Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000438

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-03-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Приймак Тарас Володимирович
2. Taras V. Pryimak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8600-9097

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Біологія

Місце роботи здобувача: Угорницький ліцей

Код за ЄДРПОУ: 20558885

Місцезнаходження: вулиця Тополина, с. Угорники, Коломийський р-н., 74692, Україна

Форма власності: Комунальна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 178

Повне найменування юридичної особи: Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34.17.43

Тема дисертації:

1. Трансформація імпедансних спектрів біологічних тканин під впливом деструктивних факторів.
2. Transformation of the impedance spectra of biological tissues under the influence of destructive factors.

Реферат:

1. Об’єкт дослідження - біоелектричний імпеданс як індикатор ступеня деструкції та інструмент вивчення природи структурних деформацій тканин. Предмет дослідження - це трансформації імпедансних спектрів і відповідних електричних еквівалентних схем під впливом агресивних чинників, вплив різного ступеня деструкції на параметри еквівалентних схем та частотна дисперсія комплексних електричних параметрів. Для досягнення поставленої мети використано взаємодоповнювальні та взаємоконтролювальні методи: імпедансну спектроскопію, оптичну мікроскопію, метод Коула–Коула, засоби візуалізації та математичної обробки експериментальних даних (ZView, Origin). Експериментальні дослідження виконано з використанням імпедансного спектрометра Autolab PGSTAT, світлового мікроскопа Micros Austria MC300 та цифрової камери ToupCam 5.1M UHCCD Sony з адаптером ToupTek Photonics AMA075 (програмне забезпечення ToupView v.3). У результаті дослідження оптимізовано методику отримання імпедансних

спектрів тканин у лабораторних умовах, розроблено конструкцію вимірювальних комірок та визначено геометричні параметри інтактних і експериментальних зразків для забезпечення відтворюваності та якості спектральних даних. На основі діаграм Найквіста встановлено структуру електричних еквівалентних схем зразків і проаналізовано їх трансформації під впливом деструктивних факторів. Встановлено ймовірну відповідність між елементами еквівалентних схем і структурними компонентами тканин. Показано, що зі зростанням температури та часу експозиції зменшуються значення дійсної та уявної частин комплексного опору, що супроводжується зниженням опорів і ємнісних характеристик. При температурах, близьких до денатураційних, електрична еквівалентна схема втрачає CPE–R ланку, що свідчить про незворотні структурні зміни. Встановлено, що руйнування плазматичної мембрани зумовлює перехід системи з анізотропного в ізотропний стан, що проявляється зростанням провідності внаслідок підвищення рухливості іонів. Підвищення температури супроводжується зростанням тангенса кута діелектричних втрат і резонансної частоти, що пов'язано зі збільшенням кількості ефективних диполів. Виявлено, що повторне використання частотного діапазону, зокрема 100 kHz, може індукувати структурні зміни клітинної мембрани. Положення максимумів частотних характеристик зміщується залежно від розміру зразка та ступеня структурних змін, тоді як мінімум у ділянці ~1 Гц залишається стабільним і може розглядатися як маркер переходу між провідними режимами. Отримані результати створюють передумови для використання імпедансного підходу у неінвазивній діагностиці ступеня пошкодження тканин (опіки, ішемія, некроз), оцінці життєздатності біоматеріалів та моніторингу ефективності термічного чи хімічного впливу. Новизна: уперше встановлено закономірності трансформації імпедансних спектрів біологічних тканин різної морфології під впливом температури, часу експозиції та повторних вимірювань і показано, що ці зміни відображаються у перебудові структури електричних еквівалентних схем, зокрема у втраті CPE–R-ланок при досягненні температур денатурації. Обґрунтовано структуру багатоелементних еквівалентних схем інтактних і пошкоджених тканин та встановлено інформативні параметри (R, CPE-T, частотні екстремуми), чутливі до ступеня структурної деградації. Виявлено температурно-часові та геометричні закономірності зміни комплексного опору, пов'язані з порушенням мембранної цілісності та переходом до ізотропнішого стану провідності. Практичне значення полягає у розробленні структурно-чутливого підходу до аналізу імпедансних спектрів і оптимізації методики вимірювань ex vivo, що забезпечує відтворюваність результатів і може бути використане для кількісної оцінки ступеня пошкодження тканин та розроблення діагностичних і моніторингових систем на основі імпедансної спектроскопії. Галузь використання: медицина, гастрономія.

2. The object of the study is bioelectrical impedance as an indicator of the degree of tissue destruction and a tool for analyzing the nature of structural deformations. The subject of the study includes transformations of impedance spectra and corresponding electrical equivalent circuits under the influence of aggressive factors, the effect of various degrees of destruction on circuit parameters, and the frequency dispersion of complex electrical characteristics. Complementary and cross-validating methods were employed, including impedance spectroscopy, optical microscopy, the Cole–Cole method, and mathematical processing and visualization of experimental data (ZView, Origin). Experimental measurements were performed using an Autolab PGSTAT impedance spectrometer, a Micros Austria MC300 optical microscope, and a ToupCam 5.1M UHCCD Sony digital camera with a ToupTek Photonics AMA075 adapter (ToupView v.3 software). An optimized methodology for obtaining tissue impedance spectra under laboratory conditions was developed. The design of measuring cells was proposed, and geometric parameters of intact and experimental samples were established to ensure reproducible and high-quality spectral data. Based on Nyquist plots, the structure of electrical equivalent circuits was determined and their transformations under destructive influences were analyzed. A probable correspondence between equivalent circuit elements and tissue structural components was established. It was shown that increasing temperature and exposure time lead to a decrease in the real and imaginary parts of complex impedance, accompanied by reductions in resistance and capacitance. At temperatures approaching denaturation thresholds, the electrical equivalent circuit loses the CPE–R branch, indicating irreversible structural damage. Destruction of the plasma membrane initiates a transition from an anisotropic to an isotropic state, resulting in increased conductivity due to enhanced ion mobility. Temperature rise is also associated with an increase in the dielectric loss tangent and

