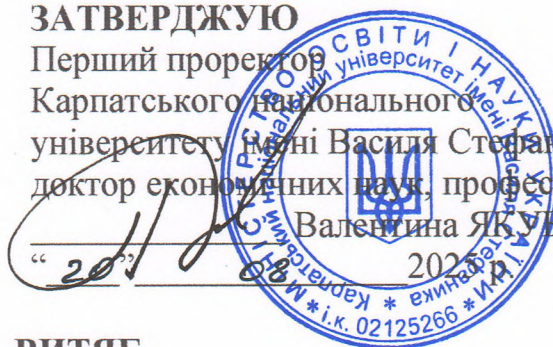


ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор
Карпатського національного
університету імені Василя Стефаника
доктор економічних наук, професор
Валентина ЯКУБІВ



ВИТЯГ

з протоколу № 7 від 15 серпня 2025 р.
міжкафедрального фахового семінару

Карпатського національного університету імені Василя Стефаника

ПРИСУТНІ:

- з кафедри хімії:
 1. Миронюк Іван Федорович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії – член семінару;
 2. Шийчук Олександр Васильович – доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії – член семінару;
 3. Курта Сергій Андрійович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімії – член семінару;
 4. Татарчук Тетяна Романівна – кандидат хімічних наук, доцент, гарант ОНП «Хімія» – науковий керівник;
 5. Солтис Любов Михайлівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії – член семінару;
 6. Микитин Ігор Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії – член семінару;
 7. Федорченко Софія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії – член семінару;
 8. Хацевич Ольга Мирославівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії – член семінару;
 9. Андрейчук Оксана Василівна – провідний інженер кафедри хімії – секретар семінару.

- з кафедри прикладної фізики і матеріалознавства:
 1. Коцюбинський Володимир Олегович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної фізики і матеріалознавства – голова семінару;
 2. Яремій Іван Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства – член семінару, голова ради;
 3. Бойчук Володимира Михайлівна – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства – член семінару, рецензент;

- кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки:

1. Мандзюк Володимир Ігорович – доктор фізико-математичних наук,

професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки – член семінару, рецензент;

3 присутніх – 7 докторів наук, 5 кандидатів наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

Головуючий на фаховому семінарі – Коцюбинський Володимир Олегович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної фізики і матеріалознавства.

СЛУХАЛИ:

1. Результати дисертаційної роботи аспірантки Лясковської Марії Романівни, аспірантки IV року навчання очної бюджетної форми навчання на тему «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 102 Хімія.

Тему дисертаційної роботи «Вплив поверхневого модифікування та катіонного заміщення на властивості гібридних нанокompозитів на основі шпінельних феритів» затверджено на засіданні Вченої ради Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол № 10 від 31.10.2017 року) та уточнено на Вченій раді Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол № 13 від 20.12.2024 року) в наступному вигляді «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів».

Науковим керівником затверджено кандидата хімічних наук, доцента кафедри хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Татарчук Тетяну Романівну.

2. Виступ здобувача (до 20 хв.).

Ляковська Марія Романівна – Добрий день, шановні члени фахового семінару. Дозвольте представити результати проведеного дослідження на тему: «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів» (слайд 1).

Мета: проведення «зеленого» синтезу CoFe_2O_4 , кобальт-цинкових феритів складу $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ (де $x=0\div1$ з кроком 0,2) із використанням природних рослинних екстрактів як відновлювальних та стабілізуючих агентів, дослідження впливу типу екстракту на структурно-морфологічні та текстурні параметри синтезованих матеріалів, на розподіл катіонів у шпінельній структурі, а також встановлення взаємозв'язку цих параметрів з адсорбційно-каталітичною активністю феритів у процесі очищення води.

Об'єкти дослідження – ферит кобальту (II) та кобальт-цинкові ферити складу $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ (де $x = 0\div1$ з кроком 0,2), синтезовані з використанням природних рослинних екстрактів.

Предмет дослідження – вплив рослинних екстрактів на структурно-морфологічні, текстурні параметри, катіонний розподіл у шпінельній структурі

феритів, встановлення їх взаємозв'язку з адсорбційно-каталітичною активністю у процесах очищення забрудненої води (слайд 2).

Механізм використання рослин для “зеленого” синтезу наночастинок (слайд 3).

Розділ 2. Схема “зеленого” синтезу $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ (слайд 4).

Розділ 3. Вплив вихідних солей Co (II) на морфологію та властивості кобальтового фериту, синтезованого з використанням екстракту айви (слайд 5).

Структурно-морфологічна характеристика фериту кобальту, синтезованого з використанням екстракту айви (слайд 6).

Морфологія зразків та елементний аналіз наночастинок (слайд 7).

Катіонний розподіл та аналіз ІЧ-спектрів зразків CoFe_2O_4 (слайд 8).

Розділ 4. Наночастинки кобальт-цинкового фериту, синтезовані з використанням екстракту *Ginkgo biloba* (слайд 9).

Х-променевий аналіз зразків серії $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ (слайд 10).

Мессбауерівські спектри зразків $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ (слайд 11).

ІЧ-спектри наночастинок кобальт-цинкового фериту (слайд 12).

Адсорбційні характеристики серії зразків складу $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ синтезованих з використанням екстракту *Ginkgo biloba* (слайд 13).

Розділ 5. Структура та адсорбційно-каталітична активність наночастинок $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$, синтезованих з використанням екстракту винограду (слайд 14).

Структурно-морфологічна характеристика кобальт-цинкового фериту, синтезованого з використанням екстракту шкірки чорного винограду (слайд 15-19).

Структурно-морфологічна характеристика кобальт-цинкового фериту, синтезованого з використанням екстракту шкірки чорного винограду (слайд 20-21).

Каталітичне вологе пероксидне окислення барвника Конго червоного, як модельного забрудника (слайд 22-23).

Електрохімічні вимірювання CWPO (слайд 24).

Розділ 6. Структура, морфологія, адсорбційні та каталітичні властивості кобальтового фериту, синтезованого з використанням екстракту фізалісу (слайд 25).

