

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

НТУ «Дніпровська політехніка»



_____ Артем ПАВЛИЧЕНКО

_____» _____ 2026 р.

ВИСНОВОК

Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації **Семенова Сергія Юрійовича** на тему: **«Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури»**, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Витяг

з протоколу № 3 засідання кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем від «18» вересня 2026 року

Присутні: головуючий на засіданні, д.т.н., проф., проф. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Швачич Г.Г.; 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 Мороз Б.І.; 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., 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 Спірінцев 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.; к.т.н., доц., доц. кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Каштан В.Ю.; PhD, доц., доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Мартиненко А.А.; PhD, доц. кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Мороз Д.М.; PhD, доц., 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 5 докторів технічних наук, 7 кандидатів технічних наук і 4 доктори філософії – *фахівці зі спеціальності, з якої виконувалася дисертація, та за напрямом досліджень здобувача.*

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження здобувача кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Семенова Сергія Юрійовича на тему: «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури», поданого на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» Лактіонов Іван Сергійович.

Дисертація виконувалася на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» з урахуванням наукових напрямків роботи кафедри та сучасних досягнень у галузі створення й дослідження програмного забезпечення.

Теоретико-прикладні результати одержано, зокрема, під час виконання науково-дослідної роботи «Методи, моделі та технології обробки і аналізу даних в комп'ютеризованих системах» (№ державної реєстрації 0124U004583).

Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради НТУ «Дніпровська політехніка» (протокол № 12 від 04.11.2024 р.).

Виступили:

Здобувач Семенов С.Ю. представив доповідь і презентацію з основними положеннями дисертації на тему «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

(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 Семеновим С.Ю. присутніми на засіданні фахівцями були поставлені такі запитання:

К.т.н., доц. Каштан В.Ю.: У Вашій роботі основу реалізації функціоналу прогнозування врожайності становлять саме алгоритми машинного навчання.

Поясніть, будь ласка, чим обумовлений такий підхід?

Здобувач Семенов С.Ю.: Такий вибір ґрунтується на попередньому аналізі відомих підходів, результати якого висвітлені в першому розділі дисертації. Мною було встановлено, що алгоритми машинного навчання дають змогу виявляти нелінійні закономірності між агрокліматичними, просторовими та агротехнологічними факторами без необхідності повного аналітичного опису цих залежностей.

К.т.н., доц. Каштан В.Ю.: Зі слайда 15 видно, що ансамблеві моделі виявилися найбільш ефективними під час розв'язання Вашої задачі. Поясніть, чому, на Вашу думку, так сталося?

Здобувач Семенов С.Ю.: Так, дійсно, отримавши ці результати, я задавався цим питанням. Аналізуючи отримані результати з урахуванням математичного апарату цих алгоритмів, я вважаю, що це можна пояснити тим, що ансамблеві моделі агрегують результати декількох базових моделей, що дозволяє зменшити вплив окремих помилок і краще врахувати складні нелінійні залежності в даних.

К.т.н., доц. Каштан В.Ю.: Зі слайдів 15 і 16 видно, що модель SVR показала найгірші результати, зокрема, від'ємне значення R^2 . Чим обумовлений такий результат?

Здобувач Семенов С.Ю.: Такий результат, імовірно, обумовлений тим, що в досліджуваній вибірці SVR не змогла адекватно відтворити складні нелінійні залежності між вхідними агрокліматичними та агротехнологічними параметрами і врожайністю. На відміну від ансамблевих моделей, ця модель потребує чутливого налаштування гіперпараметрів, а мною було використано її стандартні базові налаштування. Від'ємне значення коефіцієнта детермінації означає, що прогнози SVR на тестовій вибірці виявилися гіршими за просте прогнозування середнім значенням цільової змінної.

PhD, доц. Мартиненко А.А.: Поясніть, будь ласка, доцільність і необхідність інтеграції моделей на основі пояснювального штучного інтелекту до загальної архітектури Вашого програмно-алгоритмічного рішення. Адже Вами вже було виконано оцінку якості прогнозу за допомогою числових метрик.

Здобувач Семенов С.Ю.: Під час використання алгоритмів машинного навчання вони є, по суті, «чорними скриньками», і числові метрики дають змогу оцінити точність прогнозування. Але ці алгоритми лише показують, наскільки добре чи погано модель прогнозує, і не пояснюють отриманого результату. Отже, необхідно застосовувати методи пояснювального штучного інтелекту, оскільки вони дозволяють для конкретного випадку отримати пояснення того, чому модель сформувала конкретний прогноз саме таким чином. Аналіз за допомогою цих методів доповнює кількісні метрики. Відповідаючи на питання, чому модель сформувала конкретний прогноз у конкретному випадку, вони дають змогу краще зрозуміти отриманий результат.

PhD, доц. Мартиненко А.А.: Якщо ми впроваджуємо та інтегруємо ці методи, наскільки ускладнюється загальний процес розробки й упровадження

системи, а також наскільки це навантажує саму систему?

Здобувач Семенов С.Ю.: Це ускладнює систему, оскільки застосування таких методів зумовлює їх подальшу програмну реалізацію. У моєму випадку, через технічні причини, під час застосування алгоритмів ХАІ я обмежився поясненням моделі Random Forest, яка показала майже ідентичні результати за метриками, як і Bagged Regressor, і також відноситься до категорії ансамблевих моделей.

