

*Магістрант Михайленко С.В., магістрант Юценко О.І.,  
д.т.н., проф. Яненко О.П.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

### **ГЕНЕРАТОР НА СВІТЛОДІОДАХ ДЛЯ ФОТОТЕРАПІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК ЛЮДСЬКОГО ОРГАНІЗМУ**

Світло – потік електромагнітного випромінювання у видимому для людського ока діапазоні, розташованого в межах 0,4 – 0,7 мкм. Світло може здійснювати вплив на організм двома шляхами – через орган зору або через шкіру. У першому випадку, відповідно до законів фізіологічної оптики, відбувається процес зорового сприйняття. Світло через фокусуєчі елементи ока: рогівку, передню камеру, зіницю, кришталік і склоподібне тіло потрапляє на спеціалізовані фоторецепторні структури (палички і колбочки), об'єднані в сітківку. Нервові волокна, що відходять від неї з'єднуються в зоровий нерв, який передає інформацію про навколишнє середовище в мозок. Око забезпечує одержання уявлення про освітленість предмета, його колір, форму, величину, відстань, на якому він знаходиться від нас, про рух предмета. Кольорове освітлення через зоровий аналізатор робить вплив на психоемоційний стан людини. Так, червоне і жовтогаряче світло збуджують діяльність кори головного мозку, жовтий і зелений врівноважують процеси збудження і гальмування в ній, синій гальмує нервово-психічну діяльність. Зміна освітленості протягом доби і в різні сезони року робить вплив на ритмічні фізіологічні процеси. При дії світла на шкіру спостерігаються звичайні оптичні ефекти, що виникають при проходженні світла через неоднорідне середовище.

Мікроскопічно шкіра поділяється на три шари: епідерміс (зовнішній шар), дерму (власне шкіру) і підшкірну жирову клітковину. Товщина шкіри коливається в межах від 0,5 до 2 мм в залежності від області тіла людини, його віку та статі, для підшкірної клітковини ці величини ще більш варіюються.

Так як шкіра має неоднорідну і багаточарову структуру, процеси відображення, розсіювання і поглинання падаючого на її поверхню світла протікають дуже складно.

Деяка частина падаючого на шкіру світла відбивається від її поверхні. Проникаюче в тканину оптичне випромінювання піддається багаторазовому розсіюванню, поглинанню різними біологічними структурами. Світло в речовині поглинається іонами, радикалами, атомами, молекулами і їх комплексами,

і нескладними біологічними структурами, такими як ядра клітин, мітохондрії, самі клітини.

Глибина проникнення оптичного випромінювання (рис.1., суцільна лінія) визначається як структурою і характеристиками тканини, так і довжиною хвилі випромінювання. Шкіра людини по-різному пропускає електромагнітні хвилі видимого діапазону. В області діапазону довжин хвиль більше (400 – 700) нм спостерігається зміна поглинання світла зі збільшенням довжини хвилі. При цьому більшою проникаючою здатністю володіє випромінювання червоного діапазону (630-700 нм); гли-

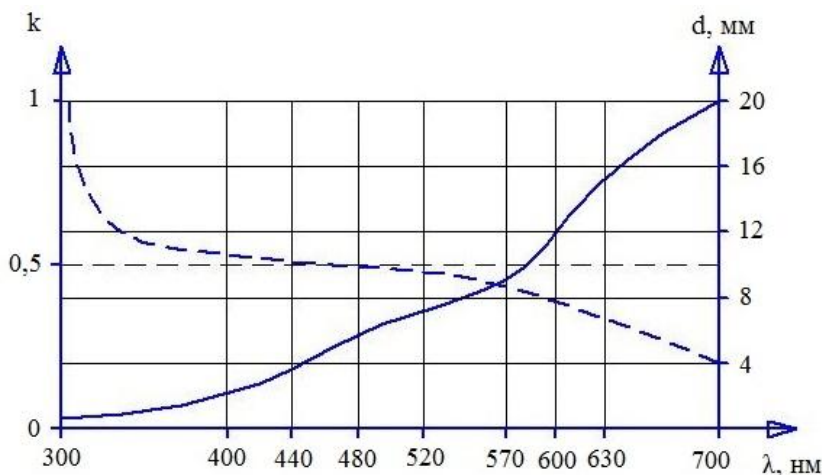


Рис. 1. Залежність проникнення видимого світла до організму людини (d) і коефіцієнта поглинання шкірою (k) від довжини хвилі.

бина проникнення може сягати 15-20 мм. Для фіолетового діапазону хвиль від 400 до 440 нм глибина проникнення оптичного випромінювання складає приблизно 2-3 мм, а УФО (400-250 нм) – доли міліметрів. Слід відмітити, що максимальне поглинання шкіри розташоване в діапазоні ультрафіолетових хвиль, а починаючи з 300 нм до 700 нм рівень значення поглинання зменшується, залишаючись приблизно на однаковому значенні. На рис.1. (штрихова лінія) показаний спектр поглинання світла шкірою людини. В ультрафіолетовій області показник поглинання великий і шкіра поглинає випромінювання в самих верх-

ніх шарях. У видимій області показник поглинання знижується і залишається майже постійним до червоної області.

