



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

в.о. ректора, перший проректор  
НТУ «Дніпровська політехніка»

\_\_\_\_\_ **Артем ПАВЛИЧЕНКО**

«*05*» *червня* 2026 р.

## ВИСНОВОК

Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації **Вадуріна Кирила Олеговича** на тему: «**Інформаційна технологія підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні**», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

### Витяг

з протоколу № 13 засідання кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем від «05» червня 2026 року

**Присутні:** головуєчий на засіданні д.т.н., проф., проф. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Мороз Б.І.; д.т.н., проф., завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Алексєєв М.О.; д.т.н., проф., проф. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Мещеряков Л.І.; д.т.н., проф., проф. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Швачич Г.Г.; д.т.н., проф., проф. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Лактіонов І.С.; д.т.н., доц., проф. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Бердник М.Г.; к.т.н., доц., деканка факультету інформаційних технологій Удовик І.М.; к.т.н., доц., завідувач кафедри системного аналізу та управління Желдак Т.А.; к.т.н., доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Ширін А.Л.; к.т.н., доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Кабак Л.В.; к.т.н., доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Спінцев В.В.; к.т.н., доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Приходченко С.Д.; к.т.н., доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Горбова О.В.; к.т.н., доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Клименко А.В.; PhD, доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Мартиненко А.А.; PhD, доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Мороз Д.М.; PhD, доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Шевцова О.С.; PhD, доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Голінько О.В.; асистент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Щербина П.О.; асистент кафедри програмного

забезпечення комп'ютерних систем Харь А.Т.; асистент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Рулікова В.В.

Серед присутніх 6 докторів технічних наук, 8 кандидатів технічних наук і 4 доктори філософії – *фахівці зі спеціальності, з якої виконувалась дисертація та за напрямком досліджень здобувача.*

### **Порядок денний:**

Обговорення дисертаційного дослідження здобувача кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Вадуріна Кирила Олеговича на тему: «Інформаційна технологія підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні», поданого на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Наукові керівники: кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» Удовик Ірина Михайлівна; доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського Перекрест Андрій Леонідович.

Дисертація виконувалась на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» та кафедрі комп'ютерної інженерії та електроніки Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського з урахуванням наукових напрямків роботи кафедр та сучасних досягнень у галузі створення й дослідження прикладних інформаційних технологій.

Теоретико-прикладні результати одержано, зокрема під час виконання науково-дослідних робіт: «Програмно-апаратне рішення інформаційної системи екологічного моніторингу для забруднення-орієнтованого керування» (№ державної реєстрації 0124U004830) та «Інформаційна модель системи керування кластером забруднення-орієнтованих пристроїв» (№ державної реєстрації 0124U004831).

Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради НТУ «Дніпровська політехніка» (протокол № 11 від 26.03.2026 р.).

### **Виступили:**

Здобувач Вадурін К.О. представив презентацію з основними положеннями дисертації «Інформаційна технологія підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

*(Здобувач викладає основні положення своєї дисертаційної роботи акцентуючи увагу на актуальності теми дослідження, меті, предметі, об'єкті, завданнях, науковій новизні та отриманих результатах дослідження).*

Після закінчення доповіді Вадуріним К.О. присутніми на засіданні фахівцями були поставлені такі запитання:

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** На слайді з описом відомих статистичних методів не продемонстровано вашого особистого наукового внеску. Скажіть, будь ласка, що саме внесли ви як автор особисто?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Мій особистий науковий внесок полягає у систематизації та об'єднанні розрізнених методів математичної статистики та спектрального аналізу в єдиний автоматизований конвеєр. Це дозволяє формувати комплексний вектор метаознак часового ряду, який у подальшому використовується для автоматичного керування процесом адаптивного вибору моделей прогнозування без ручного втручання експерта.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** Чи здійснює процедуру аналізу параметрів безпосередньо система автоматично, і які саме параметри визначаються без участі експерта?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Так, система виконує цю процедуру повністю в автоматичному режимі. Без участі експерта обчислюються такі параметри, як базові статистичні моменти, значення пі-велью тесту Дікі-Фуллера на стаціонарність, коефіцієнти автокореляції та домінуючі частоти спектрального аналізу.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** Які саме результати з цього блоку використовують для формування управлінських рішень?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Вилучені метапараметри використовуються двояко: по-перше, для розрахунку комплексного індексу надійності прогнозів, а по-друге, вони передаються когнітивному агенту для автоматичної ідентифікації природи екологічних інцидентів та формування структурованих планів реагування. Крім того, при зміні характеристик ряду більше ніж на п'ятнадцять відсотків, система автоматично ініціює перенавчання моделей.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** Більшість представлених вами моделей є добре відомими. У чому полягає ваш особистий науковий внесок при формуванні загального математичного апарату?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Мій особистий внесок полягає у розробці математичних схем інтеграції варіаційних квантових шарів у класичні рекурентні та авторегресійні структури, а також у створенні алгоритму їхнього спільного наскрізного градієнтного навчання, спеціально адаптованого для прогнозування екологічних часових рядів на малих вибірках.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** Навіщо ви об'єднали в одну групу і класичні, і квантові моделі без належного попереднього обґрунтування?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Таке рішення зумовлене потребою створення єдиного уніфікованого пулу моделей-кандидатів. Це дозволяє системі в автоматичному режимі порівнювати їхню ефективність в однакових умовах та здійснювати динамічний вибір оптимальної архітектури під конкретні статистичні характеристики поточного екологічного часового ряду.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** На якому саме квантовому обладнанні чи

програмному симуляторі проводилися ваші експерименти?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Моделювання здійснювалося у програмному середовищі на базі безшумного симулятора векторів станів фреймворку PennyLane з використанням бібліотек TensorFlow та PyTorch. Обчислення виконувалися на графічному прискорювачі NVIDIA RTX 3090.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** Представлені дані демонструють дуже селективну ефективність квантових моделей. Які саме фактори визначають успішність застосування квантового шару при прогнозуванні різних екологічних параметрів?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Квантові шари демонструють найвищу ефективність при апроксимації складних, високонелінійних залежностей в умовах високої дисперсії та низької стаціонарності даних, наприклад, для показників атмосферного тиску чи вологості. Водночас, для стабільних даних із вираженою простою сезонністю класичні авторегресійні моделі виявляються достатніми та більш стійкими до шуму. Цей баланс і регулюється процедурою адаптивного вибору.

**Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.:** Чому було прийнято рішення використовувати однокритеріальний вибір лише за середньоквадратичною помилкою при виборі кращої моделі? Чи доцільно в майбутньому розробити інтегральний показник?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Початковий вибір середньоквадратичної помилки був зумовлений її використанням як функції втрат під час навчання нейромереж. Проте, погоджуюся з вашим зауваженням щодо необхідності інтегрального показника.

**Д.т.н., проф. Мещеряков Л.І.:** Чи існують інші важливі екологічні параметри, і чому ви обрали саме ці п'ять: температуру, вологість, атмосферний тиск, оксид вуглецю та діоксид азоту?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Вибір саме цих параметрів обґрунтований тим, що метеопараметри визначають термодинамічний стан пограничного шару атмосфери та інтенсивність розсіювання, а оксид вуглецю та діоксид азоту є головними маркерами транспортних та промислових емісій, які становлять понад вісімдесят п'ять відсотків забруднення міських агломерацій. Запропоновані ж алгоритми є універсальними і масштабуються на будь-які інші показники.

**Д.т.н., проф. Мещеряков Л.І.:** Чи враховували ви наявність кореляційного зв'язку між самими екологічними параметрами? Чому ви не розглядали взаємкореляційні функції?

**Здобувач Вадурін К.О.:** У межах даного дослідження основний фокус було спрямовано на аналіз індивідуальних часових рядів, що відповідає практиці ведення стандартизованого екологічного документообігу на муніципальних підприємствах, де кожен забруднювач аналізується і нормується окремо. Проте, ми враховуємо багатовимірні залежності на етапі роботи когнітивного агента та при виявленні загальних мережевих аномалій. Аналіз взаємкореляційних функцій є перспективним напрямом для

подальшого розвитку системи.

**Д.т.н., проф. Мещеряков Л.І.:** Якою була довжина інформаційних реалізацій за кількістю точок заміру по кожному параметру?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Для основного масиву даних муніципального моніторингу довжина часового ряду для кожного параметра становила понад сімдесят шість тисяч точок вимірювань, усереднених за двадцять хвилин, а загальний обсяг обробленого масиву перевищив один мільйон сто сорок тисяч значень.

**Д.т.н., проф. Лактіонов І.С.:** Ваша програмно-апаратна архітектура є децентралізованою. Чи звертали ви увагу на питання кіберзахисту інформації та мережеві протоколи, якими ви це реалізуєте?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Так, кіберзахист є невід'ємною частиною розробленої технології. Для захисту даних на периферійному рівні інтегровано оптимізовану криптографічну бібліотеку. Передача даних здійснюється за легковаговим протоколом поверх транспортного протоколу з обов'язковим шифруванням каналу. Крім того, реалізовано алгоритм безпечного завантаження пристроїв, управління доступом на основі атрибутів та аналізатор мережевих аномалій на базі машинного навчання.

**Д.т.н., проф. Лактіонов І.С.:** Яку саме схему валідації моделей ви використовували при роботі з тривалими часовими рядами?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Для забезпечення надійності оцінювання використовувався підхід на основі часового розділення з алгоритмом ковзного вікна. Ряд розбивався на п'ять фолдів зі зміщенням у один місяць, що дозволило зберегти часову послідовність даних і об'єктивно перевірити моделі на різних сезонних інтервалах.

**Д.т.н., проф. Лактіонов І.С.:** У четвертому пункті наукової новизни ви вказуєте на прикладні аспекти, але описуєте лише розробку математичного апарату. Що саме тут є прикладним?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Прикладна складова полягає у забезпеченні автоматизованої когнітивної інтерпретації складних масивів даних. Інформаційна технологія трансформує математичні прогнози у готові, структуровані вербальні плани реагування для муніципальних служб через зручний інтерфейс користувача.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** На слайді з децентралізованою архітектурою крім захищеного легковагового протоколу присутня велика кількість інших. Поясніть, чому так і в чому полягає новизна запропонованої архітектури збору даних?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Новизна полягає у створенні гібридної, реконфігурованої архітектури. Низькорівневі дротові протоколи використовуються виключно для фізичного підключення сенсорів до локальних шлюзів. Застарілі протоколи залишено для зворотної сумісності з існуючим пропрієтарним обладнанням. Основною ж інновацією є переведення мережі на легковаговий протокол, що дозволяє виконувати криптографічні операції на периферії та розвантажити центральний сервер.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** Ви зазначаєте, що запропонований протокол є більш енергоефективним, проте в дисертації оцінювалися лише обсяг пам'яті та захищеність. Чому енергоефективність там не фігурує?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Дякую за зауваження. Енергоефективність досягається завдяки використанню бінарного формату передачі корисного навантаження, що скорочує час активної роботи радіомодуля, а також завдяки нативній підтримці протоколом механізмів тривалого сну для автономних сенсорів.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** За якими конкретно параметрами обирається оптимальна архітектура прогнозування у вашому методі?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Критерієм оптимальності є мінімізація зваженої комбінації похибок на тестовій вибірці. Конкретними параметрами виступають вагові коефіцієнти: перший регулює чутливість до раптових піків забруднення через середньоквадратичну помилку, а другий визначає пріоритетність загальної стабільності тренду через середню абсолютну похибку.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** На який часовий горизонт ваші моделі можуть будувати прогноз?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Горизонт прогнозування залежить від джерела даних: для муніципального моніторингу він становить вісім годин наперед із двадцятихвилинною дискретизацією; для державного моніторингу – тридцять діб із добовою дискретизацією; для громадського – двадцять чотири години з годинним кроком.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** У чому полягає новизна методу просторового аналізу саме для галузі інформаційних технологій та спеціальності комп'ютерні науки?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Інформаційна та алгоритмічна новизна полягає у комп'ютерному синтезі паралельних часових рядів для віртуальних цільової та фонові точок. Це дозволяє програмно автоматизувати перевірку статистичних гіпотез щодо наявності прихованих джерел забруднення у сліпих зонах без участі людини.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** Як саме реалізовано механізми виклику функцій чи збереження пам'яті у внутрішній архітектурі вашого когнітивного агента? І що таке третій компонент: планування, виконання і...?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Архітектура автономного агента передбачає використання короткострокової пам'яті у вигляді контексту поточної сесії та довгострокової пам'яті на базі векторного сховища з нормативною документацією. Механізм виклику функцій дозволяє агенту самостійно ініціювати виконання зовнішніх програмних скриптів та звертатися до програмних інтерфейсів. Робота агента базується на тріаді: планування, виконання та синтез, де синтез – це агрегація проміжних результатів у фінальний структурований звіт.