Структурно-морфологічна характеристика фериту кобальту, синтезованого з використанням екстракту фізалісу (слайд 26 – 29).

Адсорбційні характеристики зразків складу CoFe_2O_4 , синтезованих з використанням екстракту фізалісу (слайд 30 – 31).

Каталітичне вологе пероксидне окислення барвника Конго червоного, як модельного забрудника (слайд 32-33).

Електрохімічні вимірювання CWPO (слайд 34)

Вплив рослинного екстракту на структурно-морфологічні властивості CoFe_2O_4 (слайд 35).

Вплив рослинного екстракту та легування іонами Zn (II) на адсорбційні властивості шпінельного кобальтового фериту (слайд 36).

Вплив рослинного екстракту на адсорбційно-каталітичну активність CoFe_2O_4 щодо видалення барвника КЧ (слайд 37).

Висновки дисертаційної роботи (слайд 38).

Список опублікованих праць за темою дисертації (слайд 39 - 40).
Впровадження результатів дисертаційного дослідження (слайд 41).
Дякую за увагу! (слайд 42).

3. Запитання до аспіранта відповідно до теми дисертації ставили:

Миронюк Іван Федорович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії: Яка роль «зелених» компонентів у процесі синтезу феритів?

Ляковська М.Р.:

Рослинні екстракти використовуються не лише як паливні агенти, вони також виступають структуруючими агентами, формуючи частинки наперед заданої форми та розміру, а також виступають поверхнево-активними речовинами, функціоналізуючи поверхню наноматеріалів органічними залишками.

Миронюк Іван Федорович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії: Чи впливають окисно-відновні властивості екстракту на синтез?

Ляковська М.Р.:

Так, екстракт виступає відновником. Також спостерігається вплив залежно від активності екстракту. Більш активний відновник зумовлює вищу температуру синтезу, внаслідок чого формуються частинки більших розмірів.

Курта Сергій Андрійович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімії: Чим зумовлений вибір *Ginkgo biloba*?

Ляковська М.Р.:

Вибір всіх рослинних реагентів зумовлений хімічним складом, простотою культивування та економічною вигодою. Саме *Ginkgo biloba* є представником фітоекстракту, а присутність на поверхні наноматеріалу залишків рослинного екстракту дає перспективу для подальших біохімічних досліджень.

Шийчук Олександр Васильович – доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії: У вас на слайді 23 показано, що адсорбційна здатність залежить від вмісту цинку, що саме зумовлює цей вплив?

Ляковська М.Р.:

Вплив на адсорбційну здатність зі збільшенням вмісту цинку має: розмір атомів, катіонний розподіл та морфологія поверхні. Також зразки зі збільшенням вмісту цинку є більш пористими, ніж сам ферит кобальту.

Микитин Ігор Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії: Які співвідношення використовувались під час приготування екстракту?

Ляковська М.Р.:

Готувались водні екстракти у масовому співвідношенні рослинний компонент до води як 1:2.

Хацевич Ольга Мирославівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії: Чи плануєте продовжувати досліджувати дані наноматеріали?

Ляковська М.Р.:

Так, в майбутньому плануємо досліджувати зразки на біосумісність, а також розширювати спектр адсорбційних й каталітичних досліджень для екологічних застосувань.

Солтис Любов Михайлівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії:
Які відмінності між «зеленим синтезом» та традиційними методами?

Лясковська М.Р.:

«Зелений» метод синтезу є більш екологічний, а також дозволяє отримати матеріали з наперед заданими властивостями які є біосумісними, що розширює їх спектр застосувань. Під час синтезу ми намагалися знизити кількість викидів оксидів нітрогену, шляхом підбору вихідних речовин. Нами вперше досліджено можливість використання ацетату кобальту (II), як вихідного реагента для синтезу, що може бути альтернативою нітрату кобальту (II). Ця заміна дозволяє отримати більш пористі матеріали та зменшити кількість викидів оксидів нітрогену внаслідок синтезу. Використання екстрактів рослин зумовлює так званий м'який перебіг процесу синтезу, де самозаймання відбувається шляхом тління, в той час як використання відомих хімічних відновників зумовлює бурхливий перебіг процесу синтезу.

Яремій Іван Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства: На слайді 36 ми бачимо зведену таблицю, в якій показано кобальт-цинкові ферити, синтезовані з різних матеріалів. З таблиці видно, що зразки різняться розподілом катіонів цинку між тетра- і окта-позиціями. Чи має це якийсь вплив на властивості?

Лясковська М.Р.:

З таблиці можна зробити висновок, що катіонний розподіл залежить від вибору рослинного екстракту для зразків, синтезованих за однакових умов. Так, використання екстракту листя *Ginkgo biloba* призводить до утворення кобальт-цинкового фериту, де іони Zn (II) розміщені в А- та В-позиціях, тоді як для зразків, синтезованих з використанням екстракту чорного винограду, за тих же умов притаманне розміщення іонів Zn (II) виключно в А-позиціях.

Відповідно до даних, наведених у таблиці, встановлено, що використання екстракту листя *Ginkgo biloba* під час «зеленого» синтезу кобальт-цинкових феритів забезпечує отримання матеріалів із високими адсорбційними характеристиками. Дослідження з барвником Конго червоний як модельним забруднювачем показали, що зі збільшенням вмісту цинку адсорбційна здатність зростає до $x(\text{Zn})=0,4$. Встановлено, що адсорбційний процес на зразках, синтезованих з використанням екстракту чорного винограду, зі збільшенням вмісту Zn(II) краще описується з використанням моделі Ленгмюра. Найкращу ефективність продемонстрував зразок $\text{Co}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$, синтезований саме з використанням екстракту *Ginkgo biloba*. Аналіз ізотерм показав, що для даного зразка адсорбційний процес краще описується моделлю Фрейндліха, що свідчить про неоднорідність поверхні та реалізацію адсорбції в основному на активних центрах.

Яремій Іван Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства: Що ви розумієте під розміром пор?

