

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з навчальної роботи  
Національного технічного  
університету України  
“Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського”  
к.т.н., доц.  
Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



“17” січня 2025 р.

#### ВИТЯГ

з протоколу № 5 від 10 січня 2025 р. засідання  
кафедри фізичної хімії, хіміко-технологічного факультету  
Національного технічного університету України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

#### БУЛИ ПРИСУТНІ:

зав. кафедри фізичної хімії, д.т.н., доцент Воробйова В.І.; професор кафедри фізичної хімії, д.т.н., професор Чигиринець О.Е., професор кафедри фізичної хімії, д.х.н., професор Сокольський Г.В., доцент кафедри фізичної хімії, к.х.н., доцент, Каменська Т.А.; доцент кафедри фізичної хімії, к.х.н., доцент Пономарьов М.Є.; доцент кафедри фізичної хімії, к.х.н., доцент Пилипенко Т.М.; доцент кафедри фізичної хімії, к.б.н., доцент Хрокало Л.А.; асистент кафедри фізичної хімії, к.х.н. Іваха Н.Б.

#### СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри фізичної хімії Мельника Андрія Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи «Нанокompозити на основі галуазитних нанотрубок для фотозахисту та пролонгованого вивільнення активних фармацевтичних інгредієнтів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія, за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Освітньо-наукова програма «Хімічні технології та інженерія».

Тему дисертаційної роботи “Нанокompозити на основі галуазитних нанотрубок для фотозахисту та пролонгованого вивільнення активних фармацевтичних інгредієнтів” затверджено на засіданні Вченої ради хіміко-технологічного факультету (протокол № 11 від “29” листопада 2021 року).

Науковим керівником затверджено д.т.н., професорку Чигиринець О.Е.

## 2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: зав. кафедри фізичної хімії, д.т.н., доцент, Воробйова В.І.; доцент кафедри фізичної хімії, к.х.н., доцент, Пономарьов М.Є.; доцент кафедри фізичної хімії, к.б.н., доцент, Хрокало Л.А.

## 3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: зав. кафедри фізичної хімії, д.т.н., доцент Воробйова В.І.; доцент кафедри фізичної хімії, д.х.н., професор Сокольський Г.В.; доцент кафедри фізичної хімії, к.х.н., доцент Каменська Т.А.; доцент кафедри фізичної хімії, к.х.н., доцент Пономарьов М.Є.; доцент кафедри фізичної хімії, к.б.н., доцент Хрокало Л.А.; асистент кафедри фізичної хімії, к.х.н. Іваха Н.Б.

## УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

### 1. Актуальність теми дослідження

Значна кількість перспективних активних фармацевтичних інгредієнтів (АФІ) мають низьку стабільність в умовах негативного впливу підвищених температур та опромінення, що знижує їх ефективність та обмежує практичне застосування.

Прикладом таких важливих та одночасно проблемних у використанні органічних речовин є  $\alpha$ -ліпоева кислота (АЛК) та моксифлоксацин гідрохлорид (МФ), які під впливом опромінення в УФ- та видимому діапазонах зазнають фотодеструкції. Галузатитні нанотрубки (ГНТ) є унікальним природним мінералом, який, завдяки здатності до інкапсуляції речовин у трубчасті порожнини або люмени, відкриває нові можливості у створенні інноваційних лікарських форм з підвищеною термостійкістю та фотостійкістю.

Нанокласти ГНТ з інкапсульованими АФІ, окрім захисту від опромінення за рахунок бар'єрних властивостей стінок нанотрубок, забезпечують їх контрольоване пролонговане вивільнення, як важливого аспекту ефективного застосування сучасних медичних препаратів.

Таким чином, розробка нанокластів АФІ з підвищеною стійкістю до термічного впливу, опромінення в УФ- та видимому діапазонах та одночасно здатністю до контрольованого вивільнення речовин за рахунок наноконтейнерів ГНТ, завантажених фотолабільними і термочутливими АФІ, є перспективним рішенням для сучасної хімічної технології. В свою чергу це сприятиме вирішенню актуальних завдань, пов'язаних із розробкою функціональних смарт-матеріалів для стабілізації та пролонгованого вивільнення лікарських засобів при застосуванні у наномедицині.

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

Дисертаційну роботу виконано згідно з напрямком наукових досліджень кафедри фізичної хімії Національного технічного університету України



«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»—та ініціативної теми «Фізико-хімія наноконкомпозитних та дисперсних систем функціонального призначення», державний реєстраційний номер 0124U001965.

