

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# МАТЕРІАЛИ

II науково-практичної інтернет-конференції  
**РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК  
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ  
ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ**



*м. Чернівці  
22 червня 2022 року*

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE  
BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

# CONFERENCE PROCEEDINGS

## II Scientific and Practical Internet Conference **DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE**



*Chernivtsi, Ukraine*  
*June 22, 2022*

УДК 5-027.1:61(063)

Р 64

Медицина є прикладом інтеграції багатьох наук. Наукові дослідження у сучасній медицині на основі досягнень фізики, хімії, біології, інформатики та інших наук відкривають нові можливості для вивчення процесів, які відбуваються в живих організмах, та вимагають якісних змін у підготовці медиків. Науково-практична інтернет-конференція «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині» покликана змінювати свідомість людей, характер їхньої діяльності та стимулювати зміни у підготовці медичних кадрів. Вміле застосування сучасних природничо-наукових досягнень є запорукою подальшого розвитку медицини як галузі знань.

Конференція присвячена висвітленню нових теоретичних і прикладних результатів у галузі природничих наук та інформаційних технологій, що є важливими для розвитку медицини та стимулювання взаємодії між науковцями природничих та медичних наук.

**Голова науково-організаційного комітету**

**Володимир ФЕДІВ** професор, д.фіз.-мат.н., завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Члени науково-організаційного комітету**

**Тетяна БІРЮКОВА** к.тех.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Оксана ГУЦУЛ** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Марія ІВАНЧУК** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Олена ОЛАР** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Почесний гість**

**Prof. Dr. Anton FOJTIK** Факультет біомедичної інженерії, Чеський технічний університет, м.Прага, Чеська республіка

**Комп'ютерна верстка:**

**Марія ІВАНЧУК**

**Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині:** матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 22 червня 2022 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2022. – 489 с.

У збірнику подані матеріали науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». У статтях та тезах представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Матеріали подаються в авторській редакції. Відповідальність за достовірність інформації, правильність фактів, цитат та посилань несуть автори.

Для наукових та науково-педагогічних співробітників, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів та студентів.

*Рекомендовано до друку Вченою Радою Буковинського державного медичного університету (Протокол №11 від 22.06.2022 р.)*

ISBN 978-966-697-983-7

4. Unifying machine learning and quantum chemistry with a deep neural network for molecular wavefunctions. K. T. Schütt et. al. *Nature Communications*. 2019. V.10. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12875-2/>;
5. Multifunctional metallic backbones for origami robotics with strain sensing and wireless communication capabilities. Haitao Yang et. al. *Science Robotics*. *Science*. 2019. V.4. URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.aax7020/>;
6. SOPHiA DDM™ for Blood Cancers. Boston. 2022.:
7. Insights from AI. Cancer research at IBM. *Supporting cancer research and treatment*. IBM. 2022.: веб-сайт. URL:<https://www.ibm.com/watson-health/solutions/cancer-research-treatment/>;
8. Eli Collins, Zoubin Ghahramani. LaMDA: our breakthrough conversation technology. 2021.: веб-сайт. URL: <https://blog.google/technology/ai/lamda/>;
9. Azure Cognitive Services: веб-сайт. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/cognitive-services/#overview/>;
10. Explainable AI. Google Cloud: веб-сайт. URL: <https://cloud.google.com/explainable-ai/>

УДК: 577.34:001.894(09)

Олар О.І.

**Становлення фотобіології через наукові відкриття в галузі природничих наук**

*Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна*

*olena.olar@bsmu.edu.ua*

**Анотація.** Розглянуто становлення фотобіології через відкриття у природничих науках. Висвітлено події, пов'язані з початком документування етапів становлення УФ-терапії та діагностики і встановлення шкідливого впливу УФ-випромінювання на людину.

**Ключові слова:** геліотерапія, УФ-випромінювання, УФ-терапія, фотохімія, фотофізика, фототерапія.

Стародавні цивілізації цілком усвідомлювали важливість Сонця для свого життя і здоров'я та всього, що є навколо і ототожнювали його з божеством. Навіть стародавні греки, які першими задокументували важливість сонячного світла для здоров'я людини, поклонялися богу Сонця - Геліусу. Проте, починаючи з XVII-XVIII століття, з інтенсивним розвитком наук про природу багато речей переставали виглядати міфічними. На початку XIX століття з'явилося й усвідомлення того, що сонячне світло – це сукупність подразників і кожен з них може спричиняти різні ефекти. Досягнення у галузі техніки початку XX століття, ще й дозволили отримувати штучним шляхом окремі компоненти спектру сонячного випромінювання, що й стало початком їх використання у медицині. За останні 100 років

кількість публікацій щодо ультрафіолетового випромінювання (УФВ) та його зв'язок зі здоров'ям людини дуже чисельна. Тільки в базі PUBMED вона наближається до 100000 [1], а нові відкриття в галузі молекулярної біології, фотохімії та біофізики тільки поповнюють цей список робіт.

