

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Радіонова Микити Павловича

**«НІТРИФІКАЦІЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ЧИННИК ВЗАЄМОВПЛИВУ
ВОДОЙМ ТА ПОВ'ЯЗАНИХ З НИМИ СПОРУД ВОДОКОРИСТУВАННЯ»**,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 101 Екологія (галузь знань 10 Природничі науки)

Актуальність теми дослідження. Дисертаційна робота Радіонова М.П. присвячена розв'язанню актуальної на сьогодні науково-практичної задачі забезпечення екологічної безпеки пов'язаних між собою природних та технічних водних об'єктів в умовах нітрифікації з урахуванням екологічного впливу цього мікробіологічного процесу в водному об'єкті-донорі води на нітрифікацію в водному об'єкті – приймачі води. Сполучення природних водних об'єктів з масштабних спорудами водокористування (водопідготовки та очистки стічних вод) спричиняє їх взаємовплив та перенесення з рухом води гідробіонтів в тому числі нітрифікуючих бактерій, які спричиняють екологічно важливі процеси в водному об'єкті – приймачі води. В природних водних об'єктах нітрифікація визначає процес самоочищення від сполук азоту, в спорудах водопідготовки від нітрифікації залежить безпека питної води за вмістом нітритів, а в спорудах біологічної очистки – ефективність глибокої очистки стічних вод. Проте кількісні показники цих впливів при скиді стічних вод в природні водні об'єкти мало досліджені, ще менше відомостей про вплив нітрифікації в природних водоймах-джерелах питного водопостачання на нітрифікацію в спорудах водопідготовки. Визначення цих характеристик дозволить забезпечити необхідний рівень екологічної безпеки питної води в умовах впливу нітрифікуючої мікрофлори із сполучених з спорудами водопідготовки природних водних об'єктів – джерел водопостачання, та екологічної безпеки природних водних об'єктів, що є приймачами скиду стічних вод з споруд біологічної очистки.

Зважаючи на зазначені вище положення, дисертаційна робота Радіонова М.П. відзначається актуальністю. Актуальність теми дисертаційного дослідження автором аргументовано висвітлена в роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх новизна. Наукові положення, висновки та рекомендації, висвітлені у дисертації, отримано на підставі глибокого теоретичного аналізу проблеми, використання широкого діапазону сучасних методів дослідження, даних проведених натурних досліджень та широкого впровадження розроблених технічних рішень на реальному об'єкті водопідготовки. Основні положення та висновки дисертаційної роботи є аргументованими, ґрунтуються на отриманих результатах й розрахунках і знаходяться у відповідності до сучасних теоретичних положень в галузі екології. При розробці рекомендацій щодо запобігання накопичення нітритів в питних водах при різних технологіях водопідготовки та активізації самоочищення природних водойм від сполук нітрогену використані наступні методики:

гідрохімічні (титриметрія, потенціометрія), біохімічні (визначення ГДОР та ДГА), мікробіологічні, лабораторне експериментування, математичні методи обробки даних. Достовірність отриманих результатів підтверджується відповідними обґрунтуваннями та розрахунками, коректністю запропонованих методик, порівняльним аналізом даних, які отримані на основі запропонованого підходу.

Усе зазначене свідчить про високий ступінь достовірності та обґрунтованості результатів дисертації.

Наукова новизна виконаного дослідження. Аналіз змісту дисертаційного дослідження Радіонова М.П. дозволяє стверджувати, що здобувач успішно вирішив поставлені в дисертаційній роботі задачі теоретичного й практичного плану та досяг поставленої мети, а саме, на основі теоретичних та експериментальних досліджень вирішено важливе завдання встановлення оптимальних умов забезпечення екологічної безпеки пов'язаних між собою природних та технічних водних об'єктів в умовах нітрифікації.