**К.т.н., доц. Дяченко Г.Г.:** Якою є загальна схема взаємодії користувача з когнітивними агентами? Чи є в системі основна модель, що діє як оркестратор?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Загальна схема взаємодії будується навколо

великої мовної моделі, яка виконує роль центрального оркестратора. Користувач формує запит природною мовою через інтерфейс, а модель-оркестратор перетворює його на машинний контекст, самостійно маршрутизує завдання між підсистемами прогнозування та векторними базами, після чого збирає результати та повертає готовий управлінський висновок.

**Д.т.н., проф. Лактіонов І.С.:** Чи розраховували ви інші метрики, крім середньоквадратичної помилки, які б показували відхилення у фізичних одиницях вимірювання? Їх варто додати до результатів.

**Здобувач Вадурін К.О.:** Так, ці метрики обчислювалися. Додатково було застосовано розрахунок нормованої середньої абсолютної похибки на основі фізичних шкал приладів та реальних природних амплітуд для кожного параметра, що дозволило визначити загальну точність моделей у відсотках для коректного порівняння.

**Д.т.н., проф. Мороз Б.І.:** Якими саме параметрами ви визначаєте стан атмосферного повітря у вашому дослідженні? Зазначте правильні хімічні назви сполук.

**Здобувач Вадурін К.О.:** Стан атмосферного повітря визначається комплексом метеорологічних та екологічних параметрів: температурою, відносною вологістю, атмосферним тиском, а також концентраціями оксиду вуглецю, діоксиду азоту та дрібнодисперсного пилу.

**Д.т.н., проф. Мороз Б.І.:** Якими конкретно класичними математичними методами прогнозування користувалися раніше, і який саме метод ви вдосконалили?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Базовими математичними моделями, які використовувалися раніше і з якими проводилося порівняння, є класичні авторегресійні алгоритми інтегрованого ковзного середнього, зокрема з урахуванням складної сезонності, та класичні рекурентні нейронні мережі з довгою короткостроковою пам'яттю. Вдосконалений метод базується на гібридизації цих підходів із варіаційними квантовими схемами.

**Д.т.н., проф. Мороз Б.І.:** Використовуючи термін «квантово-гібридна архітектура» в контексті новизни, чи не плутаєте ви поняття «метод» та «архітектура», адже архітектура позначає програмно-технічні засоби?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Ви абсолютно праві. Метод стосується математичної гібридизації та відображення векторів ознак у квантовий простір станів, тоді як квантово-гібридна архітектура є програмно-структурною реалізацією цього методу у вигляді специфічних нейромережових графів обчислень.

**Д.т.н., проф. Мороз Б.І.:** Відомо, що сучасні глобальні методи прогнозування стану повітря мають похибку близько трьох відсотків. Відносно чого отримано вашу характеристику покращення ефективності на сорок п'ять – сімдесят чотири відсотки?

**Здобувач Вадурін К.О.:** Зазначене покращення, зниження похибки, отримано виключно у порівнянні з базовими класичними моделями машинного навчання, які тестувалися на тих самих обмежених вибірках муніципальних

даних. При цьому загальна точність розроблених квантово-гібридних моделей склала понад дев'яносто сім відсотків, що є співставним із точністю глобальних числових моделей прогнозу погоди, проте досягається на локальному мікрорівні без залучення суперкомп'ютерів.

Після відповідей на запитання виступили:

**Науковий керівник** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» Удовик Ірина Михайлівна.

Колеги! Хочу щиро подякувати Вам за приділений час та увагу до роботи Кирила. Дякую за слушні зауваження, які сьогодні пролунали. Проте дисертація здобувача є завершеним дослідженням, аспірант самостійно провів глибокі пошуки і цілком заслуговує на науковий ступінь, на який претендує. Тому прошу Вас підтримати цю роботу, а також колег із Кременчука, оскільки ми спільно з Андрієм Леонідовичем здійснюємо керівництво цією працею, та ставимо за мету допомогти здобувачеві якнайшвидше успішно пройти цей шлях.