**3. Наукова новизна отриманих результатів.** У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- Вперше створено інноваційний наноконкомпозит на основі галуазитних нанотрубок (ГНТ/АФІ), що містить інкапсульовані світлочутливі активні фармацевтичні інгредієнти (АФІ) —  $\alpha$ -ліпоєву кислоту (АЛК) та моксифлоксацин (МФ). Конкомпозит забезпечує захист від впливу високих температур (60°C) і випромінювання у видимому та УФ-діапазонах, зберігаючи ефективну концентрацію АФІ на рівні не менше 98%, що підтверджують стандартизовані тести.

- Вперше розроблено склад таблетованої форми на основі наноконкомпозитів ГНТ/АЛК або ГНТ/МФ у поєднанні з мікроцелюлозою, стеаратом магнію, колоїдним кремнеземом і кроскармелозою. Ця формуляція відповідає вимогам Європейської Фармакопеї за фізико-механічними властивостями, а галуазитний наноконкомпозит забезпечує контрольоване вивільнення АЛК і МФ.

- Встановлено, що інкапсуляція АЛК та МФ у ГНТ за рахунок капілярних сил забезпечує пролонговане вивільнення до 80% АФІ з таблеток протягом 24 годин, тоді як без інкапсуляції 90–100% АФІ вивільняються за 15–30 хвилин.

- Показано, що розчинність та ефективність вивільнення АФІ з нанотрубок галуазиту підвищується зі збільшенням рН модельного буферного розчину.

**4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження.** У роботі розширено наукові уявлення про використання ГНТ як носіїв для світлочутливих АФІ. Зокрема встановлено ефективну концентрацію АЛК та МФ, що зберігається після стандартизованих тестувань у складі наноконкомпозиту ГНТ опромінюванням в УФ та видимому діапазонах та за високих температур (60 °C). Результати досліджень надають можливості створення інноваційних лікарських засобів із підвищеною ефективністю дії. Запропоновано спосіб виготовлення таблеток на основі ГНТ/АЛК і ГНТ/МФ з використанням мікроталічної целюлози та допоміжних компонентів, що має перспективи використання у фармацевтичній галузі.

Використання наноконкомпозитів ГНТ/АФІ, в тому числі як основи для таблетованих форм, є новим підходом у хімічній інженерії, що дозволяє підвищити стабільність та ефективність застосування світлочутливих АФІ при їх зберіганні. Розроблені відповідно до стандартизованих методів Європейської Фармакопеї наноконкомпозити готові до впровадження в практику на рівні готовності технологій (РТТ), застосованому у Європейському Союзі, РТТ5-6, що є вагомим практичним здобутком проведеного наукового дослідження.

Результати досліджень впроваджено в навчальний процес при викладанні дисципліни «Інноваційні хімічні технології органічних матеріалів. Частина 1. Функціональні матеріали та наносистеми» для студентів магістерської освітньо-професійної програми «Хімічні технології синтезу та фізико-хімічні властивості органічних матеріалів».

## 5. Апробація результатів дисертації

Результати дисертації представлялись та обговорювались на 6 конференціях Міжнародного та Всеукраїнського рівня (I Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології», Київ, 2022; Всеукраїнська науково-практична конференція «Наука в контексті глобальної трансформації суспільства», Полтава, 2022; X Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості», Хмельницький, 2023; Міжнародна конференція з хімії, хімічної технології та екології, присвячена 125-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023 р.; VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумерно-косметичної галузей промисловості», Хмельницький, 2024; XI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і здобувачів освіти «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості», Хмельницький, 2024).

**6. Дотримання принципів академічної доброчесності.** За результатами науково-технічної експертизи дисертація Мельника А.С. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

**7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.** За результатами досліджень опубліковано 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 2 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, зокрема відсутні статті у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;
- 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science Core Collection (Q1 та Q4)
- 6 тез виступів на наукових конференціях.

*Список публікацій здобувача:*

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мельник А.С., Чигиринець О.Е. Дослідження фотостабільності інкапсульованих в галузиті  $\alpha$ -ліпоевої кислоти та моксифлоксацину. *Вісник ХНТУ № 2(85), 2023 р., С. 106-111.* <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.2.14>. Фахове видання, Україна. ISSN 2078-4481. Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, обговорення отриманих результатів, оформлення результатів та написання статті.