Лясковська М.Р.:

Параметр, який характеризує розмір пор у пористих шпінельних матеріалах це – радіус пор. Він визначається як подвоєне відношення площі перерізу пори до її периметра. Досліджені мікро- та мезопори - це два типи пор, що розрізняються за розміром, і мають важливе значення в різних областях,

таких як адсорбція, каталіз. Мікропори - це пори діаметром менше 2 нм, тоді як мезопори мають діаметр від 2 до 50 нм.

Бойчук Володимира Михайлівна – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства: Чи проводили ви класичний синтез без використання рослинного екстракту?

Лясковська М.Р.:

Так, але використання рослинного екстракту є м'яким методом, під час якого ми спостерігаємо тління, без активної фази горіння, на відміну від використання, наприклад, лимонної кислоти чи полівінілового спирту. Це дозволяє отримати матеріали з меншими розмірами ОКР, кращими адсорбційно-каталітичними властивостями та дозволяє функціоналізувати поверхню залишками екстракту.

Мандзюк Володимир Ігорович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки: Як Ваші результати співставляються із наявними результатами в літературі, зокрема, чи є вплив на каталітичні та адсорбційні властивості?

Лясковська М.Р.:

Використання рослинного екстракту під час синтезу покращує адсорбційно-каталітичні властивості. Так, зразки синтезовані в присутності рослинних екстрактів можуть мати питому поверхню ($S_{\text{БЕТ}}$) 60 – 76 м²/г, тоді як літературні дані вказують на питому поверхню до 60 м²/г, для фериту кобальту.

4. Виступи членів семінару (11 осіб):

Миронюк Іван Федорович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії: зазначив, що важливим аспектом роботи є актуальність та новизна дослідження, а описаний підхід щодо перспективності використання синтезованих матеріалів у очищенні води є оригінальним.

Мандзюк Володимир Ігорович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки: Матеріал дуже цікавий, методів дуже багато, наукова новизна є та добре виражена, відповідає всім вимогам. Загалом робота виглядає добре структурованою, єдиний момент, який необхідно відкорегувати, це скоротити доповідь, щоб чітко вкластися в регламент.

Шийчук Олександр Васильович – доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії: зазначив, що робота є новою та логічно побудованою науковою працею та відповідає всім вимогам, які ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Яремій Іван Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства: звернув особливу увагу на структуру, великий об'єм та новизну дисертаційної роботи та рекомендував до захисту.

Бойчук Володимира Михайлівна – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства зазначила, що у роботі присутня системність, все розкладено по своїх полицях, а дисертація є науково завершеною працею. Також побажала автору успішного захисту.

Курта Сергій Андрійович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімії звернув увагу на те, що робота нова та цікава, а матеріалу дуже багато та порекомендував трохи скоротити доповідь.

Микитин Ігор Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії: Назвав дисертаційну роботу всеосяжною, дуже багато та якісно зроблено, проведені дослідження є актуальними, відповідають вимогам, та можуть бути для представлені до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Хацевич Ольга Мирославівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії, вважає роботу актуальною, екологічною та побажала успішного захисту.

Федорченко Софія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії зауважила на актуальності тематики, звернула увагу на структуру викладу матеріалу та побажала успішного захисту.

Солтис Любов Михайлівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії: Робота актуальна та цікава, а публікації у високореєтингових журналах підтверджують цінність результатів.

Коцюбинський Володимир Олегович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної фізики і матеріалознавства: підкреслив оригінальність наукового дослідження, наголосив на кількості опублікованих праць та наголосив, що публікації повністю розкривають отримані результати й зауважив значний особистий внесок автора дисертації.

5. Виступ наукового керівника кандидат хімічних наук, доцент Татарчук Тетяни Романівни:

Шановні колеги,

Дозвольте мені як науковому керівнику, сказати декілька слів про Марію. Ми з нею знайомі ще з 2011 року, коли вона розпочала свій шлях від бакалавра до магістра хімії, навчаючись у нашому університеті. З 2017 року поступила в аспірантуру за спеціальністю 102 «Хімія» і своє дисертаційне дослідження виконувала як на кафедрі хімії, так і в лабораторії центру хімічного матеріалознавства і нанотехнологій.

Науковий доробок Марії Лясковської досить великий: 26 публікацій, зокрема 5 статей і 2 розділи книг у виданнях, індексованих у Scopus та Web of Science, 3 статті у фахових журналах України, 5 навчально-методичних посібників. Вона взяла участь в 11 міжнародних та всеукраїнських конференціях. Її h-index (Scopus) становить 4, загальна кількість цитувань - 90, що для молодого науковця є показником ефективності та затребуваності досліджень.

Паралельно з навчанням Марія Романівна поєднувала наукову та педагогічну діяльність: працювала старшим лаборантом кафедри хімії, асистентом кафедри біологічної та медичної хімії Івано-Франківського національного медичного університету, а також молодшим науковим співробітником у міжнародному українсько-польському проєкті. Такий досвід свідчить про її вміння організовувати робочий час, поєднувати викладацьку та дослідницьку роботу, ефективно працювати в команді та у міжнародному науковому середовищі.

Марія Лясковська повністю виконала індивідуальний навчальний план, засвоїла всі дисципліни освітньо-наукової програми, пройшла науково-педагогічну практику, набула глибинних знань зі спеціальності та універсальних компетентностей дослідника. Вона впевнено презентує результати своєї роботи як українською, так і англійською мовами, вміє працювати з сучасними інформаційними технологіями, володіє методологією наукової та педагогічної діяльності.

Особистісні якості Марії Романівни - наполегливість, відповідальність, пунктуальність, відкрите та доброзичливе ставлення до колег і студентів. Вона не лише сумлінно виконує поставлені завдання, але й виявляє ініціативу, пропонуючи нові наукові підходи та ідеї.

Як науковий керівник можу з упевненістю сказати, що Марія Лясковська є яскравим прикладом молодого українського науковця нового покоління - компетентного, здатного до самостійного мислення і націленого на отримання результату, що має як наукову новизну, так і практичну значущість.

Дякую за увагу.

6. В обговоренні дисертаційної роботи взяли участь: доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Коцюбинський Володимир Олегович; доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії Миронюк Іван Федорович; доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Яремій Іван Петрович; доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Бойчук Володимира Михайлівна; доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Мандзюк Володимир Ігорович; доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії Шийчук Олександр Васильович; доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімії Курта Сергій Андрійович; кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Солтис Любов Михайлівна; кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Федорченко Софія Володимирівна; кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Хацевич Ольга Мирославівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Микитин Ігор Михайлович.

Заслухавши публічну презентацію наукових результатів дисертації Лясковської Марії Романівни та обговоривши її на фаховому семінарі кафедри хімії факультету природничих наук Карпатського національного університету імені Василя Стефаника, прийнято наступні висновки щодо дисертації «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів».

7. Висновок про перевірку дисертації та наукових публікацій здобувача на виявлення порушення академічної доброчесності з наданням (до витягу додається довідка за підписом першого проректора університету).

УХВАЛИЛИ:

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Лясковської Марії Романівни на тему «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 102 Хімія (галузь знань 10 Природничі науки)

1. Актуальність дисертації.

Сучасні дослідження у матеріалознавстві зосереджені на пошуках екологічно безпечних методів отримання наноматеріалів, які б поєднували високу ефективність та мінімальний вплив на довкілля. Серед таких методів перспективним є «зелений» синтез – підхід, який передбачає використання нетоксичних рослинних екстрактів як відновників та стабілізаторів для отримання оксидних наноматеріалів. Перевагами такого підходу є зниження застосування токсичних реагентів, зменшення енергозатрат за рахунок зниження температури синтезу, а також формування біофункціоналізованих наночастинок, які матимуть потенційне застосування в екологічних технологіях чи біомедицині. Під час окисно-відновних процесів біоактивні компоненти рослинних екстрактів можуть виступати донорами протонів і електронів, а механізм взаємодії цих сполук з вихідними солями металів залежить від хімічного складу екстракту та фізико-хімічних параметрів реакційного середовища. Біомолекули виконують як відновну, так і стабілізуючу функції, формуючи на поверхні магнітних наночастинок органічні оболонки, подібні до шарів поверхнево-активних речовин, запобігаючи їх агломерації. Такий підхід не лише зменшує негативний вплив на довкілля, а також забезпечує біосумісність синтезованих матеріалів.

Особливе місце серед оксидних наноматеріалів займають шпінельні ферити, відомі завдяки поєднанню магнітних та електричних властивостей із хімічною стабільністю та термічною стійкістю. Ці унікальні матеріали знайшли застосування як перспективні адсорбенти та каталізатори Фентон-подібного типу для очищення забруднених вод. Структура шпінелей характеризується можливістю регулювання хімічного складу, катіонного розподілу, концентрації активних центрів та морфології, що забезпечує ефективний контроль адсорбційно-каталітичних властивостей матеріалу. Особливо перспективними є кобальт-цинкові ферити, синтезовані «зеленими» методами із застосуванням рослинних екстрактів, які забезпечують стабільність структури та контрольовані морфологічні характеристики.

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених синтезу та дослідженню магнітних феритів, вплив різних типів рослинних екстрактів на структурні параметри, катіонний розподіл, адсорбційні властивості та Фентон-подібну каталітичну активність кобальт-цинкових феритів вивчено недостатньо. Особливо актуальним є встановлення взаємозв'язків між видом природнього відновника, структурними характеристиками, катіонним розподілом у шпінельній структурі, формуванням активних центрів та ефективністю матеріалів у процесах розкладу органічних забруднювачів. Це відкриває можливості для створення більш ефективних та екологічних адсорбентів/каталізаторів.

Крім того, вибір рослин як джерела природних відновників для “зеленого” синтезу базується на їхній доступності, простоті культивування, економічній доцільності і перспективності застосування синтезованих матеріалів. Серед перспективних природних відновників виділяються: *Ginkgo biloba* (Гінкго білоба), екстракти якого містять флавоноїди та терпени з високою відновною активністю; *Sydonia oblonga* (айва), багата на антиоксиданти, органічні кислоти, вуглеводи та флавоноїди, що сприяють біoadгезії і модифікації наночастинок; *виноград*, що містить поліфеноли, ресвератрол та органічні кислоти, які є нетоксичними відновниками; *фізаліс*, який завдяки аскорбіновій кислоті, каротиноїдам і фенольним сполукам демонструє високу відновлювальну активність. Вибір цих рослин як природних відновників у дисертаційній роботі обґрунтований їх унікальним хімічним складом, що дозволить провести ефективний синтез шпінельних наночастинок на основі фериту кобальту(II) з перспективними функціональними властивостями.

Отже, дослідження «зелених» методів синтезу кобальт-цинкових феритів із застосуванням природних рослинних відновників, а також вивчення їхньої структури, морфології і взаємозв'язку з адсорбційно-каталітичною активністю є актуальним завданням, що сприятиме розвитку «зеленої» хімії і впровадженню екологічних технологій очищення води.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі хімії та у навчально-науковому центрі хімічного матеріалознавства та нанотехнологій Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Дисертаційна робота виконувалась в рамках держбюджетних тем: „Металоксидні магнітокеровані наноструктури для екологічних та біомедичних застосувань” (0118U000254); “Інженерія металоксидних каталізаторів з функцією регулювання активності для гідроксорадикальної дезінфекції води” (№ 0121U109476); „Каталітичний реактор з оптимізованим профілем активності для пероксидно-радикальної дезінфекції води” (№ 0124U000479).

3. Наукова новизна.

- вперше показано, що ступінь інверсії кобальт-феритових зразків, синтезованих із використанням екстракту айви, залежить від типу вихідної солі кобальту(II): для системи на основі ацетату кобальту(II) – $(\text{Co}_{0.06}^{2+}\text{Fe}_{0.94}^{3+})_A[\text{Co}_{0.94}^{2+}\text{Fe}_{1.06}^{3+}]_B(\text{O}_4^{2-})_O$, а для системи, отриманої з нітрату кобальту(II) – $(\text{Co}_{0.10}^{2+}\text{Fe}_{0.90}^{3+})_A[\text{Co}_{0.90}^{2+}\text{Fe}_{1.10}^{3+}]_B(\text{O}_4^{2-})_O$;
- вперше встановлено, що наночастинок $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0-1$), синтезовані із використанням екстракту (Гінкго білоби) *Ginkgo biloba*, демонструють еволюційний перехід спінового стану від частково впорядкованого (при $x=0$) до парамагнітного (при $x \geq 0,6$) зі зростанням вмісту іонів Zn^{2+} . Вперше досліджено, що зразок $\text{Co}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ характеризується максимальною адсорбційною здатністю (56,82 мг/г) та найвищим значенням сталої Ленгмюра ($K_L = 0,377$ л/мг);
- вперше встановлено вплив іонів Zn^{2+} на міцність зв'язків М–О у кобальт-цинкових феритах, синтезованих з екстракту винограду: зразок з $x(\text{Zn})=0,4$ характеризується максимальною силовою константою K_T . Показано, що формування мезопористої структури суттєво підвищує адсорбційну здатність

феритів щодо барвника Конго червоного, досягаючи максимальної сталої Ленгмюра $K_L = 0,40$ л/мг при $x(\text{Zn})=0,8$. Водночас зразок з $x(\text{Zn})=0,4$ демонструє найвищу каталітичну активність у розкладанні H_2O_2 , що корелює із збільшенням амперометричного струму та швидкістю деградації барвника ($k = 0,1018$ хв⁻¹);

- вперше встановлено, що тип екстракту фізалісу суттєво впливає на структурно-текстурні характеристики CoFe_2O_4 : зразок $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-H}$, синтезований із застосуванням екстракту лушпиння фізалісу, має найбільший параметр комірки (8,371 Å) і розмір кристалітів (10 нм), тоді як застосування екстракту плодів ($\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-F}$) дає найменший параметр ґратки (8,339 Å) і розмір кристалітів (6 нм). Площа мезопор зростає в ряді $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-H}$ (17 м²/г) < $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-FH}$ (34 м²/г) < $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-F}$ (46 м²/г), що підкреслює визначальний вплив природи екстракту на пористість феритів. Вперше показано, що адсорбційна здатність феритів зростає у послідовності $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-H}$ (18,42 мг/г) < $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-F}$ (31,85 мг/г) < $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-FH}$ (38,46 мг/г), а стала Ленгмюра K_L досягає максимуму для $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-FH}$ (0,21 л/мг), що свідчить про посилення взаємодії барвника Конго червоного з функціоналізованою поверхнею адсорбента;
- вперше встановлено, що тип біоекстракту суттєво впливає на ступінь інверсії шпінельної структури, катіонний розподіл та каталітичну активність CoFe_2O_4 : зразок, синтезований з екстрактом лушпиння фізалісу ($\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-H}$) має найвищий ступінь інверсії $(\text{Fe}_{1.00}^{3+})_A [\text{Co}_{1.00}^{2+}\text{Fe}_{1.00}^{3+}]_B (\text{O}_4^{2-})_O$, що супроводжується максимальною константою швидкості реакції ($k = 0,0157$ хв⁻¹) та найбільшим приростом струму в електрохімічних вимірюваннях, тоді як зразок, отриманий з екстрактом (Гінкго білоби) *Ginkgo biloba*, характеризується найнижчим ступенем інверсії $(\text{Co}_{0.28}^{2+}\text{Fe}_{0.72}^{3+})_A [\text{Co}_{0.72}^{2+}\text{Fe}_{1.28}^{3+}]_B (\text{O}_4^{2-})_O$.

4. Методи дослідження. Х-променева дифракція, ІЧ-спектроскопія, скануюча електронна мікроскопія, енергодисперсійний аналіз, мессбауєрівська спектроскопія, визначення питомої поверхні матеріалів методом адсорбції/десорбції азоту, рН-метрія, УФ-видима спектрофотометрія, хроноамперометрія.

5. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації. Основні наукові положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Марії Лясковської, становлять цінність як з теоретичної, так і практичної точки зору. Встановлені закономірності впливу типу рослинного екстракту на структурні, морфологічні, текстурні та адсорбційно-каталітичні властивості кобальтових феритів дозволяють цілеспрямовано регулювати їх характеристики для підвищення ефективності у процесах очищення води. Наночастинки, синтезовані з використанням рослинних екстрактів, містять на своїй поверхні функціональні групи рослинного походження, що забезпечує їх біосумісність і робить перспективними для подальших біохімічних та медичних застосувань. Отримані матеріали відповідають сучасним вимогам «зеленої» хімії і можуть бути використані у промислових та екологічних технологіях.

Практичне значення авторських рекомендацій і підходів підтверджується їх апробацією у вигляді публікацій в міжнародних наукових виданнях, які індексуються наукометричними базами даних SCOPUS/Web of Science.

6. Використання результатів роботи.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи підтверджене актом про впровадження у науково-навчальний процес кафедри біологічної та медичної хімії імені академіка Г.О. Бабенка Івано-Франківського національного медичного університету від 02.06.2025 р.

7. Особиста участь автора. Полягає в одержанні наукових та практичних результатів, представлених в дисертаційній роботі. Основний обсяг експериментальної роботи, обробка та аналіз отриманих результатів виконано особисто аспірантом. Постановка завдання, вибір об'єктів і методів дослідження, обговорення одержаних результатів і формулювання висновків дисертації проводилось спільно з науковим керівником – к.х.н., доц. Т.Р. Татарчук. Мессбауерівські та електрохімічні дослідження проводились спільно з д.ф.-м.н., проф. В.О. Коцюбинським (Карпатський національний університет імені Василя Стефаника).

8. Перелік публікацій за темою дисертації.

За результатами досліджень опубліковано 5 статей та 2 розділи книг, що індексуються у науково-метричних базах SCOPUS/Web of Science, а також 8 тез доповідей в збірниках матеріалів міжнародних і всеукраїнських конференцій. Публікації достатньою мірою розкривають основні положення дисертації, які виносяться на захист, висвітлюють елементи наукової новизни отриманих результатів. Публікації відповідають встановленим вимогам, в них визначено наукові задачі, методи їх вирішення й описано отримані наукові результати.

