

Беліков О. Є.,
викладач, Чорноморський державний
університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Плохенко М. В.,
магістрант, Чорноморський державний
університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Щесюк О. В.
канд. тех. наук, доцент, Чорноморський державний університет
ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ АПАРАТУ ДЛЯ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ЛІКУВАННІ ЗАХВОРЮВАНЬ ШКІРИ

Описано систему автоматизації апарату для фотодинамічної терапії, що дозволяє прискорити процедуру ФДТ, підвищити її точність і звести до мінімуму вплив людського фактору під час роботи.

Ключові слова: кроковий двигун; лазер; мікроконтролер; світлодіод; драйвер; позиціонування; фотодинамічна терапія.

Постановка проблеми. Сьогодні кожна п'ята людина у світі помирає від раку, тому йде пошук ефективних і шадних методів лікування. Існує декілька методів лікування ракових пухлин: хірургічний, променевий, криодеструкційний, імунномодулюючий, радіохірургічний, метод електролікування, хіміотерапії та безпосередньо метод фотодинамічної терапії (ФДТ) [1; 2].

Що ж собою являє метод ФДТ? – Це поєднання хіміотерапевтичних та фізичних методів впливу: окремо взятих сенсibilізаторів і лазерного опромінення. На сьогодні цей спосіб лікування є найменш ризикований, найбільш продуктивний та має мінімальний ризик появи рецидивів. Особливо виражена фотоіндукція імунітету при фотодинамічній терапії первинної меланоми шкіри і раку молочної залози, тому саме феноменом фотоіндукції імунітету можна пояснити той факт, що після ФДТ первинної меланоми не спостерігається рецидивів на місці первісної пухлини, тоді як після хірургічного видалення, незважаючи на величезні порізи тканин у кожного десятого хворого виникають рецидиви в області післяопераційного рубця.

Метод фотодинамічної терапії може замінити хірургічні операції і променеве лікування при базаліомі шкіри, плоскоклітинному і метатипічному раку шкіри та первинній меланомі шкіри, а також при ранньому раку шийки матки, сечового міхура, язика, стравоходу, шлунка, анального каналу, гортані, глотки, коли пухлина вражає тільки слизову оболонку і не дала метастазів. Отже, у цієї категорії хворих можна зберегти в цілісності внутрішні органи, і уникнути інвалідності [3; 4].

Розробка системи автоматизації апарату для ФДТ є актуальною, тому що на сьогодні немає таких комбінованих систем для лікування новоутворень шкіри, які водночас можуть поєднувати в собі систему позиціонування і лазерного опромінювання.

Метою роботи є створення системи автоматизації апарату для фотодинамічної терапії, що дозволяє прискорити процедуру ФДТ, збільшити її точність і звести до мінімуму вплив людського фактору під час роботи.

Розробка системи автоматизації апарату для ФДТ. У цій роботі розглядається пристрій для автоматизації процесу фотодинамічної терапії, а саме блок позиціонування кроковими двигунами (КД). На рис. 1. представлено модель системи позиціонування лазера на основі КД, де можна побачити, що лазер буде рухатися у трьох площинах: координата по осі X, координата по осі Y та координата по осі Z, а саме приближення та віддалення самого лазера.

Відповідно до поставленої задачі розроблено функціональну схему системи автоматизації апарату для ФДТ (рис. 2). Принцип дії системи такий, що після введення в тіло пацієнта фотосенсibilізатора і опромінення ураженої ділянки певним світлодіодом, відеодетектор починає процес відеофлюоресцентного маркування, тобто зчитування координат пухлини і відправлення даних на персональний комп'ютер.

Лікар отримує інформацію про місцезнаходження та розміри пухлини та задає на комп'ютері контрольні точки ракової пухлини. Програма будує траєкторію проходження лазера по злоякісній пухлині. І вже потім лікар віддає команду на початок виконання опромінення. Сигнали з ПК передаються через блок інтерфейсу, який є інформаційним зв'язком до блоку керування і на самі крокові двигуни, які забезпечують позиціонування лазера по трьом площинам.

За лазер взято лазерний діод FBLD-650 з довжиною хвилі 650 нм і вихідною потужністю 400 мВт для досягнення максимального ефекту. Але в лікарняній практиці необхідно використовувати щонайменше 2 лазери різної потужності.

