

Микола МАЛИШ¹, канд. фіз.-мат. наук, доц.,

Микола КУЛИШ², д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.

¹Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: M_Malysh@ukr.net

²Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України, м. Київ, Україна,
e-mail: n_kulich@yahoo.com

ВПЛИВ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Анотація. Розглянуто вплив коротко-, середньо- та довгохвильового інфрачервоного (ІЧ) випромінювання на організм людини. Зроблено висновок, що найбільш небезпечною є дія короткохвильового випромінювання при тривалому його впливі. Довші ІЧ хвилі мають в основному лікувальний ефект для людини. Під час оптичного космічного зв'язку населення знаходиться у зоні ІЧ-випромінювання. На основі аналізу властивостей зв'язку супутників із земними станціями, спектрів земної атмосфери, впливу ІЧ- випромінювання на організм людини зроблено висновок, що оптичний зв'язок доцільно вести за допомогою джерел, випромінювання яких відбувається на довжинах хвиль середнього інфрачервоного діапазону. Оптимальним джерелом випромінювання можуть служити каскадні лазери.

Ключові слова: організм людини, інфрачервоне випромінювання, лазер, космічний зв'язок.

Актуальність дослідження. Вивчення впливу ІЧ-випромінювань на організм людини має важливе значення, оскільки ми весь час перебуваємо у зоні його опромінення. Ступінь впливу ІЧ-випромінювань на людину залежить від багатьох факторів: спектрального складу та інтенсивності випромінювання; площі поверхні, яка випромінює ІЧ промені; розмірів ділянок тіла людини, що опромінюється; тривалості впливу, біологічних та фізико-хімічних особливостей тканин та органів, що піддаються опроміненню, від глибини проникнення променів; кута падіння ІЧ променів і т.п. [1]. Сучасні дослідження у галузі біотехнологій підтвердили, що довгохвильове ІЧ-випромінювання має виняткове значення для розвитку всіх форм життя на Землі. Саме тому його називають також біогенетичними променями або променями життя. Тіло людини потребує постійного підживлення довгохвильовим теплом. Роботи з вивчення застосування проникаючого довгохвильового ІЧ-випромінювання продовжуються по всьому світу [2].

Мета дослідження. На основі вивчення літературних даних встановити дію широкого спектра інфрачервоного випромінювань на організм людини та визначити тип лазера для космічного зв'язку, дія якого позитивно впливатиме на людину.

Основні матеріали досліджень. Інфрачервоне випромінювання – це електромагнітне випромінювання невидимої частини спектра, спектральний склад якого в значній мірі обумовлює його проникну здатність. ІЧ-випромінювання поділяють на три області: короткохвильову: $\lambda = 0,76...2,5$ мкм; середньохвильову: $\lambda = 2,5...50$ мкм; довгохвильову: $\lambda = 50...2000$ мкм. Вплив ІЧ-випромінювань на біологічні об'єкти може бути загальним та локальним. Основним його проявом є тепло, яке проникає на деяку глибину в тканини. Тіло людини може витримувати інфрачервоне випромінювання певної інтенсивності. Так, при інтенсивності випромінювання $260...560$ Вт/м² відчувається ледь помітне тепло. Таке випромінювання людський організм може витримувати тривалий час без будь-яких змін у його функціональному стані. При інтенсивності $560...1050$ Вт/м² настає межа, коли організм людини не витримує ІЧ-випромінювання. Якщо людина впродовж тривалого часу перебуває під дією ІЧ-випромінювання значної інтенсивності, то це впливає на центральну нервову систему, серцево-судинну систему (збільшується частота серцебиття, змінюється артеріальний тиск, прискорюється дихання), порушується тепловий баланс в організмі, що призводить до посиленого потовиділення, втрати необхідних для організму людини солей. Діючи на очі, інфрачервоне випромінювання викликає помутніння кришталика, опік сітківки, кон'юнктивіти [1].

Біологічна дія ІЧ-випромінювання вперше досліджувалася на прикладі культур клітин, рослин, тварин. Було виявлено, що під впливом цього випромінювання пригнічується розвиток мікрофлори, покращуються обмінні процеси внаслідок активізації кровотоку, легше переносяться післяопераційні болі, швидше загоюються рани внаслідок протизапальної дії. Виявлено, що внаслідок дії ІЧ-випромінювання підвищується імунітет, що приводить до послаблення дії отруйних речовин і радіоактивного випромінювання, прискорюється процес одужання під час простудних захворювань, виведення з організму холестерину, шлаків, токсинів та інших шкідливих речовин [3].

Короткі ІЧ-хвилі проникають на кілька сантиметрів у шкірні покриви і можуть викликати нагрівання внутрішніх органів. Короткохвильове випромінювання не тільки викликає дискомфорт, а й шкодить здоров'ю. При його тривалому впливі людина відчуває палюче тепло, болить голова, з'являються ознаки запаморочення і навіть нудота, порушується координація рухів, настає втрата свідомості, що може привести до «теплого удару». Все це є результатом впливу короткохвильового ІЧ-випромінювання на оболонку та тканини мозку. Можливим наслідком впливу цього випромінювання на очі є поява катаракти [4].