Світловим випромінюванням краще опромінювати акупунктурні точки, оскільки в акупунктурних точках опір шкіри і сама товщина шкіри менші. В цьому разі світло буде значно менше відбиватись і проникатиме в більшій кількості і на більшу глибину до організму.

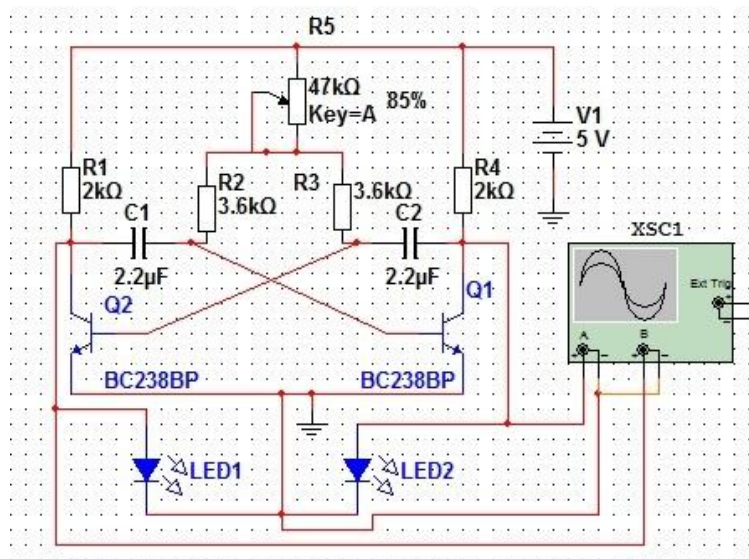


Рис. 2. Схема електрична принципова генератора для комбінованої фототерапії, де XSC1-осцилограф.

льсно-періодичному режимі з великою частотою повторення імпульсів, що є характерним для розробленого приладу.

Частота випромінювання змінюється за допомогою змінного резистора R5, в межах від 18 до 100 Гц.

Використання імпульсного режиму випромінювання більш ефективно, оскільки на організм здійснюється вплив певними імпульсами, які можуть співпадати з біоритмами людського організму – серцевими ритмами та ритмами мозку.

Середню потужність імпульсного випромінювання визначають за формулою:

$$P_c = P_i \cdot t_i \cdot f,$$

де  $P_i$  – потужність імпульсу (7.4 мВт);  $t_i$  – тривалість імпульсу (0.028 с);  $f$  – частота повторення імпульсів (18 Гц). Для визначення енергетичної дози випромінювання для імпульсного режиму, треба середню потужність помножити на час протягом якого проходить випромінювання. Енергетична доза, яка рівна 1 Дж=1000 мВт·с буде отримана, якщо опромінювати тіло протягом 100 с потужністю світлового потоку 10 мВт.

Розрахуємо енергетичну дозу наприклад для синього світлодіода:

$$P_c = 7.4 \cdot 0.028 \cdot 18 = 3.7 \text{ мВт}$$

Таким чином, для отримання енергетичної дози 1 Дж треба опромінювати на протязі  $1000/3.7=270$  с. В той же час відомо, що біологічний ефект пропорційний часу опромінення та поглинутій дозі.

Висновки: з викладеного матеріалу можна зробити висновок, що розроблений генератор за рахунок використання двох світло діодів з різною довжиною хвилі, а також імпульсного режиму управління через вплив на біологічно активні точки людського організму дозволяє значно підвищити ефективність фототерапії.

*Михайленко Сергій Володимирович* – магістр кафедри КІВРА НТУУУ „КПІ”; наукові інтереси – світло терапія; 0935029737; mihailenko-serge@mail.ru/

*Ющенко Олександр Ігорович* – магістр кафедри КІВРА НТУУУ „КПІ”; наукові інтереси – НВЧ генератори/

*Яненко Олексій Пилипович* – д.т.н., проф., професор кафедри КІВРА НТУУУ „КПІ”; наукові інтереси – вимірювання слабких сигналів.

На рис.2. зображена електрична принципова схема генератора для світлолікування. Генератор побудований на мультивібраторі. В якості джерела світла використані 2 світлодіоди, один денного світла довжиною хвилі від 400 до 700 нм, а другий синій ( $\lambda=470$  нм.). Перевагами світлодіодів є їх малі габарити, механічна міцність і висока надійність, їх термін служби може досягати 100 тисяч годин, що майже у 100 разів більше, ніж у лампочки розжарювання, і в 5-10 разів більше, ніж у люмінесцентних ламп. Крім того, світлодіоди - низьковольтні джерела оптичного випромінювання, а отже, безпечні. Також світлодіоди можуть працювати в імпульсному режимі з великою частотою повторення імпульсів, що є характерним для розробленого приладу.