Виконавчим пристроєм є три уніполярні крокові двигуни типу PL57H76 (рис. 2).

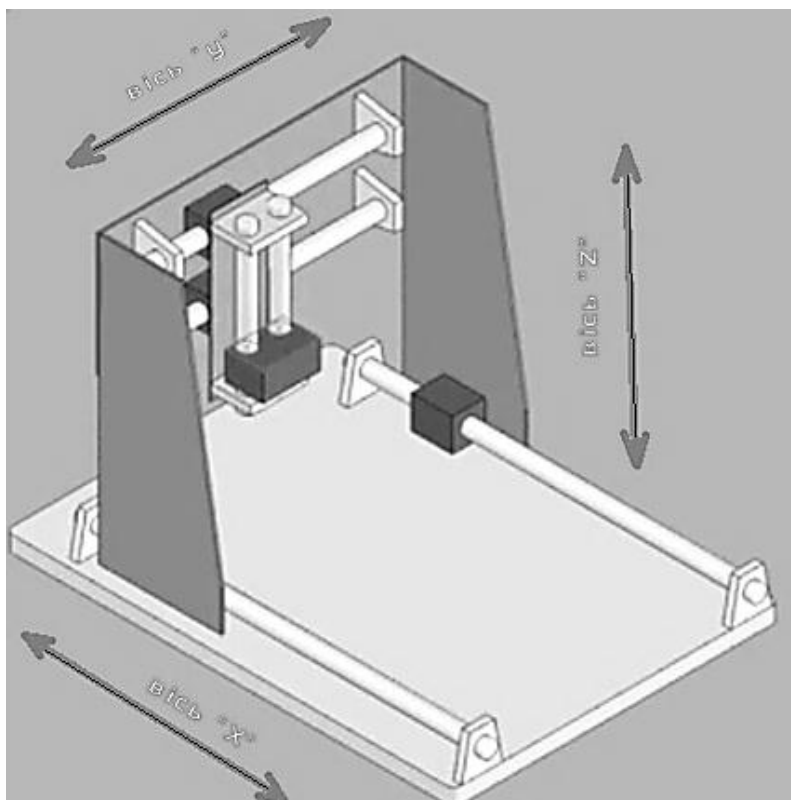


Рис. 1. Модель системи позиціонування лазера на основі крокових двигунів

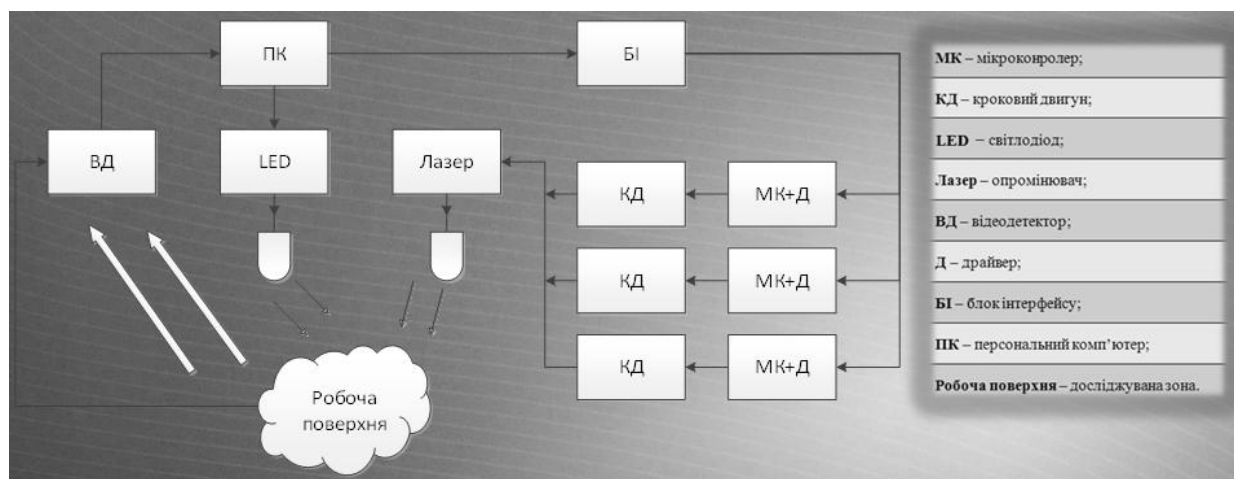


Рис. 2. Функціональна схема системи автоматизації апарату для ФДТ

Персональний комп'ютер (ПК) призначений для обробки та зберігання отриманих даних з робочої поверхні досліджуваного пацієнта, а також за допомогою спеціального програмного забезпечення керувати системою позиціонування.

