

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Столярик Оксани Дмитрівни «Специфіка поведінки водно-сольових розчинів альбуміну та плазми крові людини і інших ссавців», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія (галузь знань 10 – Природничі науки)

Рецензент:

Гоцульський Володимир Якович,
доктор фізико-математичних наук, професор.

1. Актуальність теми

Дисертаційна робота присвячена дослідженню механізмів формування водневого показника (pH) та дзета-потенціалу у водно-сольових розчинах альбуміну — одного з ключових білків плазми крові.

Актуальність теми не викликає сумнівів. Показник pH крові людини є жорсткою фізіологічною константою (7,36–7,44). Навіть невеликі відхилення призводять до серйозних порушень гомеостазу. Водночас існуючі моделі кислотно-основної рівноваги часто не враховують колективні ефекти, роль водневих зв'язків, динамічну структуру води та вплив макромолекул білка.

Робота успішно поєднує фундаментальні питання фізики рідин і колоїдних систем із практично важливими аспектами біофізики крові.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами

Дисертація виконана в рамках наукових досліджень кафедри фізики та астрономії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, спрямованих на вивчення фізичних властивостей водних і водно-білкових систем.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Авторка використала сучасний апарат статистичної механіки, класичної електродинаміки та комірковий підхід.

Основні результати добре узгоджуються з експериментальними даними (температурні та концентраційні залежності pH, дзета-потенціалу).

Застосування теорії Ландау до опису явищ, подібних до фазового переходу другого роду при температурі $\approx 42^\circ\text{C}$ у розчинах альбуміну та фібриногену, виглядає обґрунтованим і оригінальним.

Розрахунки впливу атмосферного CO_2 на pH води та сольових розчинів також демонструють високу відповідність експерименту.

4. Наукова новизна

У дисертації вперше:

– обґрунтовано вплив атмосферного вуглекислого газу на pH води та водно-сольових розчинів і побудовано відповідну теоретичну модель;

- показано, що ключовим фактором, який визначає дзета-потенціал альбуміну, є радіус макромолекули, тоді як температурний вплив у фізіологічному діапазоні є слабким;

- встановлено фізичну подібність між електрофізичними властивостями розчинів альбуміну та магнітними властивостями парамагнетиків; застосовано теорію Ландау для опису стану білкових розчинів поблизу температури динамічного фазового переходу у воді;

- запропоновано механізм димеризації та пояснено роль короточасних водневих зв'язків у формуванні аномалій термодинамічних властивостей води та показника рН.

Ці результати є новими і суттєво розширюють уявлення про електрофізичні процеси у білкових розчинах.

5. Практичне значення

Отримані моделі дозволяють оцінювати рН і дзета-потенціал водно-сольових білкових розчинів без прямих вимірювань у широкому діапазоні концентрацій і температур.

Це має значення для медичної фізики, біофізики крові, фармакології (транспорт лікарських речовин альбуміном) та технологій роботи з біоколомідними системами.

6. Повнота викладу результатів у публікаціях

Основні результати дисертації опубліковані у трьох статтях у УФЖ (видання, що індексується у Scopus/Web of Science):

1. Столярик О. Д., Хорольський О. В. (2022)
2. Столярик О. Д., Гуслістий А. А., Хорольський О. В. (2023)
3. Гуслістий А. А., Столярик О. Д., Хорольський О. В. (2025)

Також результати апробовані на чотирьох міжнародних конференціях (Єврика-2023, 2025; Медична фізика, Київ-2024; Condensed Matter and Low Temperature Physics, Харків-2025).

Публікаційна активність повністю відповідає чинним вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

7. Структура та зміст роботи

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури (69 джерел) та додатків.

Обсяг — 109 сторінок, 43 рисунки, 4 таблиці.

- Розділ 1 містить ґрунтовний огляд літератури.
- Розділ 2 присвячений розрахунку рН чистої води та впливу CO_2 .
- Розділ 3 аналізує роль водневих зв'язків.

- Розділ 4 містить коміркову модель дзета-потенціалу та аналіз його зв'язку з рН.

Робота логічно побудована, викладена зрозумілою науковою мовою, добре ілюстрована.

8. Зауваження та побажання

1. При розрахунках показника рН у дисертації використовується безрозмірна концентрація, яка не збігається з визначенням активності, що прийнята у IUPAC. Чому саме це зроблено?

2. У роботі досить детально розглянуто роль короточасних водневих зв'язків, проте було б бажано більш чітко кількісно оцінити їхній внесок у зміну діелектричної проникності саме в присутності альбуміну.

3. Коміркова модель дзета-потенціалу добре працює в певних межах концентрацій. Варто було б більш детально обговорити межі її застосовності при дуже високих концентраціях білка (близьких до фізіологічних у плазмі).

4. Список літератури містить 69 джерел — це достатньо для такої роботи, проте деякі сучасні роботи з молекулярної динаміки білкових розчинів могли б бути додані.

Зазначені зауваження не є принциповими і не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

9. Висновок

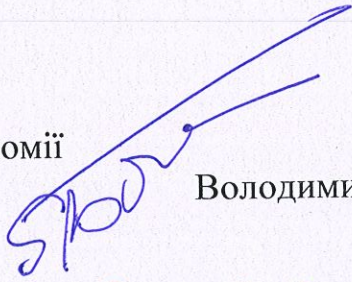
Дисертаційна робота Столярик Оксани Дмитрівни «Специфіка поведінки водно-сольових розчинів альбуміну та плазми крові людини і інших ссавців» є завершеним самостійним науковим дослідженням. Вона відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова КМУ № 44 від 12.01.2022 зі змінами) та Наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Авторка заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія.

Рецензент:

Завідувач кафедри фізики та астрономії
ОНУ імені І.І.Мечникова
доктор фізико-математичних
наук, професор

Дата: «14» серпня 2026 р.


Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ
ОСОБИСТИЙ ПІДПИС
Володимир
Готцульського
СТ.ІНСПЕКТОР ВІДДІЛУ КАДРІВ
Марсела Рахмєєва
Зав. кафедр фізики та астрономії
ВІДДІЛ ЗАСВІДОЧУЮ
104