В роботі вперше теоретично обґрунтовано та експериментально доведено вплив активності нітрифікації в природній водоймі – джерелі водопостачання, на активність нітрифікації в спорудах водопідготовки; обґрунтовано експериментально досліджену нітрифікуючу активність мікробіоценозів, іммобілізованих на засипці фільтрів водопідготовки, та вплив на неї концентрації NH_4^+ і природи носіїв для іммобілізації.

В роботі удосконалено методологію кількісного визначення активності нітрифікації в водних екосистемах (вільно плаваючої та іммобілізованої мікрофлори) шляхом застосування трьох незалежних методів (гідрохімічного, біохімічного та експериментального лабораторного моделювання).

В роботі набуло подальшого розвитку теоретичне та експериментальне обґрунтування впливу нітрифікованих стічних вод на показники нітрифікації в водоймі – приймачі цих стічних вод.

Практичне значення виконаного дослідження. Отримані результати досліджень можуть бути використані проектними та пуско-налагоджувальними організаціями, управляючими компаніями водопостачання та відведення при підготовці питної води та очистці стічних вод. Результати досліджень - екологічно безпечна схема процесу хлорамонізації води на КВ «Дніпро», яка забезпечує мінімізацію розвитку нітрифікації в засипках фільтрів водопідготовки й вміст нітритів в обробленій воді, а, отже, безпеку питного водокористування, передано КП «Харківводоканал», що підтверджується відповідним актом.

Враховуючи викладене, можна констатувати, що наукові положення, висновки і рекомендації, представлені у дисертації, мають достатній ступінь обґрунтованості й вагому теоретичну цінність і прикладну значимість.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій у наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. Дисертаційна робота Радіонова М.П. є результатом наукових досліджень автора в галузі

підвищення рівня екологічної безпеки гідросфери та розвитку технологій раціонального водокористування. Проведений аналіз публікацій дозволяє стверджувати про те, що вони достатньою мірою відображають результати дисертаційного дослідження. Основні результати опубліковані у 17 наукових публікаціях. З них – 3 публікації у наукових фахових виданнях України, що рекомендовані Міністерством освіти і науки України; 2 публікації в закордонних наукових періодичних виданнях, що індексуються в науково-метричній базі Scopus; 12 тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях.

Праці Радіонова М.П. відповідають п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року № 167.

Проведені у дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях різного рівня, де доповідались основні положення та результати дослідження.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який налічує 146 найменувань, 3-х додатків. Повний обсяг роботи складає 149 сторінок. Дисертація містить 47 рисунків, 26 таблиць.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. У дисертаційній роботі відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Загальна характеристика роботи. У вступі детально обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, відображено наукову новизну одержаних результатів, їх практичне значення, викладено коротку загальну характеристику роботи.

У першому розділі «Екологія нітрифікуючих мікроорганізмів в природних та техногенних водних» проаналізовано науково-технічні матеріали щодо впливу нітрифікації на рівень екологічної безпеки природних і технічних водних об'єктів та її залежність від екологічних чинників. Показано, що нітрифікація в спорудах водопідготовки та в розподільчій мережі надзвичайно активізується при застосуванні хлорамонізації (зnezараженні води при введенні хлораміну, або амонію й хлору). Відмічено, що скид стічних вод в природні водойми в залежності від глибини та схеми їх очистки створює різний, проте інтенсивний вплив на процеси нітрифікації (самоочищення від сполук азоту) в цих водоймах. Показано, що нітрифікація в природних та техногенних водних об'єктах відбувається як в водній товщі, так і в іммобілізованих на твердих субстратах мікробіоценозах), формуючи загальних ефект нітрифікації в водній екосистемі. Визначено, що існує необхідність у встановленні в натурних умовах показників й кінетичних характеристик впливу нітрифікації стічних вод в міських біологічних очисних спорудах на нітрифікацію в річному водотоці - приймачі стічних вод для забезпечення охорони довкілля та збалансованого природокористування.