**Науковий керівник** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського Перекрест Андрій Леонідович.

Як ви бачили з анкетних даних, і як зазначив колега Іван Сергійович, у Кременчуці ми маємо міцну прикладну базу. Кирило Олегович за базовою освітою є фахівцем з електроніки та телекомунікацій, навчався за програмою біомедичних комплексів. Проте за час навчання в аспірантурі він успішно опанував освітньо-наукову складову за спеціальністю «Комп'ютерні науки». Тому в його дисертаційній роботі дуже чітко простежується синергія комп'ютерних наук із реальним обладнанням та реальними джерелами даних. Це, на мою думку, є ключовою особливістю та перевагою цієї роботи.

Колеги сьогодні слушно зауважили, що робота потребує певного редакційного коригування. Я впевнений, що ми це легко зробимо. Також хочу висловити особливу вдячність Ірині Михайлівні Удовик за те, що вона свого часу підтримала цю роботу – без її зусиль ми не змогли б вийти на такий високий науковий рівень.

Щиро дякую колегам із Дніпровської політехніки за те, що знайшли можливість детально розглянути роботу, висловили позитивні відгуки та надали конструктивні зауваження, які Кирило обов'язково врахує. Головне, що дисертація містить вагомий науково-прикладний результат, який має реальний розвиток – не лише для нашої Кременчуцької громади, а й потенційно для Дніпра та інших органів виконавчої влади. Дякую всім за підтримку!

**Рецензенти** дисертаційної роботи, які наголосили на позитивних аспектах дослідження та висловили свої побажання й рекомендації.

**Рецензент** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» Швачич Геннадій Григорович.

Шановні колеги, як рецензент цієї роботи, я мав можливість детально

ознайомитися з текстом дисертаційного дослідження та опублікованими науковими працями здобувача. Насамперед хочу відзначити надзвичайну актуальність обраної тематики, яка має стратегічне значення для забезпечення екологічної безпеки міських агломерацій в сучасних умовах. Дисертація оформлена на високому науково-методичному рівні, а солідний перелік публікацій здобувача повною мірою відображає основні результати проведених досліджень. Проаналізувавши матеріали, я дійшов висновку, що Кирило Олегович провів глибокі самостійні дослідження, продемонстрував зрілість як науковець і повністю заслуговує на присудження ступеня доктора філософії. Проте для успішного проходження експертизи роботу необхідно дещо скоригувати.

Під час аналізу дисертації мною було виявлено та запропоновано усунути наступні термінологічні та структурно-методологічні неточності:

- формулювання розв'язаної науково-прикладної задачі в анотації та вступі носило занадто загальний характер, тому його було замінено на більш чітке визначення моделей, методів та архітектурних принципів побудови інформаційної технології;

- другий пункт наукової новизни містив концептуально нечіткі поняття, тому його було переформульовано з фокусом на удосконалення методу просторового аналізу даних екологічного моніторингу за допомогою прогнозних віртуальних точок спостереження;

- у загальних висновках дисертації було допущено дослівне дублювання пунктів наукової новизни, що є небажаним для кваліфікаційних робіт;

- висновки роботи потребували наповнення конкретними кількісними результатами та чисельними характеристиками розробленої технології замість абстрактних узагальнених показників.

Здобувач оперативно відреагував на всі зауваження, надав вичерпні відповіді на запитання та успішно інтегрував запропоновані рекомендації в остаточний варіант дисертації. Робота є цілісним, завершеним науковим дослідженням, яке відповідає всім чинним вимогам МОН України. Я повністю підтримую дисертаційне дослідження Вадуріна К. О. та рекомендую його до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

**Рецензент** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропривода НТУ «Дніпровська політехніка» Дяченко Григорій Григорійович.

Шановні члени семінару, я повністю приєднуюся до позитивної оцінки дисертації, яку надав мій колега Геннадій Григорович, та вважаю за необхідне підкреслити високу наукову і практичну цінність проведених досліджень. Актуальність цієї роботи є безперечною, оскільки вона диктується жорсткими вимогами сучасного природоохоронного законодавства та міжнародних стандартів, зокрема регламентами Директиви 2008/50/ЄС, які вимагають впровадження інтелектуальних систем предикативного аналізу стану атмосферного повітря. Робота повністю узгоджується із загальнодержавними пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки України. Особливо хочу

відзначити, що дисертаційне дослідження виконане в межах п'яти державних науково-дослідних тем, що безпосередньо підтверджує його високу науково-практичну апробацію.

Під час попередньої експертизи матеріалів дисертації нами спільно зі здобувачем було детально пропрацьовано та вдосконалено наступні аспекти роботи:

- у тексті дисертації було деталізовано та науково обґрунтовано вибір метрики середньоквадратичної помилки як базового критерію для автоматизованого вибору моделей прогнозування;
- було формалізовано багатокритеріальний критерій оптимальності селекції моделей за рахунок зваженого поєднання похибок MSE та MAE для стабілізації прогнозних трендів;
- у четвертому розділі дисертації було додано детальний аналіз енергоефективності легковагового протоколу LwM2M на периферійних контролерах за рахунок використання бінарного формату даних;
- текст дисертації та презентаційні матеріали було доповнено описом внутрішньої архітектури автономного когнітивного агента, зокрема схемою LLM-оркестрування, принципами виклику функцій та дворівневою організацією пам'яті.