Довгохвильове ІЧ-випромінювання, потрапляючи на шкіру, викликає відчуття тепла. Як показує медицина це випромінювання не тільки безпечне, але і корисне для здоров'я. Воно підвищує імунітет і прискорює регенерацію клітин організму, нормалізує обмінні процеси в організмі та усуває причини хвороб, а не лише їх симптоми [2].

На сьогодні зв'язок між супутниками та земними станціями відбувається на радіочастотах, але ведуться інтенсивні дослідження, спрямовані на заміну радіочастотного обміну інформацією на оптичні (лазерні) методи [5]. Нами на основі літературних даних теоретично досліджено вплив ІЧ лазерного випромінювання на людину під час космічного оптичного зв'язку [6]. Це випромінювання може шкодити або сприяти здоров'ю людини в залежності від потужності та довжини хвилі [7, 8]. При виборі лазера для космічного зв'язку потрібно враховувати крім дії ІЧ- випромінювання на організм людини, вплив атмосфери на розповсюдження цього випромінювання та параметри лазерів.

Мінімальний вплив атмосфери на якість зв'язку буде під час передачі сигналів на довжинах хвиль, що лежать в області вікон прозорості атмосфери (рис. 1).

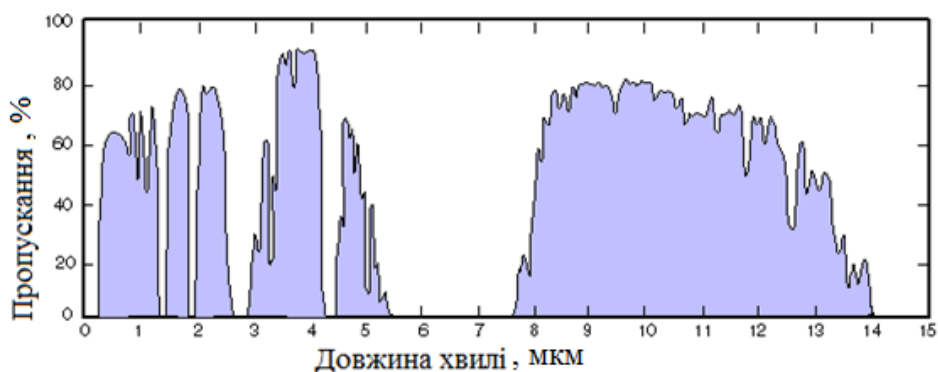


Рис. 1. Спектр пропускання сонячного випромінювання атмосферою Землі (блакитним кольором позначені вікна прозорості атмосфери Землі [9])

Згідно з рис.1 вікна прозорості знаходяться у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах, а саме між 0,2 та 2,5 мкм та в середньому інфрачервоному діапазоні між 3 та 5,5 і 8 та 13,4 мкм. При обміні інформацією між супутниками атмосферні ефекти стають помітними під час перебування космічних кораблів на висотах орбіт менших 120 км, а при обміні інформацією з наземними станціями завжди на якість оптичного зв'язку впливає атмосфера.

На рис. 2 наведено типовий спектр поглинання випромінювання організмом людини. Видно, що в ультрафіолетовому діапазоні в основному світло поглинають вода, білки, гемопротеїни, меланін. Величина коефіцієнта поглинання залежить від довжини хвилі

випромінювання [10]. У видимому діапазоні поглинає меланін. У середній та дальній інфрачервоній області енергія поглинутих квантів світла витрачається на переведення молекул води у збудженні обертальні та коливальні стани.

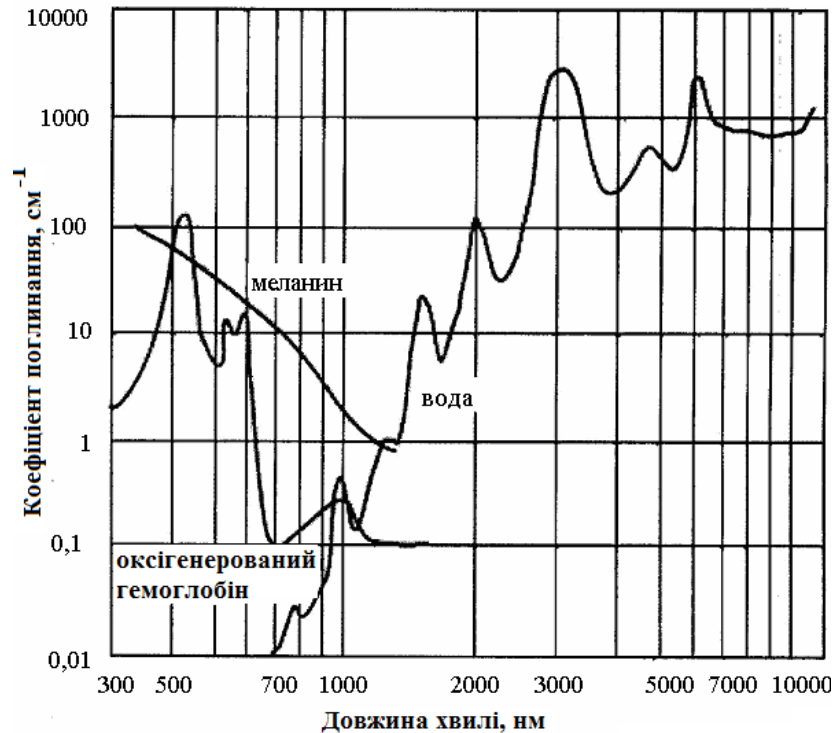


Рис. 2. Спектри поглинання основних хромофорів біотканини [10]