У другому розділі «Нітрифікація у природних та штучних водоймах – джерелах водозабору» представлено матеріали дослідження процесів нітрифікації в р. Сів. Донець та в Краснопавлівському водосховищі (джерелах питного водопостачання м. Харкова) на ділянках водозабору. Дослідження виконували на підставі аналізу та обробки багаторічних даних щоденного контролю концентрації азотовмісних сполук на цих ділянках, результатів лабораторного експерименту, які дозволили визначити хімічні і біологічні кінетичні константи нітрифікації у водній товщі цих водойм, та даних біохімічного дослідження нітрифікації в донних відкладеннях. Хімічні константи нітрифікації визначали за методиками, викладеними в науковій літературі, за допомогою розробленої математичної програми. Встановлені кінетичні характеристики перетворень азотовмісних сполук свідчать, що накопичення нітритів в воді обох джерел водопостачання маловірогідне, тому концентрація $N-NO_2$ залишається на екологічно безпечному рівні. Біокінетичні характеристики нітрифікації в воді р. Сів. Донець та в Краснопавлівському водосховищі були практично однаковими.

Третій розділ «Нітрифікація в спорудах водопідготовки та в розподільчих мережах водопостачання - проблема для раціонального водокористування та екологічно безпечного питного водоспоживання людей» присвячено дослідженню процесу нітрифікації в спорудах водопідготовки та в розподільчих мережах водопостачання на підставі аналізу багаторічних даних контролю якості води, експериментально визначеної нітрифікуючої здатності фільтруючих завантажень комплексів водопідготовки (КВ) та впливу процесу хлорамонізації на активність нітрифікації у спорудах водопідготовки. Встановлено, що по етапах «водозабір – водопідготовка – водопровідна розподільча мережа» на КВ «Донець» та «Дніпро» відбувається нітрифікація. Проте умови водопідготовки забезпечують таку швидкість другої фази нітрифікації, яка зводить концентрацію нітритів в питній воді до екологічно безпечної. Визначено, що в порівнянні з засипками з кварцового піску та антрациту, цеолітова засипка є найсприятливішою для іммобілізації на ній нітрифікуючих бактерій й накопичення нітритів у швидких фільтрах. Встановлена позитивна кореляція між активністю нітрифікації в природній водоймі, з якої виконується водозабір, та ступенем нітрифікації в спорудах водопідготовки. Отже нітрифікація в природній водоймі служить вагомим екологічним чинником впливу на мікробіологічні процеси, що відбуваються в спорудах водопідготовки, і на екологічну безпеку питної води для населення. Показано, що при преамонізації у швидких фільтрах інтенсифікується процес нітрифікації, а концентрація нітритів в обробленій воді досягає екологічно неприпустимих значень. При постамонізації концентрація нітрифікуючих бактерій в засипці фільтру зменшується, що мінімізує ризик накопичення нітритів. Саме цей режим хлорамонізації було рекомендовано для практичної реалізації.

Четвертий розділ «Процеси нітрифікації в міських біологічних очисних спорудах № 2 м. Харкова» присвячено дослідженням процесу

нітрифікації в міських біологічних очисних спорудах № 2 м. Харкова: ефективності видалення сполук азоту з міських стічних вод при очистці та нітрифікуючої здатності активного мулу. За даними регулярного контролю встановлено, що очисних спорудах відбувається глибока біологічна очистка стічних вод з проходженням повного процесу нітрифікації. Встановлена концентрація нітрифікуючих бактерій в активному мулі аеротенків-витіснювачів, а також щоденна емісія нітрифікуючих бактерій з очисних споруд при їх скиді в природний водний об'єкт.