Дисертант виявив високу наукову ерудицію, впевнено орієнтується у складних питаннях на стику комп'ютерних наук та екологічної безпеки, а також успішно впровадив усі рекомендації в оновлену версію роботи. Вважаю, що дисертаційна робота Вадуріна Кирила Олеговича повністю відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, а самого здобувача рекомендую до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

**В обговоренні** дисертаційного дослідження взяли участь:

**Д.т.н., проф. Лактіонов І.С.** дав високу оцінку дисертаційному дослідженню та рівню наукової підготовки здобувача. Він відзначив багаторічний успішний розвиток наукового напрямку Кременчуцького національного університету та наукової школи професора Перекреста А.Л., представником якої є дисертант. Було наголошено на важливості розробленого апаратно-програмного та методологічного симбіозу, який поєднує сенсорний рівень, сучасні легковагові протоколи, засоби кібербезпеки, квантово-гібридне прогнозування та великі мовні моделі в межах цілісної інформаційної технології. Також було акцентовано увагу на значній публікаційній активності автора та широкому практичному впровадженні одержаних результатів у реальний сектор і навчальний процес. Про здобувача було висловлено думку як про повністю сформованого та зрілого науковця, який продемонстрував високий рівень професіоналізму під час доповіді та відповідей на запитання. Було висловлено повну підтримку роботи та рекомендовано її до захисту.

**Д.т.н., проф. Мещеряков Л.І.** дав позитивну оцінку дисертаційній роботі й рівню фахової підготовки здобувача. Він відзначив наукову місткість та беззаперечну актуальність дослідження, спрямованого на вирішення важливих

екологічних завдань муніципального рівня. Було акцентовано увагу на тому, що здобувач виявив глибокі теоретичні знання, чудово орієнтується у матеріалі, впевнено і виважено відповідає на складні запитання членів кафедри, що свідчить про високий ступінь самостійності виконання роботи. Також було відмічено ґрунтовну апробацію результатів у фахових виданнях та наявність офіційних документів про впровадження у виробничу діяльність комунальних і приватних підприємств. Було висловлено рекомендацію щодо графічного спрощення слайдів презентації до фінального захисту та висловлено повну підтримку дисертаційного дослідження.

**Д.т.н., проф. Мороз Б.І.** підвів логічні підсумки наукової дискусії, підтвердивши високу якість, актуальність та значний науково-практичний доробок здобувача Вадуріна К.О. Він наголосив, що дисертант провів колосальну самостійну роботу і впевнено володіє предметом дослідження. Було висловлено рекомендацію щодо доцільності глибшого порівняння отриманих точностей квантово-гібридного моделювання з показниками похибок традиційних глобальних методів прогнозу погоди, що суттєво підсилить наукову новизну роботи на етапі її публічного захисту. Наприкінці виступу Борис Іванович ініціював процедуру голосування щодо рекомендації дисертації до захисту та висловив свою повну підтримку цієї роботи.

## **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Вадуріна Кирила Олеговича на тему: «Інформаційна технологія підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки**

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Зважаючи на інтенсивні глобальні перетворення, що нині охоплюють міські агломерації та муніципальні території, дедалі виразніше проявляється комплекс взаємопов’язаних проблем екологічного, соціального, економічного та безпекового характеру. Кліматичні зміни, стрімка урбанізація, дестабілізація екологічного балансу та зростаюче антропогенне навантаження суттєво негативно впливають на стійкість та якість життя в міських середовищах як у світовому, так і національному масштабах. В умовах України ці виклики значно поглиблюються руйнівними наслідками воєнних дій, вимушеною релокацією великих виробничих потужностей та транскордонним перенесенням забруднюючих речовин. Зважаючи на певний прогрес у розгортанні локальних спостережних мереж, процеси оперативного муніципального моніторингу екологічного стану залишаються фрагментарними та чутливими до широкого спектра дестабілізуючих факторів. Серед них особливу роль відіграють архітектурна розрізненість існуючих інформаційних рішень, просторова розрідженість фізичних постів контролю, висока вартість імпортного

обладнання, а також проблема «малих вибірок» даних, що виникає при підключенні нових спостережних постів.

За умов сукупної дії зазначених чинників особливого значення набуває необхідність науково обґрунтованого, оперативного та достовірного збору й аналізу екологічних параметрів, оптимізації використання матеріальних та інфраструктурних ресурсів муніципалітетів, а також прогнозування ризиків у «сліпих зонах» міського середовища. Водночас світовий досвід науково-технічного розвитку доводить високу ефективність інтеграції комп'ютерних, цифрових та інформаційних технологій у систему екологічного менеджменту муніципальних громад. Особливо це стосується процесів збору великих масивів просторово-часових екологічних даних через енергоефективні мережі Інтернету речей, їх прецизійної обробки на основі передових методів штучного інтелекту й квантово-гібридного прогнозування, а також використання комп'ютеризованих систем підтримки прийняття рішень на базі автономних когнітивних агентів.

Отже, на сьогоднішній день актуальною є науково-прикладна задача подальшого розвитку теоретичних положень і практичних напрацювань зі створення, вдосконалення та використання інформаційних технологій підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні, яка базується на розширеній концептуальній моделі DPPDMext, інтегрує блок просторового моделювання віртуальних станцій для ліквідації «сліпих зон», алгоритми квантово-гібридного прогнозування стану атмосферного повітря на малих вибірках, адаптований протокол захищеної IoT-взаємодії LwM2M, а також модуль підтримки прийняття рішень на основі мультимодальних автономних когнітивних агентів.

**Зв'язок роботи з науковими планами програмами, темами.** Результати досліджень цієї дисертації одержано в рамках виконання науково-дослідних робіт Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського та КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» (м. Кременчук), а саме: «Програмно-апаратне рішення інформаційної системи екологічного моніторингу для забруднення-орієнтованого керування» (№ державної реєстрації 0124U004830) та «Інформаційна модель системи керування кластером забруднення-орієнтованих пристроїв» (№ державної реєстрації 0124U004831).

**Основною метою дисертаційної роботи** є підвищення точності оцінки стану довкілля та автоматизації аналітичних процесів для підтримки прийняття рішень на муніципальному рівні завдяки розробці комплексу моделей, методів і програмних компонент інформаційної технології інтегрованого адаптивного прогнозування, геопросторового моделювання та предикативної обробки екологічних даних.