resonance frequency, attributed to an increased number of effective dipoles. Repeated exposure to specific frequency ranges, particularly 100 kHz, may induce structural alterations in the cell membrane. The position of frequency maxima shifts depending on sample size and structural condition, whereas the minimum near ~1 Hz remains stable and may serve as a marker of transitions between conductive regimes. The obtained results provide a basis for applying impedance-based approaches in non-invasive diagnostics of tissue damage (burns, ischemia, necrosis), assessment of biomaterial viability, and monitoring of thermal or chemical treatment efficiency. Novelty: For the first time, the regularities of transformation of impedance spectra of biological tissues with different morphology under the influence of temperature, exposure time, and repeated measurements have been established, and it has been shown that these changes are reflected in the restructuring of the corresponding electrical equivalent circuits, in particular in the loss of CPE–R branches at temperatures approaching membrane protein denaturation. The structure of multi-element equivalent circuits for intact and damaged tissues has been substantiated, and informative parameters (R, CPE-T, frequency extrema) sensitive to the degree of structural degradation have been identified. Temperature–time and geometric regularities in the variation of complex impedance have been revealed, associated with membrane integrity disruption and transition to a more isotropic conductive state. Practical significance: The study develops a structure-sensitive approach to the analysis of impedance spectra and optimizes the methodology of ex vivo measurements, ensuring reproducibility of results. The proposed approach can be applied for quantitative assessment of tissue damage and for the development of diagnostic and monitoring systems based on impedance spectroscopy. Field of application: medicine, gastronomy.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Приймак Т. В., Гасюк І. М., Груб'як А. Б. Трансформація спектру електричного імпедансу біологічних тканин під впливом деструктивних факторів / Наукові нотатки. 2021. №71. С. 128 – 136. DOI: https://doi.org/10.36910/6775.24153966.2021.71.18. URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/naukovi_notatky/article/view/582
- 2 Pryimak, T., Chervinko, D., Voitkiv, H., & Hasyuk, I. Amplitude-Frequency Effect of Mixed Electric Field on Impedance Spectrum Parameters of Biological Tissue. / Physics and Chemistry of Solid State. 2024. 25(2), P. 269–277. ISSN: 1729-4428. DOI: https://doi.org/10.15330/pcss.25.2.269-277. URL:https://www.scopus.com/pages/publications/85201768119?origin=resultslist
- 3 T.V. Pryimak, I.M. Gasyuk, A.V. Grubyak, D.M. Chervinko, Transformation of the electrical impedance spectra of biological tissues under the influence of destructive factors, Materials Today: Proceedings, Volume 62, Part 9, 2022, P. 5796-5799. ISSN 2214-7853. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.654. URL:https://www.scopus.com/pages/publications/85128869619?origin=resultslist
- 4. Bayliak, M.M., Mosiichuk, N.M., Sorochynska, O.M., ... Garaschuk, O., Lushchak, V.I. Middle aged turn point in parameters of oxidative stress and glucose catabolism in mouse cerebellum during lifespan: minor effects of every-other-day fasting / BiogerontologyOpen source preview. 2021. 22(3). pp. 315–328. DOI: https://doi.org/10.1007/s10522-021-09918-x URL:https://www.scopus.com/pages/publications/85103390286?origin=resultslist
- 5. Taras Pryimak, Oksana Popadynets, Ivan Gasiuk, & Taras Kotyk. Electrical impedance spectrum transformation of liver tissues under the influence of temperature. / International Journal of Engineering Research and Applications. 2021. 11(12), P. 1–11. DOI: https://doi.org/ 10.9790/9622-1112010111. URL: https://www.ijera.com/papers/vol11no12/Ser-1/A1112010111.pdf

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення якості медичної діагностики та лікування, покращення результатів трансплантації та біоімплантації, сприяння розвитку біомедичної інженерії та інноваційної економіки

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гасюк Іван Михайлович

2. Ivan M. Gasyuk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.24

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6410-4640

Додаткова інформація: 25936052100; ResearcherID: AEO-5891-2022

Повне найменування юридичної особи: Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Худецький Ігор Юліанович

2. Ihor Y. Khudetskyi

Кваліфікація: д. мед. н., професор, 20.02.23

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0815-6950

Додаткова інформація: ID 55225630300

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іващишин Федір Олегович
2. Fedir O. Ivashchyshyn

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6919-5841

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 39261591700; Web of Science ResearcherID: R-4104-2017

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яблонь Любов Степанівна
2. Liubov S. Yablon

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3186-6969

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 6505860933

Повне найменування юридичної особи: Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рачій Богдан Іванович
2. Bohdan I. Rachiy

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8895-0737

Додаткова інформація: ID: 55633772200

Повне найменування юридичної особи: Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Коцюбинський Володимир Олегович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Коцюбинський Володимир Олегович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Альнікіна Наталія Петрівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна