РІШЕННЯ РАЗОВОЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ДФ 36.053.059 ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 36.053.059 Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Дрогобич у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради -	**Ігоря СТОЛЯРЧУКА,** доктора фізико-математичних наук, професора, декана факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;
Офіційних рецензентів -	**Олега КУЗИКА**, кандидата фізико-математичних наук, доцента, доцента кафедри фізики та інформаційних систем Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;
	Володимира ПОПОВИЧА, кандидата фізико-математичних наук, доцента, доцента кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;
Офіційних опонентів -	**Володимира КОВАЛЬЧУКА,** доктора фізико-математичних наук, професора, ректора Приватного закладу вищої освіти «Одеський технологічний університет «ШАГ»»;
	Володимира КОЦЮБИНСЬКОГО, доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника

на засіданні 17 серпня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії **Олесю МАЦЬКІВУ** з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали на підставі публічного захисту дисертації «**Кінетика фотостимульованих структурних перетворень у епоксидних полімерних матеріалах біосенсорного призначення**».

Дисертацію виконано у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Дрогобич.

Науковий керівник: **Тарас КАВЕЦЬКИЙ**, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та інформаційних систем Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка МОН України.

Мацьків Олесь Ігорович, 1990 року народження, громадянин України, освіта вища. У 2012 році закінчив навчання у Тернопільському національному економічному університеті і отримав повну вищу освіту за спеціальністю «Фінанси і кредит» та здобув кваліфікацію магістра з фінансів та кредиту.

З 2022 по даний час – аспірант Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, який за змістом, рівнем наукової новизни, теоретичним й практичним значенням результатів, кількістю наукових публікацій відповідає вимогам пункту 6 «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 року № 44 (зі змінами), та вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 (зі змінами).

Дисертація Олеся МАЦЬКІВА є завершеною науковою працею у межах поставлених завдань, представляє собою вагомий внесок для розвитку прикладної фізики полімерних матеріалів, наноматеріалознавства та біосенсорики, у якій розв'язано актуальне наукове завдання щодо встановлення взаємозв'язків між кінетикою фотополімеризації, структурою полімерної сітки та функціональними властивостями епоксидних біоматеріалів. Отримані результати мають істотне значення для галузі знань 10 «Природничі науки».

У результаті проведених у дисертаційній роботі експериментальних досліджень **уперше** отримано такі **наукові результати**:

• за допомогою комплексного ЕПР/ближньої ІЧ-спектроскопії підходу за розробленим однаковим протоколом вимірювання та ідентичним УФ-опроміненням встановлено часову кореляцію між утворенням вільних радикалів та конверсією подвійних зв'язків для досліджуваних епоксидних полімерів на основі AESO:VDM з фотоініціатором. Виявлена антикореляція між двома сигналами (ЕПР – вільні радикали) та (ближня ІЧ-спектроскопія – конверсія подвійних зв'язків), зокрема характерна особливість поблизу часу 55 с, є прямим експериментальним підтвердженням переходу від фотохімічно контрольованого до дифузійно контрольованого режиму полімеризації;

• визначено залежну від конверсії ефективну константу швидкості розпаду радикалів k для епоксиакрилатної системи AESO:VDM, що дозволило кількісно описати перехід від хімічно контрольованого до дифузійно контрольованого

режиму та встановити механізм гель-ефекту на рівні елементарної константи швидкості розпаду радикалів;

• на прикладі епоксидних полімерів на основі BADGE (дигліцидиловий ефір бісфенолу А) встановлено, що виникнення наноструктурної неоднорідності полімерної сітки визначається конкуренцією між швидкістю генерації радикалів та їх просторовою дифузією, що безпосередньо впливає на механічні характеристики матеріалу. Показано, що зростання модуля пружності та твердості для неоднорідного зразка у порівнянні з однорідним зразком корелює зі збільшенням густини зшивання в мікрообластях швидкої полімеризації за рахунок локального перегріву;

• встановлено, що полімерні матриці на основі AESO (акрилована епоксидована соєва олія) та їх суміші з VDA (ваніліндіакрилат) та VDM (ваніліндиметакрилат) характеризуються подібною морфологією щодо розміру та розподілу вільного об'єму, тоді як додавання фотоініціатора дозволяє суттєво змінити структурну морфологію та вільні об'єми.

Практичне значення: Розроблена методологія комплексного спектроскопічного моніторингу може бути застосована для оптимізації технологічних параметрів виготовлення фотополімерних матеріалів з контрольованою наноструктурою для біосенсорних застосувань, зокрема: трекових мембран з заданою пористістю та функціоналізованою поверхнею для селективного транспорту іонів; полімерних матриць для іммобілізації біомолекул з оптимізованими механічними та дифузійними характеристиками; фоточутливих покриттів для мікро- та наноструктурування біосенсорних платформ методами фотолітографії. Встановлені закономірності «структура-властивості» дозволяють в подальшому цілеспрямовано керувати формуванням полімерної сітки через варіювання інтенсивності УФ-опромінення та концентрації фотоініціатора, що забезпечує відтворюваність функціональних характеристик біосенсорних пристроїв.

Здобувач має 13 наукових праць за темою дисертації: 10 статей (4 з них – у виданнях, що індексуються НМБД Scopus/Web of Science; 6 – у фахових виданнях України, які додатково відображають наукові результати дисертації) та 3 праці, що є матеріалами всеукраїнських та міжнародних конференцій, які засвічують апробацію роботи.

Кількість, обсяг та зміст друкованих праць відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Наукові статті, опубліковані у виданнях, що входять до списку наукових фахових видань України та проіндексованих у наукометричних базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

1. Y.V. Bondaruk, T.S. Kavetskyy, A.O. Vinkovskaya, M. Kushniyazova, D.O. Dyachok, L.I. Pankiv, H.M. Klepach, O.R. Mushynska, O.V. Zubrytska, **O.I. Matskiv**, Y.V. Pavlovskyy, S.Y. Voloshanska, S.S. Monastyrska, L.V. Bodnar, A.E. Kiv. Improvement of new electronic materials using computer modelling // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. 2023. Vol. 26, No. 4. P. 470-474. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

2. T.S. Kavetskyy, O.V. Zubrytska, **O.I. Matskiv,** M. Stievenard, O. Šauša, H. Švajdlenková, V.M. Soloviev, A.O. Bielinskyi, J. Ostrauskaite, A.E. Kiv. Photopolymerization and photodegradation of polymers after long-term UV light exposure // Physics and Chemistry of Solid State. 2025. Vol. 26, No. 4. P. 718-732. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

3. D. Fink, A.E. Kiv, T.S. Kavetskyy, D.O. Dyachok, Y.V. Bondaruk, A.O. Vinkovskaya, N.K. Hoivanovych, L.I. Pankiv, O.V. Zubrytska, **O.I. Matskiv**, U.V. Khromiak, Y.Y. Pavlyshak, Y.V. Pavlovskyy, V.M. Senkiv, S.S. Monastyrska. Computer modeling of diffusion processes in porous materials // Physics and Chemistry of Solid State. 2026. Vol. 27, No. 1. P. 11-14. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

4. T.S. Kavetskyy, **O.I. Matskiv**, O. Šauša, H. Švajdlenková, V.M. Soloviev, A.O. Bielinskyi, A.V. Tuzhykov, J. Ostrauskaite, A.E. Kiv. A correlation between formation of free radicals and double bonds conversion during photopolymerization by EPR and NIR study and complex systems theory approach // Physics and Chemistry of Solid State. 2026. Vol. 27, No. 2, P. 299-309. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. T.S. Kavetskyy, **O.I. Matskiv**, O. Šauša, H. Švajdlenková, V.M. Soloviev, J. Ostrauskaite, A.E. Kiv. Kinetics of photopolymerization of soybean oil-based polymers // Abstracts of Second International Conference on Bioactive, Organic and Inorganic Advanced Materials and Clean Technologies (Sofia, Bulgaria, 27-29 April 2026), P. 129. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, підготовці зразків для експериментів, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів).*

6. T. Kavetskyy, **O. Matskiv**, J. Borc, H. Švajdlenková, O. Šauša. Network inhomogeneity of the cured epoxides probed by nanoindentation // Proceedings of the

XIII-th International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Modern Science" (Drohobych, Ukraine, 27-30 April, 2026), P. 109-111. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, підготовці зразків для експериментів, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів).*

7. T.S. Kavetskyy, **O.I. Matskiv**, O. Šauša, H. Švajdlenková, J. Ostrauskaite, V.M. Soloviev, A.E. Kiv. A correlation between concentration of free radicals and double bonds conversion during in-situ photopolymerization study // Proceedings of the XII International Conference "Topical Problems of Semiconductor Physics" (Drohobych, Ukraine, 25-29 May, 2026), P. 25. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, підготовці зразків для експериментів, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів).*

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації

8. I. Donchev, D. Fink, A. Vinkovskaya, T. Kavetskyy, M. Kushniyazova, D. Dyachok, Y. Bondaruk, L. Pan'kiv, Y. Kukhazh, O. Mushynska, O. Zubrytska, **O. Matskiv,** V. Soloviev, A. Kiv. Simulation of track structures as the basis of biosensors // Acta Carpathica. 2023. Vol. 1(39). P. 66-72. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

9. A. Vinkovskaya, Y. Bondaruk, D. Fink, T. Kavetskyy, D. Dyachok, I. Donchev, L. Pankiv, Y. Kukhazh, O. Zubrytska, **O. Matskiv**, M. Kravtsiv, R. Leshko, N. Hoivanovych, A. Kiv. Features of chemical etching of track structures // Acta Carpathica. 2023. Vol. 2(40). P. 107-113. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

10. D. Fink, A. Kiv, T. Kavetskyy, V. Soloviev, Y. Bondaruk, N. Hoivanovych, Y. Kukhazh, O. Zubrytska, **O. Matskiv**, A. Hijaze, O. Šauša. Mechanism for detecting contaminants in the track sensors // Acta Carpathica. 2024. Vol. 2(42). P. 23-29. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

11. D. Fink, A. Vinkovskaya, T. Kavetskyy, N. Hoivanovych, Y. Kukhazh, M. Kravtsiv, **O. Matskiv**, O. Šauša, A. Kiv. Mechanism of oscillations of ion currents in the nanotracks // Acta Carpathica. 2025. Vol. 1(43). P. 81-88. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

12. D. Fink, J. Vacik, T. Bliudnikova, T. Kavetskyy, **O. Matskiv**, Y. Kukhazh, O. Šauša, A. Kiv. Chemical etching of track polymer structures for biosensorics // Acta Carpathica. 2025. Vol. 2(44). P. 96-105. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації*

результатів, підготовці публікації до друку).

13. B. Zgardzińska, T. Kavetskyy, M. Goździuk-Gontarz, **O. Matskiv**, Y. Kukhazh, O. Šauša, J. Ostrauskaite, K. Yankova, A. Kiv. Nanostructure-based selection of biopolymer matrix for the production of xenobiotic biosensors // Acta Carpathica, 2026, Vol. 1(45). P. 97-115. *(Особистий внесок здобувача: участь у формулюванні задач дослідження, проведенні експериментів, аналізі та інтерпретації результатів, підготовці публікації до друку).*

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та висловили зауваження:

1. Столярчук Ігор Дмитрович, доктор фізико-математичних наук, професор, декан факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, голова спеціалізованої вченої ради, без зауважень.

2. Ковальчук Володимир Володимирович, доктор фізико-математичних наук, професор, ректор Приватного закладу вищої освіти «Одеський технологічний університет «ШАГ»», офіційний опонент.

Зауваження, висловлені у відгуку опонента:

1. У розділі 1 (літературний огляд) недостатньо висвітлено вплив кисневого інгібування на кінетику радикальної полімеризації тонких плівок, що є критичним для формування сенсорних покриттів.

2. Автор пояснює різке падіння константи обриву переходом до механізму «реакційної дифузії». Доцільно було б у тексті дисертації навести кількісну оцінку коефіцієнта реакційної дифузії та порівняти його з коефіцієнтом сегментальної дифузії.

3. У розділі 4 доведено температурне стиснення пор у 2,1-2,5 раза при охолодженні. Однак, бракує даних щодо оборотності цього процесу. Чи відновлюється початковий об'єм пор після кількох циклів «охолодження-нагрівання», що є важливим у практичному аспекті при використанні досліджуваних полімерних матриць для реальних біосенсорів.

4. У роботі зустрічаються граматичні неточності і описки у тексті та у підписах до рисунків (наприклад, рис. 3.1).

3. Коцюбинський Володимир Олегович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника, офіційний опонент.

Зауваження, висловлені у відгуку опонента:

1. Кінетику фотостимульованих структурних перетворень автором досліджено для композиції акрилована епоксидована соєва олія:

ваніліндиметакрилату – AESO:VDM (1:0,5) із фіксованим вмістом фотоініціатора DMPA 3 мол. % при густині потоку УФ-випромінювання 22 мВт/см^2. Вибір дозволив порівнювати ЕПР- і БІЧ-дані, але доцільно було б застосувати розроблений методичний підхід для серії зразків із різною концентрацією фотоініціатора при різних інтенсивностях УФ-опромінення. Очевидно, це дозволило б отримати інформацію про вплив швидкості генерації первинних радикалів на момент переходу до дифузійно контрольованого режиму, параметри кінетики їх розпаду та кінцевий ступінь конверсії подвійних зв'язків.

2. Кількісна оцінка ефективного радіуса та об'єму нанопорожнин за даними спектроскопії часу життя позитронної анігіляції виконано з використанням моделі Тао-Елдрупа, яка передбачає сферичне наближення геометрії вільного об'єму. Водночас, у полімерних системах на основі розгалужених тригліцеридних фрагментів AESO та ароматичних мономерів VDM і VDA, нанопорожнини можуть мати анізотропну, еліпсоїдну або канальну форму. У зв'язку з цим варто було б обговорити обмеження моделі при визначенні абсолютних значень радіуса й об'єму порожнин, а також обговорити коректність порівняння відносних змін між зразками різного складу при різних температурах.

3. З огляду на орієнтацію досліджуваних матеріалів на біосенсорні застосування, дисертаційна робота була б посилена прямими електрохімічними випробуваннями полімерних матриць у складі модельного амперометричного біосенсора. Доцільним було б порівняння параметрів вільного об'єму, локальної твердості та модуля пружності з такими характеристиками сенсорної системи, як чутливість, час відгуку, межа виявлення, селективність, стабільність і дифузійний опір полімерного шару, що дозволило б підтвердити функціональний зв'язок між структурними параметрами та характеристиками біосенсора.

4. Дисертацію загалом викладено на належному науковому рівні, однак у тексті трапляються окремі редакційні й технічні неточності: мовні огріхи, невдалі стилістичні конструкції, неузгодженість окремих позначень, а також технічні помилки у формулах і підписах до рисунків. Зазначені недоліки потребують редакційного виправлення, проте не впливають на достовірність основних результатів і загальну наукову цінність роботи.

4. Кузик Олег Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та інформаційних систем Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, офіційний рецензент.

Зауваження, висловлені у рецензії:

1. Назва дисертації та сформульоване практичне значення роботи акцентують увагу на біосенсорному призначенні досліджуваних полімерних матеріалів. Водночас основні результати дисертації стосуються дослідження

фундаментальних закономірностей фотостимульованої полімеризації. Безпосередні характеристики, які визначають функціональну придатність полімерних мембран як біосенсорних елементів, зокрема проникність або дифузію реальних аналітів (наприклад, катехолу), у роботі не досліджувалися. У зв'язку з цим наведені результати обґрунтовують перспективність використання розроблених матеріалів у біосенсорних системах, але не дають змоги безпосередньо оцінити їх функціональну ефективність у такому застосуванні.

2. У дисертаційній роботі на с. 83 автор вводить узагальнену ефективну константу швидкості обриву радикалів, зазначаючи, що в густозшитих матрицях механізм загибелі радикалів може включати не лише бімолекулярну рекомбінацію, а й мономолекулярне захоплення. Водночас далі для інтерпретації цієї константи використано співвідношення Смолуховського (формула (3.16)), яке описує бімолекулярний дифузійно контрольований процес, і на цій підставі зроблено висновок про зміну коефіцієнта дифузії макрорадикалів. Тому залишається незрозумілим такий перехід, і потребує уточнення його обґрунтованість за умови, що автором допускається також мономолекулярний механізм загибелі радикалів.

3. У розділі 2 для досліджуваних матеріалів вибрано концентрацію фотоініціатора DMPA 3 мол. %, однак не наведено обґрунтування вибору саме цього значення. З огляду на те, що концентрація фотоініціатора безпосередньо впливає на кінетику полімеризації та формування структури полімерної сітки, доцільно було б навести підстави для вибору цієї концентрації або послатися на відповідні попередні експериментальні дані.

4. У тексті дисертації трапляються окремі недоліки технічного та мовного характеру, зокрема використання неакадемічних висловлювань. Наприклад, на с. 91 наведено формулювання: «константа обриву жорстко "зчіплюється" з константою росту». Такі формулювання не повною мірою відповідають академічному стилю викладу наукової роботи.

5. Попович Володимир Дмитрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, офіційний рецензент.

Зауваження, висловлені у рецензії:

1. У розділі 3 при розрахунку ефективної константи швидкості розпаду радикалів k автор припускає, що швидкість фотоініціювання Wi є відносно сталою на початкових етапах. Було б доцільно навести кількісну оцінку ступеня вигоряння фотоініціатора станом на момент гелеутворення (55 с).

2. При аналізі кривих залежності навантаження від глибини індентування спостерігаються певні особливості в області до 200 нм, більш яскраво виражені для досліджуваного неоднорідного зразка, про які в дисертації нічого не сказано.

Рекомендується звернути на це увагу.

3. Для вивчення кінетики фотополімеризації було вибрано одну інтенсивність УФ-світла. На мою думку, доцільно було б провести дослідження за різних інтенсивностей.

4. У тексті дисертації трапляються окремі редакційні та стилістичні неточності, описки, пропуски в нумерації, а також незавершені речення (зокрема на с. 50), які потребують виправлення, однак не впливають на розуміння змісту роботи та не знижують наукової цінності отриманих результатів.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради

«Проти» – немає

«Утрималися» – немає

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **Мацьківу Олесю Ігоровичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 36.053.059 Ігор СТОЛЯРЧУК

Підпис проф. Ігоря СТОЛЯРЧУКА
засвідчую.
Проректор з науково-педагогічної
роботи Юрій СКВАРОК