**Об'єкт дослідження** – процеси збору, підготовки, просторово-часового моделювання, прогнозування та когнітивного аналізу даних екологічного моніторингу.

**Предмет дослідження** – моделі, методи та апаратно-програмні компоненти побудови інформаційних технологій підготовки та обробки екологічних даних на муніципальному рівні.

**Методи досліджень.** Теоретико-методологічну основу роботи становить комплексний підхід із використанням методів системного аналізу, теорії алгоритмів та штучного інтелекту. Використано: математичне та комп'ютерне моделювання (для блоку віртуальних станцій); квантові обчислення та глибоке навчання (для прогнозування); протоколи Інтернету речей (LwM2M); методи математичної статистики (для оцінки надійності CRI та ризиків ERI); об'єктно-орієнтоване програмування; когнітивне моделювання (для автономних аналітичних агентів).

**Наукові результати:**

– уперше запропоновано розширену концептуальну модель підготовки та обробки даних екологічного моніторингу DPPDMext, яка, на відміну від існуючих базових моделей спостереження, інтегрує блок геопросторового моделювання віртуальних станцій та блок адаптивної переоцінки моделей безпосередньо в ітераційний аналітичний конвеєр, що дозволяє усунути інформаційну розрідженість муніципальних мереж моніторингу;

– удосконалено метод просторового аналізу та моделювання полів екологічного забруднення шляхом алгоритмічного синтезу паралельних часових рядів цільової та динамічної фонові точок спостереження на основі часово-ітеративної зворотно-зваженої інтерполяції та моделей антропогенного навантаження, який, на відміну від відомих підходів статичної геоінформаційної візуалізації, додатково інтегрує процедуру автоматизованої перевірки статистичних гіпотез про наявність неврахованих джерел емісії, що дало змогу підвищити точність локалізації локальних зон екологічного ризику на територіях з недостатнім покриттям фізичними засобами вимірювання;

– удосконалено метод прогнозування екологічних та метеорологічних параметрів стану атмосферного повітря, зокрема температури, відносної вологості, атмосферного тиску, концентрацій оксиду вуглецю, діоксиду азоту та дрібнодисперсного пилу, шляхом гібридизації алгоритмів глибокого навчання з математичним апаратом варіаційних квантових схем, що, на відміну від базових рекурентних нейронних мереж та авторегресійних алгоритмів, за рахунок процедури адаптивного вибору моделі та відображення вектора ознак у квантовий простір станів дало змогу знизити середньоквадратичну похибку моделювання на 45–74 відсотки та забезпечити загальну точність прогнозування на рівні понад 97 відсотків в умовах обмежених історичних вибірок даних;

– удосконалено метод інтелектуальної підтримки прийняття управлінських рішень в екологічних інформаційних системах, який, на відміну від відомих підходів на основі статистичних тригерів або дескриптивної візуалізації, базується на використанні мультимодального автономного нейромережевого агента з інтеграцією візуально-мовних та великих мовних моделей за когнітивною архітектурою планування-виконання-синтез і технологією

векторного пошуку, що дозволило забезпечити автоматизовану когнітивну інтерпретацію складних багатовимірних масивів даних для їхньої швидкої трансформації у структуровані вербальні плани реагування муніципальних служб.

**Практичне значення.** У цій дисертаційній роботі запропоновано та реалізовано програмно-технічні рішення, комп'ютерні моделі та алгоритми побудови й функціонування інформаційної технології підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні, які інтегрально забезпечують наступні положення практичного ефекту: розроблено та реалізовано програмний комплекс муніципального екологічного моніторингу на основі програмного стеку Laravel, MySQL та R Shiny; створено програмний модуль автоматизованого формування регламентної звітності за Постановою № 827 КМУ, що дозволив скоротити час підготовки регламентованих документів з 4 годин до 30 хвилин; реалізовано інструментарій віртуальних прогнозних станцій на основі алгоритмів просторової інтерполяції для ідентифікації локальних джерел забруднення у «сліпих зонах» мережі спостереження; запропоновано та впроваджено захищену архітектуру збору даних на базі легковагового протоколу LwM2M для мікроконтролерів ESP32, що забезпечує цілісність екологічної інформації, зниження накладних витрат пам'яті до 6,2–8,7% та показник економії понад 90% бюджетних коштів на хмарних сервісах порівняно з комерційними пропрієтарними рішеннями; впроваджено автономного когнітивного агента «планування-виконання-синтез» для автоматизованої когнітивної інтерпретації екологічних ризиків та автоматичного надання вербальних управлінських рекомендацій.

**Впровадження результатів роботи.** Прикладну цінність одержаних результатів досліджень підтверджено використанням у виробничій діяльності Комунального підприємства «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» (м. Кременчук) у частині розробки програмно-апаратних рішень для інтеграції метеостанцій Lufft WS600 та станцій AQT420 у муніципальну мережу, автоматизації збору та візуалізації даних з газоаналізаторів ПМЕЛ засобами LabVIEW, а також використання модуля інтелектуальної обробки даних на основі моделі DPPDMext та інструментарію автоматизованого формування звітності згідно з Постановою № 827 КМУ, технологічних умовах ТОВ «ЛЕМПДЕВ» (м. Кременчук) у частині використання методології проектування сучасних ІТ на основі моделі DPPDMext, програмної реалізації аналітичних модулів на базі Laravel та R Shiny, адаптації протоколу LwM2M для ресурс-обмежених IoT-пристроїв, а також застосування алгоритмів динамічного контролю доступу АВАС та моделей оцінки кіберфізичних ризиків, а також у навчальному процесі Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського під час підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальностями 123 «Комп'ютерна інженерія» (при викладанні дисциплін «Інженерія комп'ютерних систем», «Інтернет речей», «Кіберфізичні системи») та 122 «Комп'ютерні науки» (дисциплін «Технології аналізу текстової інформації та машинне навчання», «Мультиагентні системи та нейронечітки