LED – елементи, які опромінюють робочу поверхню і забезпечують можливості флуоресценції новоутворень шкіри з метою виділення їх на фоні здорової тканини.

Блок інтерфейсу (БІ) використовується для опторозв'язки ПК від електронної частини блоку контролера КД, що забезпечує збереження порту комп'ютера у випадку аварійних ситуацій. Даний блок має повну опторозв'язку, включаючи вхідні сигнали. Так само блок має релеjne управління різними силовими навантаженнями, що дозволяє підключати різноманітні датчики у необхідних комбінаціях (наприклад, датчик освітленості або температури).

Кроковий двигун (КД) – це синхронний безщітковий електродвигун з декількома обмотками, необхідний для точних дискретних кутових переміщень (кроків) [5].

Відеодетектор (ВД) призначений для сканування ураженої ділянки тіла пацієнта та формування відеозображення на пристрої виводу, наприклад, ЕПТ або монітор.

На рис. 3. зображено функціональну схему блоку керування КД на основі додаткових мікроконтролерів (МК) та драйверів. У пам'яті кожного МК записана керуюча програма, згідно з якою він дає можливість керувати кроковими двигунами через ПК. Залежно від необхідності, користувач (лікар) сам обирає позиціонування лазера за допомогою спеціальної утиліти, що встановлена на ПК.

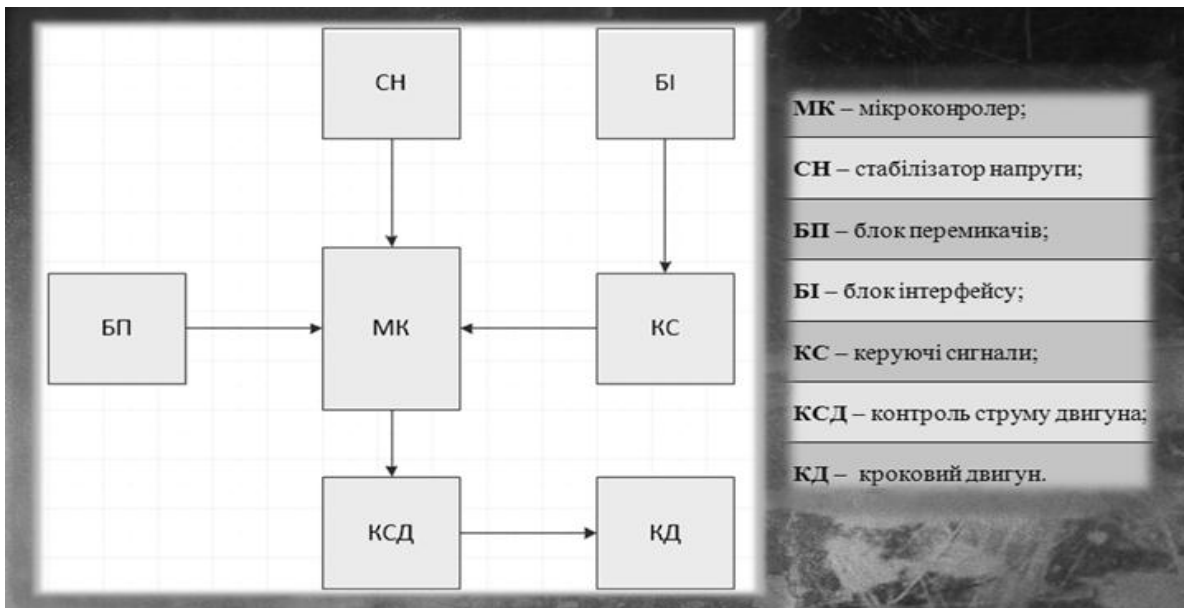


Рис. 3. Функціональна схема блоку керування КД

Драйвер являє собою блок контролера уніполярного крокового двигуна на основі МК. Драйвер підтримує керуючі сигнали STEP, DIR і ENABLE. У цьому блоці реалізований мікрокроковий режим і режим утримання з пониженням струму фаз. У сумі цих драйверів три і вони відповідають за позиціонування.