Д.т.н., проф. Алексєєв М.О.: Скажіть, будь ласка, у чому полягає принципова відмінність запропонованої Вами туманної архітектури від відомих, наприклад, Cloud-based чи Edge-based архітектур для агромоніторингу? Які нові функції або механізми вона забезпечує порівняно з наявними аналогами?

Здобувач Семенов С.Ю.: В основному вибір туманної архітектури зумовлений тим, що така архітектура дозволяє виконувати значну кількість обчислень поруч із джерелами даних, зменшуючи часові затримки, мінімізуючи обсяги трафіку та забезпечуючи певну автономність системи. Це особливо важливо для вирішення задач обробки даних у сільськогосподарській галузі, оскільки значна кількість даних формується безпосередньо на місці їх отримання в польових умовах.

Д.т.н., проф. Алексєєв М.О.: Скажіть, будь ласка, які саме функції у Вашій системі виконуються на Fog-рівні та які експериментальні результати доводять доцільність їх перенесення з Cloud-рівня? Який кількісний вимірюваний ефект це дає та як його можна оцінити?

Здобувач Семенов С.Ю.: На рівні туманних обчислень відбувається інтелектуальна аналітика даних. Після цього оброблені дані передаються на рівень хмарних обчислень разом із відповідними результатами обробки. Це дозволяє зменшити обсяг даних, що передаються через мережу, а також оптимізувати час їх обробки.

Д.т.н., проф. Алексєєв М.О.: У Вашій презентації на слайді з науковою новизною зазначено досягнення похибки прогнозування на рівні 7,8 %. Скажіть, будь ласка, який внесок у це покращення забезпечує саме запропонована архітектура, а який – алгоритми машинного навчання? Чи можна це розмежувати?

Здобувач Семенов С.Ю.: Мною такі дослідження не проводилися. Зазначене значення похибки є інтегральним.

К.т.н., доц. Приходченко С.Д.: Прошу звернути увагу на слайд 12. Мені незрозумілий один момент: тут зазначено графічну інтерпретацію виконання методу. Де саме на цьому слайді представлена графічна інтерпретація?

Здобувач Семенов С.Ю.: На цьому слайді наведено зведену статистичну інформацію у вигляді графічної інтерпретації як результат виконання програмного коду Python.

К.т.н., доц. Приходченко С.Д.: Перейдіть до слайда 20. На графіку червоною лінією позначено кількість опадів, а іншими лініями – відповідні показники. Чому на графіку кількість опадів всюди дорівнює нулю?

Здобувач Семенов С.Ю.: Цей графік у реалізації вебзастосунку є інтерактивним. На ньому наведені різні показники, які мають різні масштаби даних. Відповідно, у такому масштабі в даному випадку крива кількості опадів візуалізувалася у вигляді прямої лінії, що відповідає значенню 0, порівняно з іншими показниками. Проте під час використання вебзастосунку всі масштаби можна зручно налаштувати.

К.т.н., доц. Приходченко С.Д.: Чим обумовлений Ваш вибір саме веборієнтованої реалізації програмного забезпечення? Чому обрано саме такий підхід?

Здобувач Семенов С.Ю.: Вибір веборієнтованої реалізації зумовлений необхідністю надати користувачам доступ до технологій прогнозування та пояснення результатів із будь-якого користувацького пристрою без необхідності встановлення спеціалізованого програмного забезпечення. Окрім того, це краще відповідає децентралізованій реалізації технології та дозволяє інтегрувати розроблені програмні компоненти прогнозування із зовнішніми інформаційними сервісами. Вебзастосунок забезпечує доступ користувачів до технологій прогнозування, формування запиту на отримання прогнозу, отримання прогнозу та його візуалізації, а також пояснення моделі. Таким чином, він забезпечує прикладну реалізацію отримання результатів прогнозування, а не лише демонструє окремі алгоритми чи методи.

Д.т.н., доц. Бердник М.Г.: Відкрийте, будь ласка, слайд 13, який стосується розвідувального аналізу даних. Поясніть, які закономірності та залежності між досліджуваними параметрами Ви виявили за результатами аналізу та яким чином вони були враховані під час подальшої побудови прогнозних моделей?

Здобувач Семенов С.Ю.: Під час проведення розвідувального аналізу мною було з'ясовано розподіл числових даних у наборі даних, кореляцію між окремими показниками та відмінності між культурами. Було побудовано матрицю парних діаграм розсіювання. За результатами їх аналізу встановлено, що сильної кореляції між аналізованими показниками та врожайністю не спостерігається, окрім певних культур, для яких зі збільшенням використання пестицидів зростає врожайність. На підставі цього було вирішено використовувати нелінійні та ансамблеві алгоритми машинного навчання для прогнозування врожайності агрокультур.

Д.т.н., доц. Бердник М.Г.: Назвіть, будь ласка, коротко й лаконічно, у чому Ви вбачаєте основний науковий результат дисертаційного дослідження?

Здобувач Семенов С.Ю.: Основний науковий результат полягає в розробці інтегральної архітектури програмно-алгоритмічного забезпечення для комплексної інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманних обчислень, яка забезпечує повний цикл обробки та аналізу даних від попереднього опрацювання до використання результатів прогнозування у системах підтримки прийняття рішень.

Д.т.н., доц. Бердник М.Г.: Відкрийте, будь ласка, 15-й слайд. В останньому стовпчику у Вас зазначено R^2 . Чи правильно я розумію, що це

коефіцієнт детермінації? Чому для SVR у Вас зазначено від'ємне значення?

Здобувач Семенов С.Ю.: Це скоригований коефіцієнт детермінації. В такому випадку він може бути менше 0 і він використаний мною для врахування кількості незалежних змінних і пояснення частки даних в загальному наборі, які модель може пояснити.

Д.т.н., проф. Мороз Б.І.: Після прослуховування Вашої доповіді в мене виникло питання: яким чином Ви перевіряли статистичну значущість отриманих результатів прогнозування та переконувалися, що вони не є наслідком випадкових закономірностей?

Здобувач Семенов С.Ю.: Для цієї перевірки мною було застосовано п'ятикратну крос-валідацію на тестових даних. Вона дозволила переконатися, що всі країни та агрокультури потраплять до тестової вибірки. Це, у свою чергу, підвищило надійність оцінювання предикативних можливостей моделей.

Д.т.н., проф. Мороз Б.І.: Скажіть, будь ласка, чим зумовлена необхідність детального аналізу та відбору інформативних ознак, що є основою Вашого дослідження, а також подальшої інтерпретації отриманих результатів? Які фактори виявилися найбільш вагомими та найбільше вплинули на результат прогнозування?

Здобувач Семенов С.Ю.: Як відомо, числові метрики дозволяють оцінити якість прогнозування моделі лише в загальному вигляді. Тому було застосовано як глобальні, так і локальні методи пояснювального штучного інтелекту. Глобальні методи Permutation Importance і MDI для моделі Random Forest дозволили визначити, які фактори найбільше впливають на прогнозування врожайності. Локальні методи інтерпретації, такі як ELI5, дали змогу для конкретного спостереження визначити, які саме фактори вплинули на прогнозування врожайності, у якому напрямку та з якою силою. Глобальні методи представлені на рисунках 23 і 24, а локальний метод ELI5 для конкретного спостереження – на рисунку 25. Таким чином, методи інтерпретації доповнюють кількісну оцінку якості моделей можливістю відповісти на питання, чому модель сформувала певний прогноз. Поєднання глобальних і локальних методів дозволяє визначити, які фактори загалом впливають на прогноз, а також які фактори вплинули на конкретний результат і в якому напрямку. Найбільш вагомими виявилися: обсяги пестицидів, кількість опадів, середня температура та рік.

Д.т.н., проф. Мороз Б.І.: Тобто це дозволяє встановити конкретні фактори, які в конкретному випадку вплинули на прогноз, і визначити, яким чином вони на нього вплинули? Чи правильно я зрозумів?

Здобувач Семенов С.Ю.: Так, усе вірно. На рисунку 25, наприклад, для локального пояснення показано, що середня температура зі значенням $-1,79$ має внесок $+20705$.

Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.: Відкрийте, будь ласка, 17-й слайд. Скажіть, які закономірності щодо впливу вхідних ознак на прогнозування врожайності Ви виявили за результатами глобального ХАІ-аналізу та в якій мірі ці результати відповідають науковим уявленням про чинники формування

врожайності?

Здобувач Семенов С.Ю.: Мною було застосовано поєднання двох різних підходів до глобального виявлення інформативних ознак для моделі Random Forest. Поєднання цих двох методів, представлених на рисунках 23 і 24, дозволило встановити залежність і вплив окремих факторів на прогноз загалом. Важливо, що результати двох різних методів надають узгоджене уявлення про домінантні фактори, що вплинули на врожайність. Це узгоджується із загальною логікою агротехнічного моніторингу в галузі рослинництва відкритого ґрунту, де на врожайність впливають ті самі фактори, що зазначені на графіках.

Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.: Ви зараз говорили про глобальний аналіз. Тоді скажіть, будь ласка, у чому полягає цінність локальної ХАІ-інтерпретації, наприклад, для конкретного прогностичного прецеденту, порівняно з класичними статистичними показниками якості функціональної моделі?

Здобувач Семенов С.Ю.: Числові метрики загалом дозволяють оцінити якість моделі: наскільки добре вона прогнозує. Натомість методи пояснювального штучного інтелекту локальної інтерпретації, такі як ELI5 і LIME, які я застосовував, для окремого спостереження дозволяють визначити, які саме фактори та в якому напрямку вплинули на прогноз врожайності. Це представлено на рисунку 25 на прикладі методу ELI5. Це, своєю чергою, є корисним у системах підтримки прийняття агротехнічних рішень, оскільки користувач може оцінити не лише прогноз, а й причини його формування.

Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.: У назві Вашого дослідження використано поняття «трансформація вимірювальних даних агромоніторингу». Враховуючи широкий спектр методів фільтрації, згладжування та інших способів обробки даних, поясніть, чому Ви використовуєте саме поняття «трансформація»?

Здобувач Семенов С.Ю.: Під терміном «повноциклова інтелектуалізована трансформація» я розумію проходження даних через усі етапи, починаючи від збору, попередньої обробки та аналізу, до навчання й валідації моделей прогнозування, пояснення отриманих результатів і використання цих результатів у системах підтримки прийняття рішень. Таким чином, я розглядаю трансформацію як комплексний процес перетворення первинних сирих вимірювальних даних на обґрунтований і пояснений прогноз.

Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.: Ви декілька разів використовуєте термін «інтелектуалізована трансформація». Поясніть, будь ласка, чому Ви використовуєте саме термін «інтелектуалізована», а не «інтелектуальна» та в чому полягає їхня відмінність?

Здобувач Семенов С.Ю.: Я вважаю, що в даному випадку інтелектуалізована трансформація полягає в тому, що перед подачею даних до моделі прогнозування на основі машинного навчання вони проходять статистичну та попередню обробку із застосуванням відповідних статистичних методів. Тобто, в загальному процесі беруть участь не лише ML-моделі, а й інші методи обробки даних. Саме тому я використовую термін «інтелектуалізована трансформація».

Д.т.н., проф. Швачич Г.Г.: Ви декілька разів використовували поняття «туманної архітектури». Тому питання: як ви це розумієте? І скажіть, будь ласка, які підстави у Вас виникли для її використання у Ваших дослідженнях?

Здобувач Семенов С.Ю.: Туманна архітектура дозволяє виконувати частину обчислень ближче до джерел даних. Це актуальна задача саме для галузі рослинництва відкритого ґрунту, де джерела генерування вимірювальних даних агромоніторингу розташовані віддалено від інфраструктури мережі Інтернет. Тому важливо обробляти ці дані на туманному рівні й передавати вже оброблені результати на хмарний рівень. У цьому полягає обґрунтування вибору саме туманної архітектури для побудови цієї технології.

Після відповідей на запитання виступили:

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

Кандидат технічних наук, доцент Каштан Віта Юрївна:

Дисертаційна робота Семенова Сергія Юрійовича на тему «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури» присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі розвитку інформаційних технологій для сталого сільськогосподарського виробництва.

Актуальність роботи визначається зростанням ролі цифрових та інтелектуальних технологій в аграрній сфері, необхідністю опрацювання значних обсягів часово-просторових даних агромоніторингу та потребою у підвищенні обґрунтованості агротехнологічних рішень в умовах мінливих агрокліматичних факторів і обмеженості ресурсів. Автором обґрунтовано доцільність використання децентралізованої туманної архітектури, що реалізує повний цикл трансформації даних із підтримкою прийняття рішень.

Дисертаційна робота має логічну структуру та охоплює завершений цикл досліджень. У першому розділі проаналізовано сучасні підходи до цифровізації та інтелектуалізації рослинництва й прогнозування врожайності. У другому розділі формалізовано процес інтелектуалізованої трансформації часово-просторових даних та обґрунтовано архітектурні й інформаційні рішення. Третій розділ присвячено розробці програмних компонентів для обробки, аналізу та прогнозування даних із використанням методів машинного навчання та пояснювального штучного інтелекту. У четвертому розділі наведено результати створення, тестування та валідації відповідного вебзастосунку.

На мій погляд, наукова новизна дисертації полягає, насамперед, у синтезі повноциклової туманної архітектури програмно-алгоритмічного забезпечення прогнозування врожайності, яка комплексно враховує агрокліматичні умови, типи агрокультур і практики їх захисту. Виходячи з цього, у цій роботі набув подальшого розвитку інформаційно-орієнтований підхід до прогнозування врожайності завдяки комплексній реалізації процедур попередньої обробки, розвідувального аналізу, прогнозової аналітики та інтерпретації моделей. Зокрема, автором досягнуто відносної похибки прогнозування до $\pm 7,8$ % та коефіцієнта детермінації 0,9904. Окремим результатом є розроблення та

валідація вебзастосунку, який забезпечує візуалізацію, інтерпретацію результатів прогнозування, інтеграцію із зовнішніми агроінформаційними системами та оперативне сповіщення користувачів.

Достовірність отриманих результатів забезпечено застосуванням сучасних методів інформаційного, структурного та комп'ютерного моделювання, методів інтелектуального аналізу даних і проведенням комп'ютерних експериментів на реальних даних агромоніторингу.

Практичне значення роботи полягає у створенні програмно-алгоритмічних компонентів багаторівневої агрегації, обробки та прогнозової аналітики агромоніторингових даних. Отримані результати використано у науково-дослідній та виробничій діяльності Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України, а також в освітньому процесі НТУ «Дніпровська політехніка».

Результати дисертації достатньо повно висвітлено в наукових публікаціях. За темою роботи опубліковано 10 наукових праць, зокрема статтю у виданні, індексованому Scopus і Web of Science та віднесеному до першого квартилю, три статті у виданнях категорії Б та шість тез міжнародних конференцій.

Разом із тим, за результатами аналізу дисертації мною було виявлено певні зауваження та дискусійні моменти. Основні з них були мною озвучені під час запитань. Узагальнюючи їх як рекомендацію автору, можна було б запропонувати зосередити більшу увагу на поглибленні експериментальної валідації запропонованих рішень, зокрема шляхом розширення схем перевірки моделей, порівняння архітектурних альтернатив та деталізації інтерпретації отриманих результатів.

Отже, за результатами проведеного аналізу вважаю, що дисертаційна робота Семенова Сергія Юрійовича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, має наукову новизну, теоретичну та практичну значущість і відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Вважаю, що дисертацію Семенова Сергія Юрійовича можна рекомендувати до захисту на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Доктор технічних наук, професор Мороз Борис Іванович:

Дисертація Семенова Сергія Юрійовича на тему «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури» присвячена актуальній науково-прикладній задачі розроблення програмно-алгоритмічних засобів інтелектуальної обробки просторово-часових даних агромоніторингу на основі децентралізованої туманної архітектури. Актуальність теми обумовлена стрімким розвитком прецизійного землеробства, збільшенням обсягів даних, що генеруються сенсорними мережами, метеостанціями та іншими засобами агромоніторингу, а також необхідністю їх оперативного агрегування, очищення, трансформації та аналізу. Особливої актуальності набуває проблема зменшення мережових затримок і обчислювального навантаження

централізованих хмарних платформ. У цьому контексті використання туманної архітектури є перспективним підходом до розподілу обчислювального навантаження та наближення процедур первинної обробки й прогнозової аналітики до джерел формування даних.

Дисертація має традиційну чотирироздільну структуру та загалом характеризується логічною послідовністю викладу матеріалу.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану цифровізації та інтелектуалізації аграрної сфери. Другий розділ присвячено концептуальному та структурному моделюванню процесів інтелектуалізованої трансформації даних. У третьому розділі розглянуто програмну реалізацію процедур збору, обробки, аналізу та прогнозування агромоніторингових даних із використанням методів машинного навчання. У четвертому розділі представлено результати реалізації та тестування відповідної комп'ютерної технології й вебзастосунку.

Окремо хочу відзначити, що автору вдалося забезпечити наскрізну логіку дослідження від отримання первинних вимірювальних даних до їх обробки, прогнозування та кінцевого представлення результатів користувачу. Загальні висновки узгоджуються з поставленими завданнями, а додатки містять, зокрема, матеріали щодо впровадження та програмні лістинги.

Щодо наукової новизни, у дисертації сформульовано п'ять основних положень.

По-перше, уперше синтезовано повноциклову туманну архітектуру програмно-алгоритмічного забезпечення прогнозування врожайності, яка враховує агрокліматичні умови, типи культур і практики їх захисту та передбачає розподіл функціональних процедур між відповідними рівнями архітектури.

По-друге, розвинуто концептуально-методологічні засади формалізації багатоетапної інтелектуалізованої трансформації агромоніторингових даних із урахуванням їх просторово-часової гетерогенності та взаємодії компонентів системи.

По-третє, розвинуто інформаційно-орієнтований підхід до прогнозування врожайності шляхом комплексної програмної реалізації попередньої обробки, розвідувального аналізу, прогнозової аналітики та інтерпретації моделей. Зокрема, автором отримано відносну похибку прогнозування $\pm 7,8 \%$ та коефіцієнт детермінації $R^2=0,9904$.

По-четверте, розвинуто методи автоматизованої інтерпретації прогнозової аналітики завдяки інтеграції алгоритмів пояснювального штучного інтелекту, що забезпечує як глобальну оцінку впливу факторів, так і локальне пояснення окремих прогнозів.

По-п'яте, удосконалено підходи до створення програмно-алгоритмічних рішень прогнозного агромоніторингу шляхом розроблення та валідації вебзастосунку, який поєднує прогнозну аналітику, її інтерпретацію, візуалізацію, інтеграцію із зовнішніми системами та механізми оперативного сповіщення.

Практичне значення роботи полягає в тому, що результати дослідження

вийшли за межі суто теоретичних розрахунків. Автором реалізовано програмні засоби обробки та візуалізації агромоніторингових параметрів, побудовано користувацький графічний інтерфейс і розроблено сценарії взаємодії клієнтської та серверної частин системи. Позитивно оцінюю створення інтерактивного вебзастосунку для представлення та інтерпретації результатів прогнозової аналітики.

Наукові результати та висновки дисертації є достатньо обґрунтованими. Автор використовує сучасні методи інтелектуального аналізу даних, алгоритми машинного навчання, а також методи пояснювального штучного інтелекту. Проведено масштабні обчислювальні експерименти на наборі даних, що поєднує кліматичні та виробничі показники.

Результати дисертації пройшли належну наукову апробацію. За темою роботи опубліковано 10 наукових праць, серед яких є стаття у журналі «Applied Soft Computing», що індексується в Scopus і Web of Science та належить до першого квартиля, три статті у фахових виданнях категорії Б і матеріали міжнародних конференцій. Наявність актів упровадження у виробничу діяльність та освітній процес також підтверджує практичну затребуваність отриманих результатів.

Усі основні дискусійні моменти були озвучені під час запитань і обговорення в межах наукової дискусії. Відповіді здобувача на поставлені запитання дали змогу додатково уточнити окремі положення роботи, особливості запропонованої архітектури, методи прогнозування та практичного використання отриманих результатів. Як рекомендацію, хотів би звернути увагу автора на обмеженість оцінювання практичної цінності для українських агровиробників через специфіку використаного набору даних та часткове змістовне дублювання окремих рисунків.