технології», «Моніторинг та керування в слабкоструктурованих процесах і системах»). Впровадження результатів досліджень підтверджено відповідними актами.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою працею. Наукові положення та науково-прикладні рішення до побудови й використання інформаційної технології підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні, що виносяться на захист, одержані здобувачем самостійно. Із наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використані лише ті ідеї, положення й матеріали, які є результатом власних досліджень автора.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення, наукові результати й практичні розробки дисертації доповідались та обговорювались на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, а також наукових семінарах кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» та кафедри комп'ютерних наук та інженерії Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 21 наукову працю, із яких: 2 статті у періодичних закордонних виданнях, що проіндексовані у міжнародній наукометричній базі Scopus; 6 статей у наукових фахових виданнях України (категорії «Б»), 5 із яких фахові за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»; 2 статті у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються наукометричною базою Scopus; 11 публікацій апробаційного характеру у збірниках тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена за такою структурою: вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних літературних джерел зі 134 найменувань та 3 додатки. Загальний обсяг дисертації становить 217 сторінок, із яких основний текст – 138 сторінок, включаючи 20 рисунків та 22 таблиці. Додатки включають список наукових публікацій здобувача за темою дисертації, документи, що підтверджують використання й упровадження результатів дисертації, а також програмні компоненти розробленої інформаційної технології підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні й архітектуру автономного когнітивного агента.

#### **Список публікацій здобувача на тему дисертації**

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати:

1. Vadurin K., Perekrest A., Bakharev V., Shendryk V., Parfenenko Y., Shendryk S. Towards Digitalization for Air Pollution Detection: Forecasting Information System of the Environmental Monitoring. *Sustainability* 2025, 17, 3760. <https://doi.org/10.3390/su17093760>.

2. Peksa J., Perekrest A., Vadurin K., Mamchur D. A Quantum-Hybrid Framework for Urban Environmental Forecasting Integrating Advanced AI and Geospatial Simulation. *Sensors* 2025, 25, 7422. <https://doi.org/10.3390/s25247422>.

3. Vadurin K., Kramek A., Perekrest A. Conceptual Models of Data Collection,

Forecasting and Preparation Processes for Professional Analysis in Environmental Monitoring Information Systems. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2026, pp. 75–87. doi: 10.1007/978-3-032-09806-1\_7.

4. Перекрест А. Л., Бахарев В. С., Вадурін К. О., Дерієнко А. І., Іващенко А. В., Шкарупа С. А. Розробка бази даних для зберігання показників стану атмосферного повітря з дослідних станцій комунального підприємства. *Проблеми інформатизації та управління*. 2023. Вип. 3(75). С. 68–86. <https://doi.org/10.18372/2073-4751.75.18018>.

5. Zavaliev A., Vadurin K., Perekrest A., Bakharev V. Information and analytical system for collecting, processing and analyzing data on air pollution. *Automation of Technological and Business Processes*. 2024. 16(1). С. 72–82. <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i1.2774>.

6. Вадурін К. О., Перекрест А. Л., Бахарев В. С., Дерієнко А. І., Іващенко А. В., Шкарупа С. А. Інформаційна система збору та накопичення даних про якість атмосферного повітря зі станцій Vaisala муніципального рівня. *Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології*. 2023. № 2(06). С. 38–49. <https://doi.org/10.36994/2788-5518-2023-02-06-04>.

7. Удовик І. М., Вадурін К. О. Дослідження стану предметної області інтелектуального аналізу часових рядів та геопросторового моделювання в муніципальних системах екологічного моніторингу. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2026. № 2.

8. Perekrest A., Mamchur D., Zavaleev A., Vadurin K., Malolitko V., Bakharev V. Web-Based Technology of Intellectual Analysis of Environmental Data of an Industrial Enterprise. In *2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 2023, pp. 1–7. doi: 10.1109/MEES61502.2023.10402523.

9. Vadurin K., Perekrest A., Mamchur, D., Vladov, S. Components of ensuring secure infrastructure for environmental monitoring systems using the LwM2M protocol. *CEUR Workshop Proceedings*. 2025. Vol. 4024. P. 287–306.

10. Коростельов А. С., Гученко М. І., Перекрест А. Л., Нікітіна А. В., Вадурін К. О. Модель корпоративної мережі базованої на технологіях інтернету речей підприємства з екологічних досліджень. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2023. Вип. 3(73). С. 111–114. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.3.111>.

11. Коростельов А. С., Гученко М. І., Перекрест А. Л., Самойлов А. М., Вадурін К. О. Аналітичні розрахунки корпоративної мережі базованої на технологіях Інтернету речей підприємства з екологічних досліджень. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. Т. 34(73), № 5. С. 140–147. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.5/23>.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

12. Вадурін К. О., Зілінський Ю. В., Лебедев Н. С., Борох К. С. Реалізація базових функцій інформаційно-комунікаційної системи екологічного моніторингу на основі станцій ЕСО-СІТУ. *Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку*:

збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції. Київ: Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 97–104. <https://doi.org/10.61929/viti.mntk.3.2023>.

13. Вадурін К. О., Юдіна А. Л., Лебедев Н. С., Мардєєва Д. Р. Проектування структури та основних функцій відкритої інформаційно-комунікаційної системи екологічного моніторингу на основі станцій ЕСО-СІТУ. *Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку: збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції*. Київ: Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 105–110. <https://doi.org/10.61929/viti.mntk.3.2023>.

14. Завалєєв А. І., Вадурін К. О. Розробка та впровадження автоматизованої системи для моніторингу та аналізу якості повітря на основі станцій Vaisala. *Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* Харків: ДБТУ, 2023. С. 115–116.