Публікації, що індексуються в міжнародних наукометричних базах:

1. Tatarchuk T., Liaskovska M., Kotsyubynsky V., Bououdina M. (2018). Green synthesis of cobalt ferrite nanoparticles using Cydonia oblonga extract: structural and Mössbauer studies. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 672(1), 54-66. (SCOPUS, Web of Science, Q3)
DOI: <https://doi.org/10.1080/15421406.2018.1542107>
URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85067282295&origin=recordpage>
ISSN: 1542-1406
2. Liaskovska M., Tatarchuk T., Bououdina M., Mironyuk I. (2019). Green Synthesis of Magnetic Spinel Nanoparticles. *Springer Proceedings in Physics*, 222, 389 -398. (SCOPUS)
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17755-3_25
URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072107511&origin=recordpage>
ISSN: 0930-8989
3. Liaskovska M., Tatarchuk T. (2021). Green synthesis of zinc ferrite. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 719(1), 45–52. (SCOPUS, Web of Science, Q4)
DOI: <https://doi.org/10.1080/15421406.2020.1862459>
URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85112726742&origin=recordpage>
ISSN: 1542-1406

4. **Liaskovska M.**, Tatarchuk T., Kotsyubynsky V., Ersteniuk H. (2021). Zn-doped CoFe_2O_4 Nanoparticles Synthesized Using Ginkgo Biloba Extract: Cation Distribution, Mossbauer Studies and Application for Water Treatment. *Physics and Chemistry of Solid State*, 22(4), 792-803. (SCOPUS, Web of Science, Q4)
DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.22.4.792-803>
URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123095767&origin=recordpage>
ISSN: 1729-4428
5. **Liaskovska M.** (2024). Adsorption Properties of Magnetic CoFe_2O_4 Based Spinel Nanoparticles. *Springer Proceedings in Physics*, 253, 171-184. (SCOPUS, Web of Science)
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-67519-5_13
URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85209820934&origin=recordpage>
ISSN: 0930-8989
6. **Liaskovska M.**, Tatarchuk T., Kotsyubynsky V. (2025). Green Synthesis of Cobalt–Zinc Ferrites and Their Activity in Dye Elimination via Adsorption and Catalytic Wet Peroxide Oxidation. *Metals*, 15(1), 44. (SCOPUS, Web of Science, Q2)
DOI: <https://doi.org/10.3390/met15010044>
URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85215809363&origin=recordpage>
ISSN 2075-4701
7. **Liaskovska M.**, Tatarchuk T., Kotsyubynsky V. (2025). Structure, adsorption properties and Fenton-like catalytic activity of cobalt ferrite nanoparticles synthesized with Physalis extract. *Physics and Chemistry of Solid State*, 26(2), 216-230. (SCOPUS, Web of Science, Q3)
DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.26.2.216-230>
URL: <https://www.scopus.com/pages/publications/105011050607>
ISSN 1729-4428

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (тези доповідей на конференціях):

1. **Liaskovska M.R.**, Tatarchuk T. R., Kotsyubynsky V.O. (May 21 – 25, 2018). Plant-mediated synthesis of Cobalt ferrite nanoparticles. *International Conference "Electronic processes in organic and inorganic materials" (ICEPOM 11)*, Ivano-Frankivsk (Ukraine). P. 174.
URL: https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/icepom-11_abstract-book-final.pdf
2. **Liaskovska M.R.**, Tatarchuk T. R. (August 27-30, 2018). Green synthesis and characterization of Zn-doped cobalt ferrites nanoparticles using Ginkgo biloba leaf extract. *VI International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" (NANO-2018)*, Kyiv (Ukraine). P.90
URL: <https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/nano-2018.pdf>
3. Лясковська М.Р., Татарчук Т.Р. (24-25 жовтня, 2019). Методи синтезу наночастинок ZnFe_2O_4 для екологічних та біомедичних застосувань.

Науково-практична конференція з міжнародною участю «Бабенківські читання», Івано-Франківськ (Україна). С.-71

URL: <https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/babenkivski-chytannia-2019.pdf>

4. **Liaskovska M.R.**, Tatarchuk T. R., Mironyuk I.F. (August 27 – 30, 2019). Adsorption properties of green synthesized cobalt-zinc ferrites. *VII International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" (NANO-2019)*, Lviv (Ukraine). P. 349

URL: <https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/nano-2019.pdf>

5. **Liaskovska M.**, Tatarchuk T. (June 1 – 5, 2020). Green synthesis and adsorption properties of cobalt ferrites *International Conference "Electronic processes in organic and inorganic materials" (ICEPOM 12)*, Kamianets-Podilskyi (Ukraine). P. 295

URL: https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/icepom-12_abstract-book-final-2.pdf

6. **Liaskovska M.R.**, Tatarchuk T. R. (August 16 – 19, 2023). Green synthesized of cobalt ferrites using different types of plant extracts. *International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" (NANO-2023)*, Bukovel (Ukraine). P.139

URL: <https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/nano2023-2.pdf>

7. **Liaskovska M.R.**, Tatarchuk T. R. (August 21 – 24, 2024). Green synthesis and characterization of Zn-Co ferrite nanoparticles. *The international research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2024)*, Uzhhorod (Ukraine). P. 350

URL: <https://chemcenter.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/154/2025/05/nano-2024-2.pdf>

8. **Liaskovska M.** (9 квітня, 2025). The effect of phyto-reductant on the structure, morphology and adsorption-catalytic properties of cobalt ferrite. *IX Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи»*, Житомир (Україна). матеріали конференції. С. 60

URL: <http://eprints.zu.edu.ua/43582/1/1.pdf>

9. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати. Виконане дослідження може бути використане при викладанні навчальних курсів для хімічних спеціальностей, зокрема для дисциплін «Технології очищення води», «Зелена хімія», «Аналітична хімія», «Медична хімія» для здобувачів вищої освіти усіх освітніх рівнів.

10. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані. Результати дослідження мають практичну цінність для екології, зокрема для адсорбційного та каталітичного очищення води від забруднень. Результати дослідження можуть бути застосовані у технологіях

очищення води на підприємствах хімічної, текстильної та інших галузей. Впровадження отриманих результатів у промислові процеси може суттєво покращити екологічну ситуацію, зменшити техногенне навантаження на довкілля та сприяти розвитку екологічно безпечних технологій очищення води. Також, синтезовані зразки у результаті «зеленого» синтезу функціоналізуються залишками рослинних екстрактів, що робить зразки біосумісними і відкриває перспективи їх подальшого застосування в медицині та біохімії.

11. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.

Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, переліку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 179 сторінок, містить 54 рисунки, 31 таблицю, 167 бібліографічних посилань. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

ВВАЖАТИ:

1. Дисертаційна робота Ляковської Марії Романівни «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів» є завершеною науковою працею і має важливе значення для галузі знань 10 Природничі науки.

2. За темою дисертації опубліковано 7 публікацій (з них 5 статей входять до наукометричних баз даних Scopus/Web of Science (квартилі Q2-Q4), 2 розділи книг, які входять до наукометричних баз даних Scopus/Web of Science. Опубліковано 8 тез доповідей на конференціях.

3. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 р. (зі змінами) «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами).

РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу «“Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів», подану Ляковською Марією на здобуття ступеня доктора філософії, для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Розглянувши заяви і документи голови СБР, рецензентів і опонентів та встановивши, що подані документи відповідають вимогам до членів разової спеціалізованої вченої ради згідно «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами)), пропонувати Вченій раді університету призначити наступний склад разової ради:

Голова разової спеціалізованої вченої ради:

Яремій Іван Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

1. Boychuk V., Nykyruy L., **Yaremiy I.**, Husak V., Cobalt ferrite catalyst in the degradation of caffeine by hydrogen peroxide under induction heating. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2024. № 25 (4). P. 885-891. (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.25.4.885-891>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85214414904&origin=resultslist>

ISSN: 17294428

2. Tatarchuk T., Shyichuk A., Trawczyńska I., **Yaremiy I.**, Pędziwiatr A., Kurzydło P., Bogacz B., Gargula R. Spinel cobalt(II) ferrite-chromites as catalysts for H₂O₂ decomposition: Synthesis, morphology, cation distribution and antistructure model of active centers formation. *Ceramics International*. 2020. № 46 (17). P. 27517-27530. (Scopus, Q1)

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.07.243>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85089546152&origin=resultslist>

ISSN: 02728842

3. Никируй Л., **Яремій І.**, Федосов С. Нанокompозити на основі TiO₂ для фотокаталітичної деградації органічних барвників. *Наукові нотатки*. 2024. № 79. С. 56-64, (Категорія Б)

DOI: <https://doi.org/10.36910/775.24153966.2024.79.8>

URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/naukovi_notatky/article/view/1637

4. Kotsyubynsky V., Zapukhlyak R., Boychuk V., Hodlevska M., **Yaremiy I.**, Bandura, Kh., Kachmar A., Fedorchenko S., Hodlevskyi M. Nanostructured CuFe₂O₄ and CuFe₂O₄/reduced graphene oxide composites: structural and magnetic studies . *Functional Materials*. 2021, № 28(1), P. 42-48. (Scopus, Q4)

DOI: <https://doi.org/10.15407/fm28.01.42>

URL: <https://www.scopus.com/pages/publications/85104038822>

ISSN: 1027-5495

5. **Yaremiy I.**, Yaremiy S., Vlasii O., Vekeryk D., Tomyn Y. Analysis X-ray diffractograms from near-surface layers of monocrystals: development of models, algorithms and software. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2024. № 25(2), P.413–420. (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.25.2.413-420>

URL: <https://www.scopus.com/pages/publications/85199679177>

ISSN: 17294428

Рецензенти:

Бойчук Володимира Михайлівна – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

1. Boychuk V., Nykyruy L., Yaremiy I., Husak V. Cobalt ferrite catalyst in the degradation of caffeine by hydrogen peroxide under induction heating. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2024. № 25 (4). P. 885-891. (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.25.4.885-891>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85214414904&origin=resultslist>

ISSN: 17294428

2. Tatarchuk T., Shyichuk A., Danyliuk N., Naushad Mu., Kotsyubynsky V., **Boychuk V.** Cobalt ferrite as an electromagnetically boosted metal oxide hetero-Fenton catalyst for water treatment. *Chemosphere*. 2023. №326, 138364 (Scopus, Q1)

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138364>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85150366397&origin=recordpage>

ISSN: 00456535

3. Danyliuk, N., Lapchuk, I., Kotsyubynsky, V., **Boychuk, V.**, Husak, V. Effect of Mn^{2+} substitution on catalytic properties of $Fe_{3-x}Mn_xO_4$ nanoparticles synthesized via co-precipitation method. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2023. №24(4), 748–760 (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.24.4.748-760>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85181575815&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Effect+of+Mn2%2B+substitution+on+catalytic+properties+of+Fe3-xMnxO4+nanoparticles+synthesized+via+co-precipitation+method%29&sessionSearchId=8a2a66cbdf2beefdf5b90596172ceba>

ISSN: 17294428

Мандзюк Володимир Ігорович – доктор фізико-математичних наук, професор, професора кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

1. Danyliuk, N., & **Mandzyuk, V.** Hydrogen peroxide decomposition using cobalt ferrite catalyst activated by induction heating. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. 2023. №766(1), P.100–110. (Scopus, Q4)

DOI: <https://doi.org/10.1080/15421406.2023.2222256>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85161811380&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Hydrogen+peroxide+decomposition+using+cobalt+ferrite+catalyst+activated+by+induction+heating%29>

ISSN: 15421406

2. Danyliuk N., Lapchuk I., Tatarchuk T., Kutsyk R., **Mandzyuk V.** Bacteria inactivation using spinel cobalt ferrite catalyst. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2023. № 24(2). P. 256-261 (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.24.2.256-261>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85166519402&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Bacteria+inactivation+using+spinel+cobalt+ferrite+catalyst%29>