У цілому дисертаційна робота справляє позитивне враження. Вона є актуальною, завершеною за змістом, має наукову новизну та практичну цінність. Здобувач продемонстрував належний рівень володіння сучасними технологіями аналізу даних, машинного навчання, пояснювального штучного інтелекту та розроблення програмних вебзастосунків. Порушень принципів академічної доброчесності під час аналізу роботи не виявлено.

На підставі проведеного аналізу вважаю, що дисертаційна робота Семенова Сергія Юрійовича за актуальністю, науковою новизною, рівнем виконаних досліджень та практичною значущістю відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а отже, може бути рекомендована до захисту.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка» Лактіонов Іван Сергійович.

Здобувач Семенов С.Ю. упродовж підготовки дисертаційного дослідження системно та своєчасно виконував передбачені індивідуальним планом наукової роботи завдання, дотримуючись установлених термінів і вимог. До реалізації поставлених наукових завдань підходив сумлінно та відповідально,

забезпечуючи належний рівень їх опрацювання. Усі заплановані етапи дослідження було виконано в повному обсязі із застосуванням актуальних наукових методів, сучасних підходів і відповідного методичного інструментарію.

Семенов С.Ю. зарекомендував себе як цілеспрямований і ґрунтовно підготовлений дослідник, який має достатній рівень теоретичних знань у галузі інженерії програмного забезпечення та володіє необхідними практичними навичками для самостійного розв'язання складних науково-прикладних завдань. Під час виконання дисертаційної роботи здобувач уважно сприймав зауваження та рекомендації наукового керівника, конструктивно реагував на висловлені пропозиції й оперативно доопрацьовував відповідні положення дослідження. Важливо відзначити його прагнення до постійного вдосконалення змісту та структури дисертаційної роботи, а також своєчасного внесення необхідних уточнень, доповнень і виправлень.

Здобувачем Семеновим С.Ю. за результатами проведеного пошуку та аналізу наукової літератури було визначено актуальність теми, яка обумовлена необхідністю подальшого розвитку теоретичних положень і практичних напрацювань зі створення, вдосконалення та використання інформаційних і комп'ютерних технологій агротехнічного призначення завдяки розробці та використанню програмно-алгоритмічного забезпечення комплексної інтелектуалізованої трансформації даних агромоніторингу на основі туманної архітектури під час прогнозування врожайності сільськогосподарських культур із урахуванням значної мінливості агрокліматичних умов, типів вирощуваних агрокультур та застосовуваних практик їх захисту в конкретних агротехнологічних умовах

Запропоновані та досліджені Семеновим С.Ю. комп'ютеризовані методи, програмні компоненти та комп'ютерні і структурно-алгоритмічні моделі дозволяють забезпечити ефективне прогнозування врожайності агрокультур у мінливих агрокліматичних умовах. Робота є актуальною та практично цінною також у контексті підвищення продовольчої безпеки України. Прошу підтримати здобувача.

В обговоренні дисертаційного дослідження взяли участь:

Д.т.н., доц. Бердник М.Г. надав позитивну оцінку здобувачу та дисертації, відзначивши вагомий внесок роботи в програмно-алгоритмічне забезпечення комплексної інтелектуалізованої трансформації даних агромоніторингу, а також її наукове й практичне значення. Зазначив, що здобувач надав вичерпні відповіді на поставлені запитання, зауважень до дисертації немає та підтримав її рекомендацію до захисту.

Д.т.н., проф. Алексєєв М.О. надав позитивну оцінку здобувачу і дисертації та відзначив актуальність тематики дослідження, пов'язаної із застосуванням сучасних технологій штучного інтелекту та туманних обчислень для підвищення ефективності агровиробництва, а також інтеграцію технологій туманних обчислень, машинного навчання та пояснюваного штучного інтелекту в єдину систему агромоніторингу. Підкреслив, що автор не лише

вирішує задачу прогнозування врожайності, а й забезпечує інтерпретованість отриманих результатів та можливість їх практичного використання в умовах цифрового сільського господарства. Відзначив наукову новизну, практичне значення та впровадження отриманих результатів. Зазначив, що дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням та підтримав її подальше представлення до захисту.

К.т.н., доц. Приходченко С.Д. надав позитивну оцінку дисертації та зазначив значний обсяг проведеної роботи й вагомі результати щодо наукової новизни, особливо підкресливши опрацювання великих обсягів агрономічних та агротехнічних даних. Відзначив значний обсяг математичних досліджень та висловив думку, що дисертаційна робота заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії.

К.т.н., доц. Кабак Л.В. надав позитивну оцінку дисертації та відзначив актуальність роботи й використання в ній сучасних і новітніх технологій. Підтримав дисертаційну роботу та вважає можливим її допуск до захисту.

PhD Голінько О.В. надав позитивну оцінку дисертації та відзначив її актуальність і технічну обґрунтованість. Підтримав дисертаційну роботу із можливістю подальшого присудження її автору наукового ступеня доктора філософії.