15. Завалєєв А. І., Вадурін К. О. Розвиток та вдосконалення системи моніторингу якості повітря на основі технологічних станцій VAISALA. *Молодь: наука та інновації: матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. студ., асп. та молодих вчених*. Дніпро: НТУ «ДП», 2023. Т. 1. С. 447–448.

16. Завалєєв А. І., Вадурін К. О., Перекрест А. Л. Інформаційна система моніторингу якості повітря на основі станцій Vaisala. *Актуальні питання автоматизації та інформаційних технологій: II Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів*. Кременчук: КрНУ, 2023. С. 75–76.

17. Хань Є. М., Вадурін К. О., Перекрест А. Л., Кухаренко Д. В., Крига Є. В., Бахарев В. С. Проектування «Розумного квадрокоптера» для задач екологічного моніторингу. *Матеріали XXXI Міжнар. конф. «Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства»*. Кременчук, 2024. С. 63.

18. Самарець Г. І., Вадурін К. О., Сохін Н. Л., Юдіна А. Л., Крига Є. В., Бахарев В. С. Програмно-апаратна платформа для оперативного екологічного моніторингу на базі технології Інтернету речей. *Матеріали XXXI Міжнар. конф. «Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства»*. Кременчук, 2024. С. 65.

19. Шохірев А. В., Дрозд А. С., Перекрест І. А., Вадурін К. О. Функціонування мобільного пристрою моніторингу стану повітря за маршрутом руху екологічного транспорту. *I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів «Актуальні питання автоматизації та інформаційних технологій»*. Кременчук, 2022. С. 57–58.

20. Перекрест І. А., Дрозд А. С., Шохірев А. В., Вадурін К. О. Аналіз мобільних пристроїв моніторингу стану повітря. *I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів «Актуальні питання автоматизації та інформаційних технологій»*. Кременчук, 2022. С. 59.

21. Дрозд А. С., Шохірев А. В., Перекрест І. А., Вадурін К. О. Розробка структури мобільного пристрою моніторингу стану повітря за маршрутом руху екологічного транспорту. *I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і*

студентів «Актуальні питання автоматизації та інформаційних технологій». Кременчук, 2022. С. 64.

**Характеристика особистості здобувача.**

Вадурін Кирило Олегович, 14.11.1998 р.н., громадянин України.

Нормативний термін навчання в аспірантурі: 01.10.2022 – 30.09.2026 рр.

Диплом бакалавра: В20 № 062552, спеціальність «Телекомунікації та радіотехніка», освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 30 червня 2020 р.

Диплом магістра: М21 № 086054, спеціальність «Телекомунікації та радіотехніка», освітня програма «Біотехнічні та медичні апарати і системи», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 31 грудня 2021 р.

Загальний стаж роботи за спеціальністю складає 4 роки

Дані про підвищення кваліфікації за період навчання:

– «Summer School of the project "Developing a five-year roadmap of aerospace, bioengineering, and Artificial Intelligent twinned Research"», University of Leicester and Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, від 14.07.2023 (60 год).

– «Using Databases. IT Security» (в межах digital literacy courses), Kaunas, Lithuania, від 25.12.2023 (180 год).

– «Прозора енергетика», онлайн-курс, від 03.05.2025 (10 год).

– «Основи веб-розробки (HTML, CSS, JavaScript)», онлайн-курс, від 03.05.2025 (30 год).

– «CS50: Основи програмування для бізнес-професіоналів», онлайн-курс, від 12.04.2026 (60 год).

Здобувач Вадурін К.О. проявив себе наполегливим, відповідальним науковцем, своєчасно виконував всі розділи індивідуального навчального плану, відвідував лекції та семінарські й практичні заняття, які проводили науково-педагогічні працівники НТУ «Дніпровська політехніка».

**Оцінка мови та стилю дисертації.** Матеріали дисертації викладено державною мовою послідовно у структурований і формально-логічний спосіб з дотриманням наукового стилю.

**Відповідно до п.15** Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами № 507 від 03.05.2024 р.), пропонується такий **склад разової спеціалізованої вченої ради:**

**Голова ради:**

**Лактіонов Іван Сергійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

**Рецензенти:**

1. **Швачич Геннадій Григорович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

2. **Дяченко Григорій Григорійович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропривода Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

**Офіційні опоненти:**

1. **Мірошник Марина Анатоліївна**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

2. **Шекета Василь Іванович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

У результаті попередньої експертизи дисертації Вадурін К.О., повноти публікації основних результатів дослідження.

**УХВАЛЕНО:**

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Вадуріна Кирила Олеговича на тему: «Інформаційна технологія підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні».

2. Констатувати, що за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Вадуріна К.О. відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки та вимогам **Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)**, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261, пп. **6, 7, 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії**, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

3. Рекомендувати дисертацію Вадуріна К.О. на тему: «Інформаційна технологія підготовки та обробки даних екологічного моніторингу на муніципальному рівні» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вчентій раді за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

4. Рекомендувати Вчентій раді Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

**Голова ради:**

**Лактіонов Іван Сергійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

**Рецензенти:**

1. **Швачич Геннадій Григорович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

2. **Дяченко Григорій Григорійович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропривода Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

**Офіційні опоненти:**

1. **Мірошник Марина Анатоліївна**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

2. **Шекета Василь Іванович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертаційної роботи Вадуріна К.О.:

«За» – 21

«Проти» – немає

«Утримались» – немає

Презентація Вадуріна К.О. на 25 стор. додається.

**Головуючий на засіданні**

Гарант ОНП «Комп'ютерні науки» 3 рівня,  
д.т.н., проф., проф. каф. ПЗКС

 Борис МОРОЗ

**Секретар засідання**  
асистент каф. ПЗКС

 Валерія РУЛІКОВА