ISSN: 17294428

3. Tatarchuk T., Danyliuk N., Shyichuk A., Kotsyubynsky V., Lapchuk I., **Mandzyuk V.** Green synthesis of cobalt ferrite using grape extract: the impact of cation distribution and inversion degree on the catalytic activity in the decomposition of hydrogen peroxide. *Emergent Materials*. 2022. №5(1) P. 89-103 (Scopus, Q2)

DOI: <https://doi.org/10.1007/s42247-021-00323-1>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85118552386&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Green+synthesis+of+cobalt+ferrite+using+grape+extract%3A+the+impact+of+cation+distribution+and+inversion+degree+on+the+catalytic+activity+in+the+decomposition+of+hydrogen+peroxide.%29&sessionSearchId=868504b250f5ed1d45c1b17560288347>

ISSN: 25225731

4. Danyliuk N., Lischynska S., Tatarchuk T., Kotsyubynsky V., **Mandzyuk V.** Magnetite nanoparticles synthesized using grape fruit extract: synthesis, morphology, hyperthermia application and catalytic activity in hydrogen peroxide decomposition. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2022. № 23(1) P. 77-88. (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.23.1.77-88>

URL: <https://www.scopus.com/pages/publications/85129649829>

ISSN: 17294428

Офіційні опоненти:

Знак Зеновій Орестович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії і технології неорганічних речовин Національного університету «Львівська політехніка».

1. Sukhatskiy Yu., Shepida M., Lysak D., **Znak Z.**, Gogate Parag R. Modified sono-Fenton process for oxidative degradation of chloramphenicol. *Environmental Science and Pollution Research*. 2024. № 31 (42). P. 54559-54573. (Scopus, Q1)

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34827-0>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85202640267&origin=recordpage>

ISSN: 09441344

2. Sukhatskiy Yu., Dmytrenko T., Shepida M., Sozanskyi M., **Znak Z.** Degradation of diazine dye Safranin T using potassium persulfate activated by ultrasonic treatment and MnFe₂O₄ spinel nanoparticles. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2024. № 1. P. 99-108. (Scopus, Q4)

DOI: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2024-152-1-99-108>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85186984328&origin=recordpage>

ISSN: 03214095

3. Sukhatskiy Y., Shepida M., Sozanskyi M., **Znak Z.** Degradation of Congo Red Using Periodate, Activated by Ultrasound and Iron(II). *Chem. Chem. Technol.* 2024. №18(3), P. 321–330. (Scopus, Q3)

DOI: <https://doi.org/10.23939/chcht18.03.321>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85206592331&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS->

KEY%28Degradation+of+Congo+Red+Using+Periodate+Activated+by+Ultrasound+and+Iron%29&sessionSearchId=eba695178fcd5ad44a3720f959363e6b

ISSN: 19964196

4. Сухацький Ю. В., Шепіда М. В., Созанський М. А., **Знак З. О.**, Хом'як С. В. Кінетика окиснювальної деградації метилового оранжевого з використанням процесу "сонопероксат". *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2022. № 27(2) С. 64-74. (Категорія Б)

DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2022.262234>

URL: <https://bulletin-chstu.com.ua/uk/journals/t-22-2-2022/kinetika-okisnyuvalnoyi-degradatsiyi-metilovogo-oranzhevogo-z-vikoristannyam-protsesu-sonoperoksat>

ISSN: 2708-6070

Фролова Лілія Анатоліївна – доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології неорганічних речовин та екології Українського державного університету науки і технології

1. **Frolova L.**, Baskevich A., Baturina T., Influence of plasma synthesis parameters on the magnetic, structural and photocatalytic properties of copper ferrite. *Ceramics International*, 2024. № 50. P. 41461-41471. (Scopus, Q1)

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2024.07.462>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85200266333&origin=recordpage>

ISSN: 02728842

2. **Frolova, L. A.**, Sknar I.V., Mandryka F.G., Frolov O.O. "Novel Methods of Spinel Ferrites Production: Mini-Review." *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. №32(3): 662–668. (Scopus, Q4)

DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i3.308828>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85210101967&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Novel+Methods+of+Spinel+Ferrites+Production%3A+Mini-Review%29&sessionSearchId=79c081598fd3f651681ee993463fc91b>

ISSN: 26632934

3. **Frolova, L.A.**, Sknar. S. V. "Study of the Influence of Synthesis Parameters on the Structural and Magnetic Properties of Cobalt Ferrite." *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. №32(1): 108–118. (Scopus, Q4)

DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i1.298377>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85195059016&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Study+of+the+Influence+of+Synthesis+Parameters+on+the+Structural+and+Magnetic+Properties+of+Cobalt+Ferrite%29&relpos=7>

ISSN: 26632934

4. **Frolova L. A.**, Khmelenko O. V. The study of Co–Ni–Mn ferrites for the catalytic decomposition of 4-nitrophenol. *Catalysis letters*. 2021. № 151(5). P. 1522-1533. (Scopus, Q2)

DOI: <https://doi.org/10.1007/s10562-020-03419-1>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85092272902&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28The+study+of+Co%E2%80%93Ni-Mn+ferrites+for+the+catalytic+decomposition+of+4-nitrophenol%29&sessionSearchId=c2979baeec4da70a9f272fd81019451d>
ISSN: 1011372X

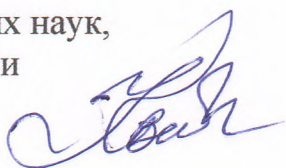
Результати голосування щодо рекомендації до захисту Лясковської Марії Романівни:

«За» - 12

«Проти» - немає

«Утримались» - немає

Голова фахового семінару
доктор фізико-математичних наук,
професор, завідувач кафедри
прикладної фізики
і матеріалознавства



Володимир КОЦЮБИНСЬКИЙ

Секретар фахового семінару
провідний інженер кафедри хімії



Оксана АНДРЕЙЧУК

15 серпня 2025 р.