Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000451

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-01-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузнецова Катерина Сергіївна
2. Kateryna S. Kuznetsova

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 35357 Фізика та астрономія (104 Фізика та астрономія)

Дата захисту: 30-01-2024

Спеціальність за освітою: біофізика

Місце роботи здобувача: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ ID3739

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.45.31

Тема дисертації:

1. Мікрохвильова діелектрометрія сильно поглинаючих рідин на основі шаруватих електродинамічних структур

2. Microwave dielectrometry of high loss liquids based on layered electrodynamic structures

Реферат:

1. Мета роботи - удосконалення методів визначення діелектричних властивостей сильно поглинаючих рідин за допомогою шаруватих електродинамічних структур. Об’єкт досліджень – електромагнітні коливальні процеси в шаруватих хвилевідних структурах, які містять розчини біологічно активних речовин. Теоретичні та практичні результати. Удосконалено конструкцію кювети діелектрометра, яка не потребує референсної рідини і складається з двох комірок різної довжини, в яких компенсовано вплив дифракційних ефектів на краях комірок, що мають аксіальну симетрію та достатньо тонкий шар досліджуваної рідини, внаслідок чого підвищено чутливість визначення комплексної діелектричної проникності рідин. Дістало подальший розвиток експериментальне визначення значень комплексної діелектричної проникності водних розчинів ряду біологічно активних речовин (антибіотики, глюкоза, сироватковий альбумін людини, імуноглобулін G

людини, водні та сольові розчини білку альбуміну з додаванням глюкози, дифтерійний анатоксин), які зменшуються в залежності від збільшення концентрації біологічно активних речовин через зменшення кількості вільних молекул води в розчині. Ці результати підтверджено методом молекулярно-динамічного моделювання згідно збільшення гідратації та часу існування водневих зв'язків між молекулами води з молекулами білка та глюкози, та мають добре узгодження з результатами, отриманими відомим фармакопейним методом аналізу фармацевтичних препаратів – методом UV-Vis спектрофотометрії. Новизна наукових результатів. Вперше класифіковано моди круглого металевого хвилеводу з центральним діелектричним стрижнем, оточеним шаром сильно поглинаючої рідини, що не мають фіксованих частот відсікання мод, а коефіцієнт загасання для хвилі має найменші значення поміж інших типів хвиль у широкому діапазоні частот. Вперше запропоновано методику моніторингу ферментативної реакції гідролізу білків альбуміну та імуноглобуліну G людини з трипсином у реальному часі через визначення комплексної діелектричної проникності цих розчинів, що знайшло підтвердження методом спектрофотометрії. На відміну від класичної методики, ця реакція не потребує переривання. Методи досліджень. Експериментальний метод дослідження комплексного коефіцієнту поширення хвилі у хвилевідних структурах у міліметровому діапазоні довжин хвиль за допомогою вимірювання фази та амплітуди хвилі, застосовуючи мікрохвильовий диференційний діелектрометр. Чисельні й аналітичні методи розв'язання електродинамічної задачі для знаходження комплексної діелектричної проникності сильно поглинаючої рідини в міліметровому та сантиметровому діапазонах довжин хвиль з використанням шаруватої хвилевідної структури. Ступінь упровадження. Результати роботи можуть бути використані при удосконаленні діелектрометричних методів дослідження сильно поглинаючих рідин у мікрохвильовому діапазоні частот. Сфера використання. Розроблений новий підхід безперервного у часі моніторингу ферментативної реакції гідролізу білка може бути застосований для моніторингу біохімічних реакцій без необхідності руйнування ферменту та зупинки реакції. Запропонована методика контролю процесу переходу дифтерійного токсину в нетоксичну форму анатоксин методом мікрохвильової діелектрометрії для технологічного процесу виробництва вакцини проти дифтерії замість використання тварин. Розроблена вдосконалена конструкція вимірювальної кювети з підвищеною чутливістю визначення комплексної діелектричної проникності розчинів біологічно активних речовин в достатньо тонкому шарі рідини може бути застосована для біомедичних досліджень, контролю якості харчових продуктів, технологічних процесів виготовлення фармацевтичних розчинів, контролю поширення біологічно активних речовин у навколишнє середовище.