Д.т.н., проф. Швачич Г.Г. підвів логічні підсумки дискусії та акцентував увагу на актуальності та значному науково-практичному доробку здобувача Семенова С.Ю. Було висловлено підтримку цієї роботи та рекомендацію до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Семенова Сергія Юрійовича на тему: «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Обґрунтування вибору теми дослідження. Приймаючи до уваги динамічне зростання ролі комп'ютерних і інформаційно-аналітичних сервісних технологій у забезпеченні сталого розвитку сільськогосподарського виробництва в умовах мінливості агрокліматичних умов і техніко-технологічних факторів, обмеженості ресурсів та підвищених вимог до ефективності агротехнологічних рішень, варто зазначити таке. Ефективність та продуктивність процесів вирощування агрокультур в умовах відкритого ґрунту визначаються сукупним впливом динамічних ґрунтокліматичних процесів, біологічних особливостей агрокультур і технологічних прийомів їх вирощування, тоді як сучасні інформаційні технології з інтегрованими програмними засобами інтелектуальної прогнозної трансформації даних

відіграють важливу роль під час планування й реалізації агротехнічних заходів зі збереження врожаю протягом всього вегетаційного циклу.

Враховуючи розвиненість сучасних підходів до агромоніторингу, зокрема прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, варто акцентувати увагу на тому, що існуючі програмно-алгоритмічні рішення, попри їх значну функціональність, здебільшого не забезпечують комплексної інтелектуалізованої трансформації часово-просторових даних із одночасним урахуванням динамічності агрокліматичних умов, типів агрокультур і практик їх захисту, в межах децентралізованої архітектури з автоматизованою підтримкою прийняття агротехнічних рішень. Одночасно з цим, світовий науково-практичний досвід підтверджує високу ефективність застосування цифровізованих і інтелектуалізованих рішень агромоніторингу, зокрема під час прогнозування врожайності агрокультур на основі збору, багаторівневої трансформації та аналітики часово-просторових ґрунтокліматичних даних із забезпеченням автоматизованої підтримки прийняття рішень щодо підвищення продуктивності вирощування сільськогосподарських культур.

Отже, важливою й актуальною є науково-практична задача, яка полягає в подальшому розвитку інформаційних і комп'ютерних технологій агротехнічного призначення завдяки розробці та використанню програмно-алгоритмічного забезпечення комплексної інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури під час прогнозування врожайності сільськогосподарських культур із урахуванням значної мінливості агрокліматичних умов, типів вирощуваних агрокультур та застосовуваних практик їх захисту в конкретних агротехнологічних умовах, що визначає наукову та практичну значущість цього дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає вітчизняним напрямкам стратегічного розвитку, які визначено в документах «Стратегія цифрового розвитку інноваційної діяльності України (WINWIN) до 2030 року», «Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», «Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні», а також секторальній стратегії розвитку ЄС «Common agricultural policy». Дослідження цієї дисертації виконано в межах науково-дослідної роботи Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» «Методи, моделі та технології обробки і аналізу даних в комп'ютеризованих системах» (№ державної реєстрації 0124U004583).

Основною метою дисертаційної роботи є вдосконалення інформаційно-орієнтованого підходу до прогнозування врожайності сільськогосподарських культур завдяки розробці та використанню програмно-алгоритмічного забезпечення комплексної інтелектуалізованої трансформації даних агромоніторингу.

Об'єкт дослідження – інформаційні процеси програмної трансформації даних агромоніторингу, що протікають під час прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

Предмет дослідження – методи, засоби й моделі створення та валідації програмно-алгоритмічного забезпечення комплексної трансформації даних агромоніторингу під час прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

Методи дослідження. Під час виконання дисертаційного дослідження використано як загальнонаукові, так і спеціальні методи, які спрямовано на досягнення основної мети та розв'язання поставлених завдань, зокрема: порівняльний аналіз та логічне узагальнення; декомпозиція та формалізація інформаційних процесів; комп'ютерне, структурно-функціональне та інформаційне моделювання; методи статистичного і розвідувального аналізу даних; методи пояснювального штучного інтелекту та машинного навчання; об'єктно-орієнтоване програмування; комп'ютерний експеримент та архітектурний синтез децентралізованих вебзастосунків.

Наукові результати:

– уперше синтезовано повноциклову туманну архітектуру програмно-алгоритмічного забезпечення прогнозування врожайності агрокультур, що, на відміну від відомих рішень, комплексно враховує вплив агрокліматичних умов, типів вирощуваних агрокультур та застосовуваних практик їх захисту, а також реалізує наскрізну логіку виконання процедур агрегування, інтелектуалізованого опрацювання даних та підтримки прийняття рішень, які об'єктивно розподілені за функціональними рівнями, що дозволяє підвищити ефективність і масштабованість процесу трансформації результатів агромоніторингу;

– дістали подальшого розвитку концептуально-методологічні засади формалізації багатоетапної інтелектуалізованої трансформації результатів агромоніторингу, які відрізняються від відомих тим, що комплексно враховують просторово-часову гетерогенність агрокліматичних даних, а також механізми людино-машинної та кросрівневої взаємодії компонент розробленого програмно-алгоритмічного забезпечення, що дозволило обґрунтувати підходи до побудови та валідації комп'ютерної технології прогнозування врожайності агрокультур;