Відкриття УФВ та його властивостей тривало майже три століття: ще до його відкриття у 1801 році Рітгером було помічено, що під дією сонячного випромінювання чорніють кристали нітрату срібла (1614, Sala), темніє папір, змочений хлоридом срібла (1777, Scheele). Рітгер, для того щоб підкреслити хімічну реакційну здатність променів, які лежали за межами видимого світла і відрізнити їх від «теплових променів», на іншому кінці видимого спектру назвав їх «деоксидуючими променями», але з часом була прийнята простіша назва - «хімічні промені», яку використовували впродовж XIX століття. Врешті-решт від них відмовилися на користь термінів ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання.

Початкові дослідження «хімічних променів» зосереджувалися на їх здатності стимулювати хімічні реакції (1809, Gay Lussac та Thenard - концентроване сонячне світло здатне перетворювати суміш газів водню і хлору в соляну кислоту; 1815, Planche – «хімічні промені» затемнюють багато видів солей металів; 1826-1837, Niepce та Daguerre - йодисте срібло особливо світлочутливе, базові роботи для розвитку фотографії; 1842, Becquerel та Draper – випромінювання з довжинами хвиль у ділянці спектру 300-400 нм - причина фотохімічних реакцій на желатинових пластинах з йодистим сріблом).

Впродовж XIX століття фізики зробили кілька важливих теоретичних та емпіричних внесків, які допомогли прояснити властивості УФВ (1802, Wollaston - розширення спостереження Ньютона про дискретні смуги сонячного світла; 1814, Fraunhofer – «картографування понад 500 смуг сонячного світла, в т.ч. УФ-ділянки, пізніше названих «лініями Фраунгофера»; 1859, Kirchhoff and та Bunsen - винайдення спектроскопа та демонстрація поглинання і випромінювання світла різної довжини хвилі різними атомами; 1865, Maxwell – електромагнітна природа світла; 1882, Hertz – розробка пристрою для вимірювання мікрохвиль, підтвердження існування випромінювання за межами УФ та ІЧ спектру; 1850, Stokes – модифікації у будові кварцових трубок, отримання УФ-променів до 185 нм і т.ін.). Ще одним значущим досягненням у фотофізиці був винахід приладів для кількісної оцінки випромінювання (1829, Nobili – термобатарея; 1876, Crookes - обертовий лопатковий радіометр; 1878, Langley - болометр) [2].

На початку XX-го століття нові відкриття у фотохімії та фотофізиці покращили як теоретичні, так і емпіричні розуміння поведінки електромагнітного випромінювання (1900,

Planck – квантова теорія світла; 1905, Einstein - кванти - безмасові частинки енергії з 1928, Lewis - «фотони»; 1913, Bohr - пояснення спектру випромінювання та інших властивостей атома водню; 1926, Schrodinger – заснування хвильової механіки). Приблизно в цей же час експериментатори розробляють нові способи вимірювання ступеня УФВ (1903, Schumann - «вакуумний спектрограф»; 1906–1908, Lyman - виявлення випромінювання гелію при 50 нм, демонстрація поглинання випромінювання від 127 до 176 нм киснем; 1920, Millikan - виявлення слабкого рентгенівського випромінювання, яке вказує на відсутність природного розмежування між УФ- та рентгенівськими променями). Дослідники атмосфери допомогли встановити зв'язок між сонячним світлом та УФ-випромінюванням (1902, Langley – встановлення факту приблизно на 40 % поглинання УФВ земною атмосферою; 1909, Miethe та Lehman – гіпотеза поглинання УФ киснем в атмосфері, встановлення нижньої межі, що досягає поверхні Землі - 291,21-291,55 нм; 1919, Dorno - зміни інтенсивності УФВ, що проникає в атмосферу, впродовж дня та сезонів) [2]. До 1920 року існування УФВ, його властивості та зв'язок із сонячним світлом був добре встановлений. Потенціал комерційних та промислових застосувань сконцентрувався на розробці нових джерел (люмінесцентних ламп, фотоспалахів, стробоскопів, удосконалених джерел фотонів та ін.) та кращих пристроїв для їх вимірювання (фільтрів, детекторів, спектрометрів та ін.). Продовжувалися дослідження взаємодії УФВ з атомами, молекулами, розчинами та атмосферою, зростав інтерес до розуміння впливу УФВ на живі організми, особливо на людей.

