11:2011, IDT)»
  14. Авраменко А.С., Авраменко В.С., Косенюк Г.В. Тестування програмного забезпечення // Навчальний посібник. – Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2017. – 284 с. ISBN 978-966-920-199-7.
  15. Лабo В.Р. Алгоритми мультикритеріального тестування вебдодатків Спеціальність 8.091501 – Комп'ютерні системи та мережі Міністерство освіти і науки України, Тернопільський національний економічний університет Факультет комп'ютерних інформаційних технологій Кафедра комп'ютерної інженерії, Тернопіль – 2017.