2. The purpose of the study is to improve the methods for determining the dielectric properties of the high loss liquid using electrodynamical structures. The object of research is electromagnetic oscillatory processes in layered waveguide structures that contain solutions of biologically active substances. Theoretical and practical results. The design of the dielectrometry cavity has been improved. It consists of two cells of different lengths where the influence of diffraction effects at the cell edges has been eliminated. The cells have axial symmetry and a sufficiently thin layer of the tested liquid, as a result of which the sensitivity of determining the complex permittivity of liquids has been increased. The experimental determination of the values of the complex permittivity of water solutions of biologically active substances (antibiotics, glucose, human serum albumin, human immunoglobulin G, aqueous and saline solutions of albumin with added glucose, diphtheria anatoxin) has undergone further development. It has been established that the complex permittivity for these solutions decrease with an increase in the concentration of biologically active substances, due to a reduction in the number of free water molecules in the solution. These results were confirmed by molecular dynamics modeling, indicating increased hydration and the duration of hydrogen bonds between water molecules and protein and glucose molecules. The obtained results showed good agreement with the established pharmacopoeial method of analysis for pharmaceutical preparations – the UV-Vis spectrophotometry method. Scientific novelty of the obtained results. For the first time, the modes of a circular metal waveguide with a central dielectric rod surrounded by a layer of high loss liquid, which do not have fixed mode cutoff frequencies, and the attenuation coefficient for the wave has the smallest values among other types of waves in a wide frequency range, have been classified. A novel methodology for monitoring the enzymatic hydrolysis reaction of proteins albumin and immunoglobulin G in real-

time has been proposed for the first time, involvingthe determination of the complex permittivity of these solutions,which was confirmed by spectrophotometrymethod. Unlike the classical methodology, this reaction does not require interruption. Research methods. Experimental method for determining the complex wave propagation coefficient in waveguide structures in the millimeter wavelength range by measuring the phase and amplitude of the wave using the microwave differential dielectrometer. Numerical and analytical methods for solving the electromagnetic problem to find the complex permittivity of high loss liquids in the millimeter and centimeter wavelength ranges using a layered waveguide structure. Degree of implementation. The results of the work can be used to improve dielectric methods for studying strongly absorbing liquids in the microwave frequency range. Scope of use. A developed continuous real-time monitoring approach for the enzymatic hydrolysis reaction of proteins can be applied to monitor biochemical reactions without the need to disrupt the enzyme or halt the reaction. The proposed methodology for controlling the process of converting diphtheria toxin into a non-toxic form, anatoxin, using microwave dielectrometry, for technological process in the production of diphtheria vaccines without the use of animals. The designed structure of the measurement cuvette, with enhanced sensitivity for determining the complex permittivity of solutions of bioactive substances in a sufficiently thin layer of liquid, can find applications in biomedical research, quality control of food products, technological processes of manufacturing pharmaceutical solutions, and for monitoring the spread of bioactive substances into the environment.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0112U000211, 0117U004038, 0122U001687