Основним керуючим елементом схеми є мікроконтролер Pic18F2320, який запрограмований спеціальною програмою за допомогою програматора «PICKit 3». МК слугує для зчитування вхідних сигналів, обробки та посилання відповідних вихідних сигналів на наступні блоки. В пам'яті МК записана відповідна керуюча програма, яка залежно від вхідних сигналів вирішує заданий алгоритм.

Блок перемикачів (БП) встановлює необхідний режим дроблення кроку двигуна, наприклад: 1, 1m, 1/2, 1/2m, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32.

Блок контролера уніполярного крокового двигуна зображений на рис. 4. У цьому драйвері присутня апаратна ШІМ регулювання обмеження струму фаз; великий діапазон напруги та струму фаз; можливість використання універсальних керуючих сигналів STEP, DIR, ENABLE та робота в режимах «повний крок», «напівкрок» і «мікрокрок».

Іншими словами цей блок відповідає за обертання одного крокового двигуна за такими параметрами, які будуть задані з ПК та на самій платі.

На рис. 5. зображено електричну принципову схему, яка зібрана у програмному середовищі «Proteus». Для перевірки роботи приладу зібрано експериментальну модель відповідно до електричної принципової схеми.

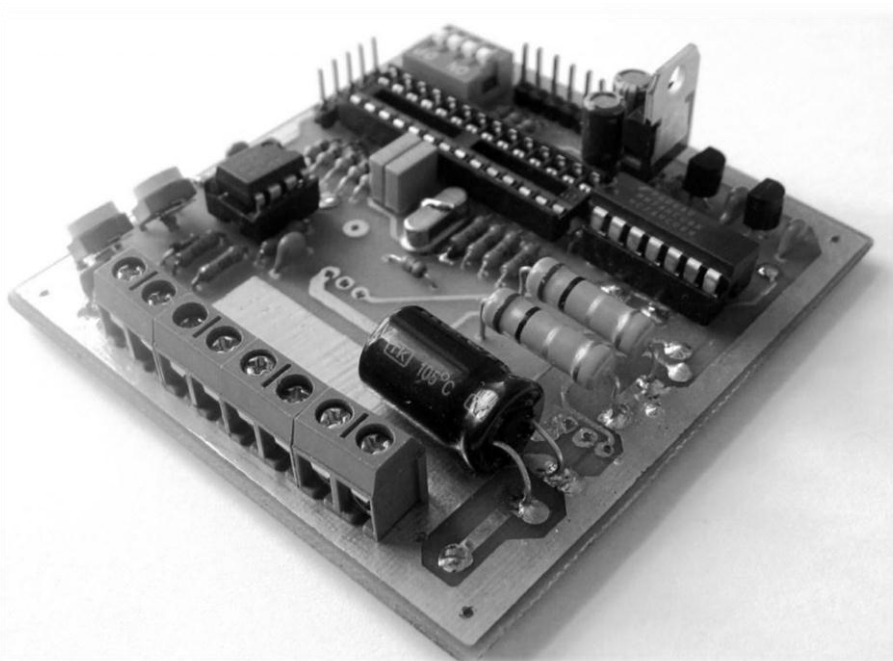


Рис. 4. Блок контролера уніполярного крокового двигуна

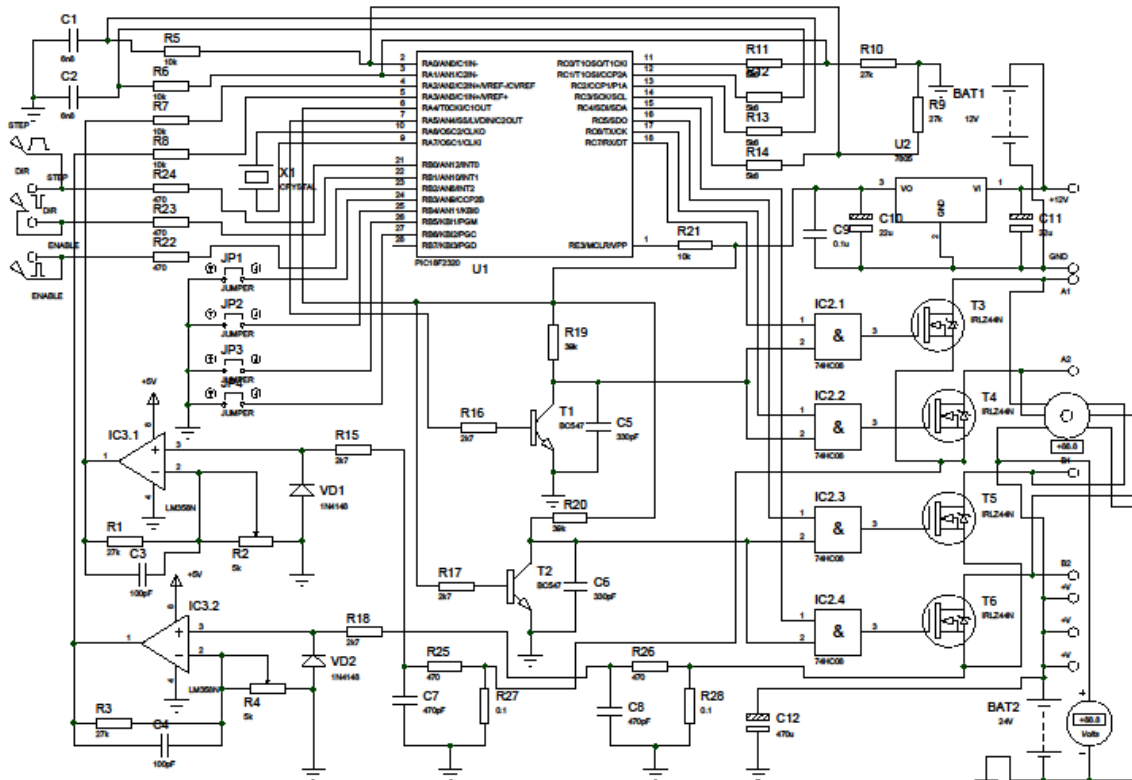


Рис. 5. Електрична принципова схема, яка зібрана у програмному середовищі «Proteus»

Алгоритм роботи системи автоматизації апарату для ФДТ. На рис. 6 зображено блок-схему роботи приладу ФДТ та позиціонування лазера. Пацієнта підготовлюють до процедури, вмикають світлодіод з певною довжиною хвилі аби отримати ефект флюоресценції. Після отримання зображення, лікар робить аналіз зображення пухлини та визначає область впливу. Програма будує траєкторію оптимального шляху, а лікар встановлює контрольні точки, щоб визначити чи рухався пацієнт при процедурі. Далі, якщо всі параметри в нормі, лікар

починає процедуру. Керуючий сигнал відправляється на БІ, задається позиція лазера і починається опромінення кожної визначеної програмою ділянки.

При виникненні аварійної ситуації система припиняє роботу, а при закінченні процедури, лікар знову проводить аналіз пухлини.

Принцип дії позиціонування такий, що для початку або продовження опромінення необхідно виставити лазер на потрібне місце, що робиться кожним з трьох крокових двигунів (вісь X, вісь Y, та вісь Z).

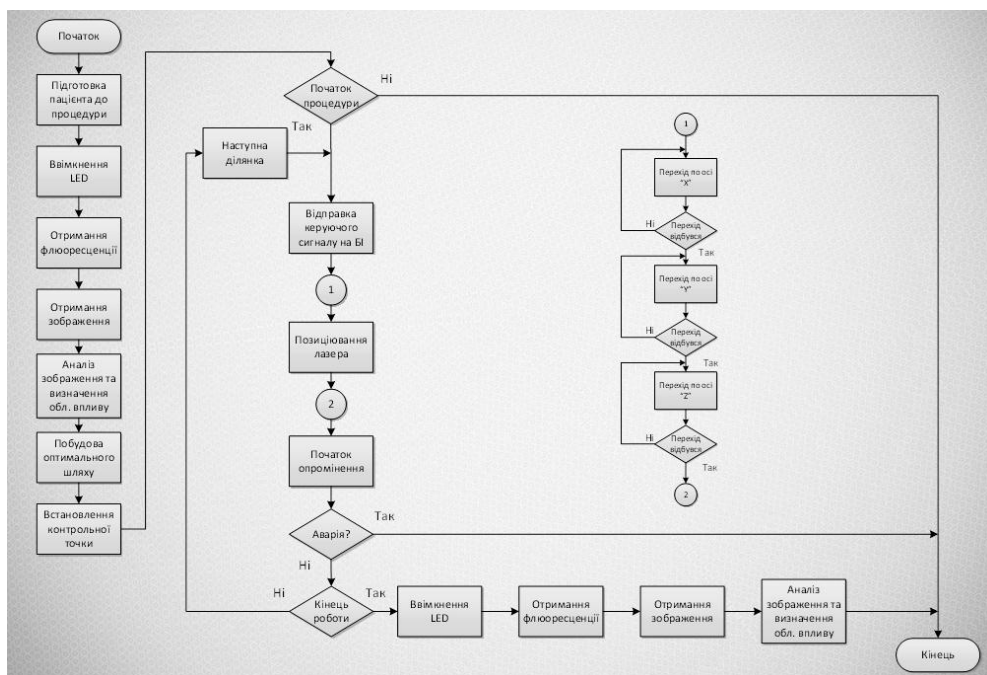


Рис. 6. Блок-схема роботи приладу ФДТ та позиціонування лазера

Висновки. Розроблено систему, що призначена для автоматизації процесу фотодинамічної терапії, який використовується при лікуванні захворювань шкіри людини. Ця система автоматики апарату для ФДТ є комбінованою, бо водночас поєднує в собі

систему позиціонування і лазерного опромінювання на основі крокових двигунів. Використання такої системи в лікарняній практиці дозволяє прискорити процедуру ФДТ, підвищити її точність і звести до мінімуму вплив людського фактору під час роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дарьялова С. Л. Диагностика и лечение злокачественных опухолей / С. Л. Дарьялова, В. И. Чиссов. – М. : Медицина, 1993. – 320с.
2. Голдман М. П. Фотодинамическая терапия / М. П. Голдман. – М. : «Рид Элсивер», 2010. – 226 с.
3. Миронов А. Ф. Фотосенсибилизаторы на основе порфиринов и родственных соединений / А. Ф. Миронов // Итоги науки и техники. Т. 3. Совр. пробл. лаз. физ. – М. : ВИНТИ, 1990. – 224 с.
4. Loschenov V. B., R. Steiner. Working out of early diagnostic and control for the cancer treatment method with the use of photosensitiser of modelling action. Proceeding SPIE, vol. 2325, p. 144 (1994).
5. Карпенко Б. К. Шаговые электродвигатели / Б. К. Карпенко, В. И. Ларченко, Ю. А. Прокофьев. – К. : Техніка, 1972. – 216 с.

А. Е. Беликов, М. В. Плохенко, О. В. Щесюк,

Черноморский государственный университет им. Петра Могилы, г. Николаев, Украина

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ АППАРАТА ДЛЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ

Описана система автоматизации аппарата для фотодинамической терапии, что позволяет ускорить процедуру ФДТ, повысить ее точность и свести к минимуму влияние человеческого фактора во время работы.

Ключевые слова: шаговый двигатель; лазер; микроконтроллер; светодиод; драйвер; позиционирование; фотодинамическая терапия.

O. E. Belikov, M. V. Plohenko, O. V. Schesyuk,

Petro Mohyla Black Sea State University, Mykolaiv, Ukraine

AUTOMATION SYSTEM OF STAFF FOR PHOTODYNAMIC THERAPY IN THE TREATMENT OF SKIN DISEASES

A system for automation of the apparatus for photodynamic therapy, which allows to expedite the PDT, improve its accuracy and to minimize the impact of human factors at work.

Key words: stepping motor; a laser; a microcontroller; LED; driver; positioning; photodynamic therapy.

Рецензенти: *Хлопенко М. Я.*, д-р техн. наук, професор;
Щербак Ю. Г., канд. техн. наук, доцент.

© Беликов О. С., Плохенко М. В., Щесюк О. В., 2015

Дата надходження статті до редколегії 27.04.2015