Тіло людини випромінює хвилі в області 10...12 мкм [11]. Будь-яке зовнішнє випромінювання з такими довжинами хвиль організм людини сприймає як своє власне і поглинає його. У результаті покращується циркуляція крові, збільшується швидкість окисно-відновлювальних процесів, покращується самопочуття людини. З аналізу даних про дію середньохвильового ІЧ-випромінювання на організм людини можна виділити наступні переваги: пригнічується зростання ракових клітин; знищуються деякі види вірусу гепатиту; відбувається нейтралізація шкідливого впливу електромагнітних полів; лікується дистрофія; підвищується кількість інсуліну, що виробляється у хворих на діабет; нейтралізуються наслідки радіоактивного опромінення; лікується або значно покращується стан при псоріазі; покращується кровообіг в організмі; зігрівається тіло людини; руйнуються сполуки із шкідливими металами, опромінення допомагає виводити їх із організму; припиняється поширення шкідливих мікробів та грибків в організмі; покращується обмін речовин в організмі людини; лікування гострих та хронічних захворювань прискорюється завдяки посиленню здатності організму до самовилікування.

Завдяки інтенсивному прогріву організму стимулюються метаболічні процеси, зупиняється розмноження патогенних вірусів та бактерій, стимулюється підвищена активність здорових частин тіла та органів, активізуються можливість самовилікування та сила опірності організму.

У даний час ведуться чисельні дослідження, спрямовані на знаходження шляхів заміни радіочастотних принципів космічного зв'язку оптичними методами. Спільний аналіз стану земної атмосфери, дії випромінювання на організм людини, спектрів поглинання випромінювання організмом людини дозволяє зробити висновок, що для передачі інформації із супутника на Землю бажано використовувати джерела, що генерують випромінювання у середньому інфрачервоному діапазоні спектра. Найкраще для цієї мети підходять каскадні лазери, які генерують випромінювання у середній інфрачервоній області з величиною

потужності до 20 Вт. Реєстрація потоків випромінювання цих лазерів може здійснюватись кадмій-ртуть-телуровими детекторами.

Висновок

Встановлено, що тривала дія короткохвильового інфрачервоного випромінювання в основному має негативний вплив на організм людини, на відміну від довгохвильового, яке покращує медико-біологічні функції людини. Показана принципова можливість використання лазерів у середньому інфрачервоному діапазоні для здійснення передачі інформації із супутників на Землю. Встановлено, що при оптимальному виборі довжини хвилі передавача його випромінювання покращуватиме здоров'я людини.

Література

1. Пантьо В.В., Ніколайчук В.І., Пантьо В.І. Вплив низькоінтенсивного лазерного випромінювання на біологічні об'єкти (огляд літератури) // *Наук. Вісник Ужгород.ун-ту (Сер. Біол.)*, 2009, вип. 26, с. 99–106.
2. Попов В.Д. Современные аспекты квантовой терапии в клинической медицине // *К.* – 1996, – 133 с.
3. Бриль Г.Е. Некоторые методологические аспекты изучения биологических эффектов низкоинтенсивного лазерного излучения // *Фотобиология та фотомедицина*. 2007 – Т. V, № 1. С. 5–13.
4. Каплан М.А., Степанов В.А., Воронина О.Ю. Физико-химические основы действия лазерного излучения в ближней ИК области на биоткани // *Лазеры и медицина: Материалы междунар. конф.* (Ташкент, 1989). С. 85–86.]
5. Kahn J.M., and Barry J.R. Wireless Infrared Communications // *Proceedings of the IEEE*, Vol. 85, No. 2, February 1997. P. 265–298.
6. Куліш М.Р., Малиш М.І. Вплив інфрачервоного лазерного випромінювання на організм людини під час космічного зв'язку // *Матеріали II науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині»*, м. Чернівці 22 червня 2022 р. С. 168–172.
7. Серебряков В.А. Лазерные технологии в медицине // *ИТМО Санкт-Петербург*. 2009. – 266 с.
8. Гришачева Т.Г. Сравнительный анализ эффектов фотосенсибилизаторов на сосуды микроциркуляторного русла // *Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Санкт-Петербург. 2019. – 171 с.
9. M.R. Kulish, M.I. Malysh. Optical space communication. Review // *SPQEO*, 25 (1). P. 068-075 (2022).
10. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине // *СПб: НИУ ИТМО*, 2012. – 129 с. <https://studfile.net/preview>.
11. Yu W.L, Wang Z. and Jin L. The experiment study on infrared radiation spectrum of human bod // *Proceedings of 2012 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health*. P. 752–754.