У п'ятому розділі «Вплив скиду глибоко очищених стічних вод на нітрифікацію у природній водоймі – приймачі оброблених стічних вод» розглянуто вплив скиду глибоко очищених стічних вод з міських біологічних очисних спорудах № 2 на нітрифікацію в природній водоймі-приймачі оброблених стічних вод – р. Уди, на підставі обробки даних контролю щоденної концентрації неорганічних азотовмісних сполук у воді р. Уди на ділянках 500 м до та 500 м після скиду, визначення хімічних та біологічних кінетичних констант нітрифікації в водному середовищі р. Уди на ділянках до та після скиду стічних вод за даними лабораторного експерименту, визначення нітрифікуючої здатності донних відкладень на цих ділянках при біохімічному дослідженні. Встановлено, що за гідрохімічними показниками активність нітрифікації в р. Уди після скиду очищених стічних вод стало зростає. Розрахунки біокінетичних показників показали, що швидкість нітрифікації на ділянці після скиду стічних вод більш, ніж вдвічі перевищує цей показник до скиду. А константа Міхаеліса після скиду очищених стічних вод була на порядок нижча, ніж у воді до скиду що може свідчити про зміну видового складу нітрифікуючої мікрофлори в р. Уди після скиду стічних вод. Показано, що підвищення активності нітрифікації в р. Уди, зумовлено інтенсифікуючим впливом скиду очищених стічних вод на ці показники в водній товщі, а не на показники нітрифікації в донних відкладеннях.

Рекомендації щодо впровадження результатів дисертації. Результати роботи, встановлені залежності та кінетичні показники нітрифікації, розроблені методології дослідження можуть бути практично використані при вивченні процесів нітрифікації в природних водоймах, а також в технологіях експлуатації різних споруд та установок водокористування в різних галузях промисловості.

Дискусійні положення та зауваження по дисертації. Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід відмітити певні дискусійні положення та зауваження, а саме:

1. В матеріалах аналітичного огляду науково-технічної літератури (розділ 1) та в матеріалах власних досліджень дещо замало уваги приділено ролі процесу денітрифікації в загальному балансі сполук нітрогену в природних та технічних водних об'єктах.
2. Як вплинули на висновки по розділам 3 та 5 результати лабораторних експериментів з природною водою варіантів «з провокацією» (при додаванні хлориду амонію)?

3. З матеріалів дисертації незрозуміло, яка концентрація нітритів в природній та питній воді вважається екологічно безпечною і за якими нормативами?
5. В роботі не прояснено, чому на КП «Дніпро» в системі водопідготовки застосовано хлорамонізацію, а на КП «Донець» ні? Чи пов'язано це зі складом води з джерел водопостачання?
6. З матеріалів підрозділу 4.4 незрозуміло як дані табл. 4.3 свідчать про те, що процес активної нітрифікації $N-NH_4$ відбувається в четвертому коридорі аеротенку після суттєвого зниження ХСК стічної води, оскільки дані табл. 4.3 «Характеристики властивостей активного мулу з регенераторів (Р) та аеротенків (А)» представляють результати тільки гідробіологічного аналізу мулу з невказаної ділянки аеротенку. До того ж посилання на рис. 4.4. передує посиланню на табл. 4.3, тому цей рисунок за текстом повинно представити перед табл. 4.3.
7. В роботі є деякі технічні помилки й невдалі вирази («азот амонійний» замість «нітроген амонійний»).

Наведені зауваження мають локальний характер, не знижують достатньо високий науковий рівень дисертаційної роботи і не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України до присвоєння наукових ступенів. У цілому дисертаційна робота Радіонова Микити Павловича «Нітрифікація як екологічний чинник взаємовпливу водойм та пов'язаних з ними споруд водокористування» є завершеною науковою працею, яка містить нові наукові положення. У роботі одержані нові науково обґрунтовані результати, які забезпечують ефективне розв'язання важливого науково-прикладного завдання встановлення оптимальних умов забезпечення екологічної безпеки пов'язаних між собою природних та технічних водних об'єктів в умовах нітрифікації.

Дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України до кваліфікаційних наукових праць, а саме Наказу МОН України № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 (із змінами, внесеними від 31.05.2019) та «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167).

Вважаю, що дисертаційна робота задовольняє вимогам МОН України, а її автор Радіонов М.П. заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 Екологія галузі знань 10 Природничі науки.

Офіційний опонент, завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського, д-р техн. наук, професор



Шмандій В.М.