2. Мельник А., Чигиринець О. Дослідження галузиту як наноносія для фотозахисту активних фармацевтичних інгредієнтів у складі таблеток // *Вісник Хмельницького національного університету.* Серія: Технічні науки. Том



341 № 5 (2024): С.485-489. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-341-5-70>. Фахове видання, Україна. ISSN 2307-5732. *Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, обговорення отриманих результатів, оформлення результатів та написання статті.*

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі Scopus:

3. **Melnyk A.S.**, Chyhyrynets O.E., Lazzara G. Degradation of moxifloxacin hydrochloride encapsulated in halloysite nanotubes under the influence of temperature and ultraviolet and visible light. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 2024, No. 3, pp.105-112. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2024-154-3-105-112>. Національне видання: Україна. Журнал цитується наукометричною базою SCOPUS. ISSN 0321-4095. Четвертий квартиль **Q4**. *Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, обговорення отриманих результатів, оформлення результатів та написання статті.*

4. **Melnyk A.**, Chyhyrynets O, Lazzara G. Encapsulation of  $\alpha$ -Lipoic Acid in Halloysite Nanotubes. *Applied Sciences*. 2023; 13(18):10214. <https://doi.org/10.3390/app131810214>. Іноземне видання: Швейцарія. Журнал цитується наукометричними базами SCOPUS і Web of Science, Inspec, CAPlus/SciFinder. ISSN: 2076-3417. Перший квартиль **Q1**. *Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, обговорення отриманих результатів, оформлення результатів та написання статті.*

Тези доповідей:

5. **Мельник А.С.**, Чигиринець О.Е. Застосування галузиту як наноконтейнера для фармацевтичних препаратів на прикладі  $\alpha$ -ліпоєвої кислоти. *Актуальні проблеми хімії та хімічної технології : матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції*, 30 листопада 2022 р., м. Київ / Міністерство освіти і науки України ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – 344 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез.*

6. **Мельник А.С.**, Чигиринець О.Е. Застосування галузиту як наноконтейнера для фармацевтичних препаратів. *Наука в контексті глобальної трансформації суспільства*. Матеріали науково-практичної конференції (м. Полтава, 26-27 серпня 2022 р.). – Одеса: Видавництво «Молодий вчений», 2022. – 140 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез.*

7. **Мельник А.С.**, Чигиринець О.Е. Дослідження кінетики вивільнення інкапсульованих  $\alpha$ -ліпоєвої кислоти та моксифлоксацину гідрохлориду. *Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості: Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів*. – Хмельницький, ХНТУ, 2023. – 124 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез.*

8. **Melnyk A. S.,** Chyhyrynets O. E. Study of the kinetics of release of the encapsulated  $\alpha$ -lipoic acid. *Збірка тез доповідей Міжнародна конференція з хімії, хімічної технології та екології, присвяченій 125-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського* (26-29 вересня 2023 р., м. Київ) – 346 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез.*

9. **Мельник А.С.,** Чигиринець О.Е. Дослідження кінетики вивільнення інкапсульованого моксифлоксацин гідрохлориду з нанотрубок галуазиту. *Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумерно-косметичної галузей промисловості: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції.* – Хмельницький, ХНТУ, 2024. – 214 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез.*

10. **Melnyk A.S.,** Chyhyrynets O.E. Development of the release kinetics of moxifloxacin hydrochloride from encapsulated halloysite nanotubes. *Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості: Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і здобувачів освіти.* –Хмельницький, ХНТУ, 2024. – 193 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез*

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора 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”.

**ВВАЖАТИ,** що дисертаційна робота Мельника А.С. «Нанокompозити на основі галуазитних нанотрубок для фотозахисту та пролонгованого вивільнення фармацевтичних інгредієнтів», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія, за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського «Хімічні технології та інженерія» зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

#### **РЕКОМЕНДУВАТИ:**

1. Дисертаційну роботу “Нанокompозити на основі галуазитних нанотрубок для фотозахисту та пролонгованого вивільнення фармацевтичних інгредієнтів”, подану Мельником Андрієм Сергійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.



2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.т.н., доцент, завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, хіміко-технологічний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Миронюк Олексій Володимирович;**

Члени:

Рецензенти:

д.х.н., професор кафедри фізичної хімії, хіміко-технологічний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Сокольський Георгій Володимирович;**

д.т.н., завідувач кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, професор Хіміко-технологічний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Донцова Тетяна Анатоліївна;**

Офіційні опоненти:

д.х.н., старший науковий дослідник, директор інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, **Солопан Сергій Олександрович;**

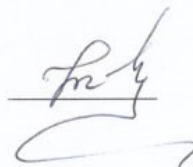
д.х.н., професор кафедри органічної хімії, Національний університет «Львівська політехніка», **Стецишин Юрій Богданович.**

Головуючий на засіданні  
д.т.н., доцент, зав. кафедри  
фізичної хімії



Вікторія ВОРОБІЙОВА

Вчений секретар  
кафедри фізичної хімії  
к.т.н., доцент



Тетяна ПИЛИПЕНКО