Впродовж ХХ-го століття вивчення УФВ призвело до розвитку відмінностей у термінології:

- фізики розробили термінологію, яка базувалася на фізичних властивостях УФВ: «ближній УФ» для позначення сонячного УФ, який досягає поверхні Землі (290–400 нм), «вакуумний УФ» для ділянки, для вимірювання якої необхідний вакуум (нижче 180 нм), «дальній УФ» - для ділянки між ближньою та вакуумною (180–290 нм).

- біологи розробили термінологію, яка підкреслювала вплив сонячного УФ на живі організми: використовували термін «UVC» для позначення ділянки спектру, яка поглинається озоновим шаром у атмосфері Землі, тобто нижче 290 нм, і, отже, не мала біологічного ефекту. Термін «UVA» використовувався для ділянки 320–400 нм, яка має фізіологічний вплив на організми, термін «UVB» застосовувався до ділянки між UVC та UVA, тобто 290–320 нм, і вважалося, що ця ділянка відповідає за шкідливий вплив сонячного світла на живі організми.

Те, що сьогодні називають «геліотерапією» практикувалося багатьма древніми цивілізаціями, а понад 2,5 століття тому позитивний вплив сонячного світла було

задокументовано Гіппократом (близько 400 р. до н.е.), який призначав його як для лікувальних цілей, так і для психологічного впливу на людей, оскільки помітив, що депресії були поширенішими в зимові місяці в Греції, коли було менше сонячного світла, було помічено, що фіолетово-синє світло було корисним для зменшення манії, тоді як червоне світло покращувало стан пацієнтів з депресіями. Практика геліотерапії продовжувалася впродовж греко-римської епохи, і вона відображена в працях Геродота (5 ст. до н.е.), Цицерона і Цельса (II ст. до н.е.), Вітрувія (I ст. до н.е.), Плінія Старшого (23–79 н.е.), Галена (130–200 н.е.), Антілла (III ст. н.е.) та Орібасія (325–400 н.е.). Після падіння Римської імперії ця практика занепала. Вона знову з'явилася в ранньому середньовіччі, задокументована перським ученим і лікарем Авіценною (980–1037 рр. н.е.). Ці події започаткували розуміння взаємозв'язку між сонячним світлом і живими організмами, хоча об'єктивних доказів, які б підтверджували терапевтичний вплив було мало.

У XVII-XIX століттях у медичній літературі почали з'являтися повідомлення про те, що сонячне світло покращує стан пацієнтів (попри те, що результат діагностування захворювань, ще залишав багато запитань, у силу відсутності об'єктивних методів діагностики) зі шкірними захворюваннями (1735, Fiennius - лікування ракової пухлини на губі пацієнта; 1774, Faure - лікування виразок шкіри; 1776 LePeure та LeConte - прискорення загоєння ран і знищення пухлин), внутрішніми захворюваннями (1782, Haggis - лікування рахіту), прогресуючою дегенерацією зорового нерва (1815, Loebel - лікування часткової сліпоти; 1879, Martin - використання синього та білого світла для лікування прогресуючої дегенерації зорового нерва), бактеріальними інфекціями (1845, Bonnet - лікування туберкульозного артрити). Додаткові спостереження підтверджували (майже за століття до винайдення і підтвердження циркадних ритмів), що сонячне світло здатне впливати на фізіологію людини (1843, Scharling - кількісне підтвердження зниження вироблення CO<sub>2</sub> людиною вночі; 1866 von Pettenkofer та Voit - підтвердження зменшення рівня бікарбонату в сироватці крові вночі; 1850, Berthold - реєстрація інтенсивнішого росту волосся вдень; 1888 Fere - зафіксовано зниження частоти дихання та пульсу при червоному світлі) та її психічне здоров'я (1806, Pinel - гіпотеза про наявність двох типів сезонної депресії: взимку та влітку; 1845, Esquirol - документування двох типів депресій; 1876, Ponza - встановлено, що фіолетово-синє світло корисне для зменшення манії, а червоне світло покращувало стан тих, хто страждав від депресії) [2]. Впродовж XX-го століття фототерапія була підтверджена, як ефективний засіб для лікування сезонних афективних розладів.