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Z. E. Eremenko, V. A. Pashynska, K. S. Kuznetsova, A. Shaposhnikova, B. Minofar, “Combined microwave dielectrometry and molecular dynamic study of aqueous solutions of human serum albumin with additives”, Journal of Molecular Liquids, vol. 364, Issue 1, 119981, 2022 (Q1).
- 2. Z. E. Eremenko, V. A. Pashynska, K. S. Kuznetsova, A. V. Martunov, “Development of experimental techniques for antibiotics detection in aqueous solutions: Real-time microwave dielectrometry and UV-Vis spectrophotometry study”, Low Temperature Physics, vol. 47, № 12, pp. 1041 – 1049, 2021 (Q3). doi.org/10.1063/10.0007079
- 3. K. S. Kuznetsova, Z. E. Eremenko, “Influence of high loss liquid on the bandwidth of a circular two-layer waveguide at microwaves”, Journal of Electromagnetic Waves and Applications, vol. 32, Issue 14, pp. 1834 – 1846, 2018 (Q2). https://doi.org/10.1080/09205071.2018.1476185
- 4. V. N. Skresanov, Z. E. Eremenko, K. S. Kuznetsova, Y. Wu, and Y. He, “Circular layered waveguide use for wideband complex permittivity measurement of lossy liquids”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 63, Issue 3, pp. 694 – 701, 2014 (Q1). DOI:10.1109/TIM.2013.2282003
- 5. Z. E. Eremenko, V. A. Pashynska, K. S. Kuznetsova, O. I. Shubnyi, N. I. Sklyar, A. V. Martynov “Microwave dielectrometer application to antibiotics concentration control in water solution”, Radiofizika i Electronika, vol. 26, № 3, pp. 30 – 37, 2021. DOI:10.15407/rej2021.03.030
- 6. Z. E. Eremenko, K. S. Kuznetsova, N. I. Sklyar and A. V. Martynov, “Measuring complex permittivity of high-loss liquids”, In book: Dielectric Materials and Applications. Edited by Pankaj Kr. Choudhury, Chapter 2, [pp. 41

– 74], Nova Science, ISBN 978-1-53615-316-3, 2019.

- 7. Диференційна кювета для виміру комплексної діелектричної проникності рідини, В. М. Скресанов, З. Є. Єременко, К. С. Кузнецова, Патент на винахід України № 109485 від 25.08.2015.
- 8. K. S. Kuznetsova,V. A. Pashynska, Z. E. Eremenko, “Monitoring of the proteins hydrolysis reaction using the microwave dielectrometry method”, IEEE Ukrainian Microwave Week, Kharkiv, Ukraine, 14 – 18 Nov. 2022, pp. 142 – 146, doi: 10.1109/UkrMW58013.2022.10037092
- 9. Z. E. Eremenko, E. S. Kuznetsova, A. I. Shubnyi, A. V. Martunov, “High Loss Liquid in Layered Waveguide at Microwaves and Applications”, IEEE 17th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory (MMET), Kyiv, Ukraine, 02 – 05 July 2018, pp. 246 – 249, doi: 10.1109/MMET.2018.8460267
- 10. Z. E. Eremenko, V. M. Skresanov, E. S. Kuznetsova, A. I. Shubnyi, V. V. Glamazdin and M. P. Natarov, “Differential waveguide cuvette for complex permittivity measurement of high loss liquids at microwaves”, 47th European Microwave Conference (EuMC), Nuremberg, Germany, 10-12 October 2017, pp. 707 – 710, doi: 10.23919/EuMC.2017.8230945
- 11. Z. E. Eremenko, E. S. Kuznetsova, A. I. Shubnyi, V. V. Glamazdin, and M. P. Natarov, “Determination Method of Water-Glucose Solution Concentration at Microwaves”, 2017 IEEE 37th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 18-20 April 2017, pp. 259 – 262, doi: 10.1109/ELNANO.2017.7939759
- 12. Z.E. Eremenko, E. S. Kuznetsova, “The absence of fixed cut-off frequencies in a circular layered waveguide with lossy liquid”, 9th International Kharkiv Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submilli-meter Waves (MSMW), Kharkiv, Ukraine, 20 – 24 June 2016, pp. 1 – 3, doi: 10.1109/MSMW.2016.7538180

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

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0112U000211, 0117U004038, 0122U001687

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єременко Зоя Єлівна

2. Zoia Y. Eremenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чугай Олег Миколайович
2. Oleg M. Chugay

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2857-6592

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Ігор Миколайович
2. Igor M. Bondarenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3907-6785

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Полевой Сергій Юрійович

2. Sergii Y. Polevoi

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6765-3127

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Губін Олексій Іванович
2. Hubin Oleksii I.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Черпак Микола Тимофійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Черпак Микола Тимофійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Іванченко І. В.
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна