

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

**на дисертаційну роботу**

**Кумеди Марії Олександрівни**

**«Вплив мікрохвильового опромінення на структуру, склад, морфологію та кінетику вивільнення гідрофобних лікарських засобів з 3D матриць на основі біоapatиту та біополімерів»,**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

### **Актуальність теми дисертаційної роботи.**

Протягом останніх 65 років мікрохвильове опромінення використовувалось у різних сферах застосування, але в останні роки інтерес до використання мікрохвильової енергії поступово переходить від переробки продуктів харчування до створення сучасних новітніх матеріалів та біоматеріалів. У секторі виробництва матеріалів в останні роки енергетична ефективність, стійкість та економічна складова набувають все більшого значення для промисловості та суспільства. Мікрохвильові технології можуть сприяти досягненню цих критеріїв, забезпечуючи швидку обробку, підвищену енергоефективність та зменшення витрат на спецобладнання.

Основною темою дисертаційного дослідження є використання мікрохвильового опромінення при утворенні біоматеріалів на основі кальцій-фосфатних фаз та їхніх комплексів з біополімерами (хітозаном, альгінатом). Сім'я апатитів нараховує десять ортофосфатів кальцію, які застосовуються або мають потенційне практичне значення. Однак найбільший інтерес до цих матеріалів викликаний тим, що за структурою та (значною мірою) за хімічним складом він є близьким до біоapatиту, мінеральної складової опорно-рухового апарату людини. Розглянуто фізичні основи взаємодії мікрохвильового опромінення з різними матеріалами, включаючи вплив даного опромінення на структуру, фізико-хімічні та механічні властивості біоматеріалів (розмір кристалітів, пористість, міцність, здатність до поглинання та вивільнення лікарських засобів). Синтез кальцій фосфатів (зокрема, гідроксиapatиту) з використанням мікрохвильового опромінення дозволяє отримувати різні морфології, розміри та фази зразків відповідно до параметрів реакції (водневий показник, вміст полімерів).

У зв'язку з вищевикладеним, тема кандидатської дисертації Кумеди М.О., яка присвячена дослідженню кальцій фосфат-біополімерних композитів і, зокрема, еволюції кальцій фосфатних фаз під впливом мікрохвильового опромінення, є вельми актуальною та пов'язана з наявною проблематикою сучасного наноматеріалознавства.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертація є фрагментом науково-дослідницької роботи кафедри біофізики, біохімії, фармакології та біомолекулярної інженерії Сумського державного університету. Автор роботи брав участь у виконанні наступних тем: «Фізичні основи формування складу апатит-біополімерних пористих

матриць для контрольованої доставки лікарських засобів в зону імплантації» (номер державної реєстрації 0118U003581), «Фізичні основи формування апатит-біополімер-вуглецевих 3D нанометричних матриць біомедичного призначення з пролонгованою доставкою протимікробних засобів у зону імплантації» (номер державної реєстрації 0122U001154) та «Фізико-хімічні аспекти формування композитного наноструктурованого біорозкладного матеріалу для лікування ушкоджених периферичних нервів» (№ державної реєстрації 0122U000775). Також під керівництвом автора роботи виконувався молодіжний проєкт «Дослідження властивостей сорбційно-аспіраційної дренажної модельної системи, що містить гідроксиапатит, за умов перитоніту у білих щурів» за підтримки Чеської Республіки у рамках програми «Міжвузівське співробітництво як інструмент підвищення якості обраних університетів України».

### **Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих у дисертації.**

У роботі застосовано низку взаємодоповнюючих методів і методик, як от: рентгенівський дифрактометричний аналіз, інфрачервона спектрометрія, растрова та просвічуюча електронна мікроскопія, рентгенівський мікроаналіз і електронна мікродифракція, рідинна хроматографія, рентгенівські методики визначення розмірів нанокристалів. Більшість результатів оброблено за комп'ютерними технологіями та новітніми програмами. Результати обговорено та пояснено з урахуванням сучасних уявлень із відповідних проблем. Внаслідок, вважаю, що одержані результати є вірогідними, а наукові положення, висновки та рекомендації – обґрунтованими.

### **Наукова та практична цінність дисертації та наукова новизна.**

Основні наукові результати є важливими для вирішення проблеми зародження ортофосфатів кальцію та їхнього поступового перетворення в біоапатит у водному середовищі. Експериментально знайдені взаємозв'язки впливу зовнішніх факторів (мікрохвильового опромінення) і вмісту полімеру та наночастинок на кристалізацію, морфологію та структурні характеристики фосфатів кальцію, що стали підґрунтям для розробки технології новітніх ефективних біоматеріалів із прогнозованими функціональними властивостями, що знайшли застосування в ортопедії та стоматології.

**Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях, персональний внесок здобувача.** Основні результати дослідження Кумеди М.О. було опубліковано у 25 наукових працях, із яких: 10 статей, зокрема, 2 статті у наукових фахових виданнях із переліку МОН України, 8 - у зарубіжних наукових періодичних виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних (Scopus та/або Web of Science), 2 частини монографії видані міжнародними видавництвами іноземною мовою, 13 матеріалів доповідей у збірниках праць конференцій. Дві статті опубліковані в журналах, що належать до найбільш престижного першого квартилю, а три

статті в журналах, що належать до другого квартилю.

Дисертація оформлена згідно існуючих вимог і містить повноту інформації щодо основних положень, наукових трактувань, заключень, висновків та практичних рекомендацій, з повноцінним відображенням змісту відповідних розділів дисертаційної роботи.

**Академічна доброчесність.** За результатами перевірки дисертаційної роботи Кумеди М.О. на наявність ознак академічного плагиату встановлено коректність посилань та першоджерела для текстових та ілюстративних зазначень; навмисних спотворень не виявлено. Звідси можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

**Оформлення дисертації** за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12.11.2017. Мова і стиль викладання дисертації точно та чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

**Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації.**

1. Мабуть для зручності читачів авторка запропонувала двосторінковий список умовних позначень, використаних в дисертації. В тих випадках, коли словосполучення часто зустрічаються (наприклад, PBS – “фосфатний буферний розчин” – зустрічається 20 разів), використання умовних позначень є цілком виправданим. Що ж стосується позначень ТЕМ (просвічуюча електронна мікроскопія), ат. % (атомні відсотки) та деяких інших, то вони зустрічаються в тексті дисертації лише один або кілька разів, і використовувати їх немає жодного сенсу. Більше того, переобтяження тексту умовними позначеннями значно ускладнює його сприйняття і розуміння. Тому список умовних позначень можна було б суттєво скоротити.
2. Дисертаційна робота Кумеди М.О. є експериментальною, і тому вимоги до теоретичної частини роботи у мене не такі вже й високі. Разом з тим, деякі недоліки, що відразу кидаються в очі, я сформулюю. Перш за все зазначу, що всього в роботі 16 формул, які винесені в окремі строки, тобто підкреслюється їх важливість. Однак в формулах (1.2) і (1.3) літери, що використані, не розшифровані, формули (2.1), яка нібито наведена в посиланні [99], там нема, а формули (2.3) і (2.4) не узгоджені (якщо  $f_t = 1 - (W_t/W_0)$ , тоді константа  $K_0$  дорівнює  $K_0 = K/W_0$ ). Далі, не зрозуміло, як функції  $f_t$  у формулах (2.4) та (2.6), а також функції  $q_e$  у формулах (5.3) та (5.4) пов'язані між собою. Загалом складається враження, що авторка дисертації роботи не надто переймається строгістю математичних викладок.
3. Як зазначає авторка, дана робота присвячена дослідженню впливу мікрохвильового опромінення на фізичні властивості і процеси в матеріалах регенеративної медицини. Тому, на мою думку, висновки до роботи повинні бути сформульовані таким чином, щоб було зрозуміло,

як саме мікрохвильове опромінення впливає на ті чи інші явища. Але деякі висновки сформульовані недостатньо чітко і з них не зрозуміло, в чому полягає цей вплив. Так, наприклад, в шостому висновку лише констатується, що вперше синтезовано гібридний композитний матеріал на основі хітозану, а в одинадцятому стверджується, що узагальнено оптимальні умови отримання композитних матеріалів, не конкретизуючи ці умови.

Зазначені зауваження не знижують наукову цінність роботи та отриманих дисертантом результатів і не носять принципового характеру.

Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

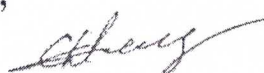
Тематика досліджень повністю відповідає вимогам спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

### Загальний висновок

У цілому дисертаційна робота Кумеди Марії Олександрівни «Вплив мікрохвильового опромінення на структуру, склад, морфологію та кінетику вивільнення гідрофобних лікарських засобів з 3D матриць на основі біоapatиту та біополімерів» є завершеною науковою працею, в якій досліджено вплив мікрохвильового опромінення на структуру, фазовий склад та здатність до вивільнення лікарських засобів з модифікованих наночастинками кальцій фосфат-біополімерних композитів гранульованої форми. Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктор філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а дисертантка – Кумеда Марія Олександрівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

### ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

провідний науковий співробітник  
Інституту прикладної фізики НАН України,  
доктор фізико-математичних наук,  
професор

 Станіслав ДЕНИСОВ



Підписав: проф. проф.т.с. Денисова С Т  
Інститут прикладної фізики НАН України  
Воріч