Однією із перших ознак того, що сонячне світло може чинити шкідливий вплив, були випадки віспи. Впродовж століть було відомо, що сонячне світло загострює віспу, хоча етіологія цього зв'язку була невідомою, а стандартною практикою було покривати пацієнтів і вікна червоними простирадлами та ковдрами. Тим не менш, до XIX століття практично не було наукової оцінки явища. Вперше шкідливий вплив сонячного світла на хворих на віспу задокументував у 1832 Picton. Він повідомляв, що солдати, які перебували в підземеллях під час епідемії віспи, хворіли, але одужували без нагноєння і рубців. У 1848 Piorry рекомендував тримати хворих на віспу в затемнених кімнатах до одужання. У 1867 Black виявив, що відсутність сонячного світла сповільнює розвиток пустул віспи і запобігає утворенню рубців. До 1871 Waters і Barlow незалежно підтвердили позитивні результати лікування пацієнтів з віспою в контрольованих умовах. У 1898 Chatiniere використовував подібну терапію червоним світлом для лікування кору. Незважаючи на успіхи терапії червоним світлом, не було згоди щодо механізмів його дії. У 1893 році Finsen припустив, що «хімічні промені» шкідливі для хворих на віспу, хоча він не надав жодних доказів цього і не запропонував жодних пояснень щодо того, як такі промені можуть посилити хворобу. Чотири роки потому він продемонстрував антибактеріальну дію променів при лікуванні туберкульозу шкіри, за що був удостоєний Нобелівської премії з фізіології та медицини у 1903 [3].

Тривалий час вважалося, що такі негативні ефекти, як сонячні опіки (еритема) і сліпота (сонячна ретинопатія), пов'язані з надмірним впливом сонячного тепла. У 1821 Номе вперше поставив під сумнів це припущення на основі власних спостережень. Крім того, він виявив, що темношкіра людина, навідміну від нього не отримала сонячних опіків, хоча температура її шкіри підвищилася на таку ж величину, як і його власна. Він висунув гіпотезу, що чорна шкіра певним чином захищає від сонячних опіків [4].

Докази того, що УФ-промені можуть бути шкідливими для людей, спочатку надійшли від вчених, які працювали з дуговими лампами (1843, Fizeau та Foucault -повідомлення про проблеми з очима після експерименту з вугільною дугою лампою, і підозра, що це викликано «хімічними променями»; 1859, Charcot – констатація того, що дугові лампи викликають опіки шкіри і, що це пов'язано з «хімічними променями»; 1889, Maklakoff - повідомлення, що зварювальники відчувають подразнення очей і шкіри впродовж кількох годин після впливу зварювальних дуг високої інтенсивності, констатація прогресування наслідків, включаючи гострі грипоподібні симптоми, еритему, біль і затримку пігментації). У 1889 Widmark опублікував свої дослідження, які підтвердили, що УФ-промені від дугових ламп відповідальні за опіки шкіри, де показав, що опіки викликаються «хімічними променями»



вугільної дугової лампи, що проходять через призму і фільтруються через воду для видалення теплових променів. Крім того, опіків можна було уникнути, якщо світло лампи фільтрувалося крізь віконне скло, що вказувало на те, що головними винуватцями були промені коротші за 320 нм. Ці результати були розширені в 1891 Hammer, який виявив чіткі відмінності між сонячними опіками, викликаними хімічними та тепловими променями. Він показав, що теплові промені викликають почервоніння шкіри, яке з'являється швидко і зникає незабаром після впливу (впродовж хвилин), а «хімічні промені» - викликають почервоніння, яке з'явилося через кілька годин, є постійним і супроводжується десквамацією (втратою шкіри) і, зрештою, посиленням пігментації. Ці результати були підтверджені Hausser та Vahle у 1927, і вони ж вперше визначили детальні спектри відповідальні за утворення еритеми та пігментацію.

Ряд дослідників задокументували зміни в шкірі, пов'язані з «хімічними променями» сонячного світла (1885, Unna - встановлено, що шкіра, піддана впливу сонця, товща і демонструє посилене кератинування, 1894 - УФ і, можливо, фіолетово-блакитні промені сонячного світла відповідальні за збільшення товщини шкіри, пігментацію та рак шкіри у моряків; 1890–1892 Berliner та Wolters – «хімічні промені» є причиною сонячних опіків, пігментної ксеродерми; 1896, Dubreuilh – констатував, що люди, які працюють на природі (у сільській місцевості), були більш схильні до раку шкіри, ніж ті, хто працює в приміщеннях (міських)) [5].

Кінцева картина шкідливості УФВ була сформована лише впродовж ХХ століття. Цьому сприяли експериментальні дослідження з використанням тварин і мікроорганізмів, створення ряду установ, які виступали за підтримку досліджень, пов'язаних зі здоров'ям і активно фінансували дослідження, які вивчали патологічний вплив УФВ, аналіз епідеміологічних даних, який вказував на кореляцію між раком шкіри та надмірним впливом сонячного світла.

Використання світла в діагностичних цілях було ініційоване у 1868 Richardson. Використовуючи різні джерела світла, зокрема магнієву дугову лампу, він показав, що світло пропускається через прозоріші структури живих і мертвих тіл. Поглинання світла внутрішніми структурами дозволило йому розглянути нечіткі обриси кісток кисті і стопи, а також структури щоки, шиї, грудей і живота. Були помітні навіть пульсації в кровоносних судинах, хоча самі судини були нечіткими. У надзвичайно виснаженого молодого суб'єкта серцебиття було помітно, хоча рухів серцевих клапанів не було. У 1870 Nicholson зміг розглянути внутрішні органи людського тіла за допомогою кальцієвої лампи, а у 1898 році Gebhard використав

дугову лампу, щоб показати, що світло може проникати в тіло людини. У 1901 Darbois продемонстрував, що шматочок фотопаперу, поміщений між двома предметними скельцями і вставлений в ротову порожнину, а потім опромінений дуговою лампою через щоку, почорнів через 1 хв. [2]. Проте, незважаючи на ці успіхи, відкриття рентгенівського випромінювання у 1895 та його неймовірна роздільна здатність відвернули увагу від світла як діагностичного інструменту. Однак інтерес знову відновився наприкінці ХХ-го століття з винаходом методу оптичної когерентної томографії [6].

Відкриття УФВ та його впливу на живі організми було поступовим процесом, який залучав хіміків, фізиків та біологів. Коли стало зрозуміло, що УФВ є компонентом сонячного світла, виникла велика зацікавленість у тому, чи може воно бути відповідальним за деякі ефекти сонячного світла на живі організми. Сукупні дані на сьогодні вказують на те, що УФВ має як сприятливі, так і шкідливі ефекти залежно від типу організму, довжини хвилі випромінювання (UVA, UVB або UVC) та дози опромінення (інтенсивність × тривалість). Біологічні дані наразі узгоджуються з наступними загальними твердженнями: високі дози або UVC, UVB або UVA-випромінювання шкідливі для всіх живих організмів. У випадку UVC і UVB причиною є пряме пошкодження нуклеїнових кислот і білків, максимум поглинання яких лежить у цих ділянках спектру, що може призвести до генетичної мутації або загибелі клітин. Механізм, що лежить в основі пошкодження UVA, недостатньо зрозумілий, але, ймовірно, він включає генерацію активних молекул кисню, які можуть пошкодити багато різних компонентів клітин, включаючи нуклеїнові кислоти та білки, саме тому дослідження тривають.

### Список використаних джерел

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=uv+radiation&filter=dates.1900%2F1%2F1-2022%2F1%2F1>.
2. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms Hockberger P.E. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms *Photochemistry and Photobiology*, 2002, 76(6): 561–579. DOI: 10.1562/0031-8655(2002)0760561AHOUPF2.0.CO2
3. Rajakumar K., Greenspan S.L., Thomas S.B., Holick M.F.: SOLAR ultraviolet radiation and vitamin D: a historical perspective. *Am J Public Health* 97: 1746-1754, 2007. DOI: 10.2105/AJPH.2006.091736.
4. Holick M.F., Jung E.G., Holick M.F.: Biologic effects of light: historical and new perspectives. In: Holick M.F., Jung E.G. (eds.) *Biologic Effects of Light*. Boston: *Kluwer Academic Publishers* 11-32, 1999.
5. Michael R. Albert, and Kristen G. Ostheimer (2002) The evolution of current medical and popular attitudes toward ultraviolet light exposure: Part 1. *J. Am. Acad. Dermatol.* 47(6), 930-937. DOI: 10.1067/mjd.2002.127254
6. Huang, D., E. A. Swanson, C. P. Lin, J. S. Schuman, W. G. Stinson, W. Chang, M. R. Hee, T. Flotte, K. Gregory, C. A. Puliafito and J. G. Fujimoto (1991) Optical coherence tomography. *Science*. 254, 1178–1181. doi: 10.1126/science.1957169.