– дістав подальшого розвитку інформаційно-орієнтований підхід до прогнозування врожайності агрокультур завдяки комплексній програмній реалізації процедур попередньої обробки, розвідувального аналізу і прогнозної аналітики даних та інтерпретації предикативних моделей у межах децентралізованої архітектури, що дозволило підвищити точність та адекватність прогнозування врожайності агрокультур шляхом досягнення відносної похибки прогнозування $\pm 7,8\%$ і коефіцієнта детермінації 0,9904 у широкому діапазоні варіювання типів агрокультур і просторово-часових умов їх вирощування;

– дістали подальшого розвитку методи автоматизованої інтерпретації результатів прогнозової аналітики в комп'ютерних технологіях агромоніторингу завдяки програмній реалізації та інтеграції алгоритмів пояснювального штучного інтелекту до процесу багаторівневої трансформації даних, що, на відміну від відомих методів, забезпечує як глобальну оцінку впливу агрокліматичних факторів на врожайність агрокультур, так і локальне пояснення результатів прогнозів, підвищуючи прозорість і об'єктивність підтримки прийняття рішень;

– удосконалено теоретико-прикладні підходи до створення й застосування програмно-алгоритмічних рішень прогнозного агромоніторингу шляхом розробки та валідації вебзастосунку, який реалізує логіку на основі запитів під час трансформації часово-просторових даних у туманній архітектурі, що, на відміну від відомих рішень, одночасно поєднує децентралізовану предикативну аналітику й інтерпретацію, забезпечує сумісність із агроінформаційними системами та реалізує механізми оперативного сповіщення користувачів, що дозволяє підвищити практичну ефективність використання результатів прогнозування врожайності агрокультур під час управління агротехнологічними процесами.

Практичне значення. У цій дисертації запропоновано, реалізовано та валідовано програмно-алгоритмічні компоненти, комп'ютерні моделі, архітектурні рішення та способи функціонування інтелектуалізованих комп'ютерних технологій повноциклової трансформації даних агромоніторингу під час прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, які сукупно забезпечують такі положення практичного ефекту: розроблено структурно-компонентне забезпечення та базові модельні діаграми програмно-алгоритмічного рішення прогнозування врожайності агрокультур з урахуванням функціональних особливостей туманної архітектури; реалізовано та валідовано програмні компоненти багаторівневої агрегації, обробки й предикативної аналітики кліматичних і агротехнологічних даних із використанням методів машинного навчання та пояснювального штучного інтелекту під час прогнозування врожайності агрокультур; створено та протестовано вебзастосунок із користувацьким інтерактивним інтерфейсом, який забезпечує візуалізацію результатів агромоніторингу, інтерпретацію прогнозних моделей, сумісність із зовнішніми агроінформаційними системами через програмні інтерфейси API та механізми оперативного сповіщення користувачів у фоновому режимі; запропоновано децентралізовану архітектуру програмно-алгоритмічного забезпечення предикативного агромоніторингу, що підвищує автономність і масштабованість використання результатів прогнозування врожайності в умовах мінливих агрокліматичних факторів.

Впровадження результатів роботи. Практичну цінність результатів досліджень, які одержано в цій дисертації, підтверджено використанням у науково-дослідній і виробничій діяльності Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України. Ці результати було використано як засоби підтримки прийняття рішень під час планування і

виконання агропроцедур, пов'язаних із вирощуванням і селекцією сільськогосподарських культур. Також результати досліджень упроваджено в освітній процес НТУ «Дніпровська політехніка» під час підготовки здобувачів за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти за спеціальностями галузі F Інформаційні технології.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою працею. Наукові положення та науково-прикладні рішення щодо створення та використання програмно-алгоритмічного забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу під час прогнозування врожайності агрокультур, що виносяться на захист, одержані здобувачем Семеновим С.Ю. 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 доповідалися та обговорювалися на міжнародних конференціях, а також на наукових семінарах кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка».

Публікації. За темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, із яких: 1 стаття в журналі, що індексується в наукометричних базах Scopus і Web of Science (квартиль Q1); 3 статті в періодичних наукових виданнях України категорії Б; 6 тез доповідей у матеріалах міжнародних наукових конференцій, із яких 1 індексується в наукометричній базі Scopus.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена за такою структурою: вступ, чотири основні розділи, загальні висновки, список використаних літературних джерел із 177 найменувань та 4 додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 222 сторінки, з яких основний текст – 150 сторінок, включаючи 44 рисунки та 27 таблиць. Додатки на 38 сторінках містять перелік наукових публікацій здобувача за темою дисертаційної роботи, документи, що підтверджують використання й упровадження результатів дисертації, а також програмне забезпечення повноциклової трансформації результатів агромоніторингу та вебзастосунку прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

Список публікацій здобувача на тему дисертації

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати:

1. Семенов С., Лактіонов І. Структурно-алгоритмічна формалізація програмного забезпечення комплексної трансформації просторово-часових даних агромоніторингу. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*, 2025, Вип. 353 (3.2). С. 469–474. doi.org/10.31891/2307-5732-2025-353-64.

2. Лактіонов І., Семенов С. Компаративний аналіз програмно-алгоритмічних рішень інтелектуалізованого моніторингу в рослинництві відкритого ґрунту: сучасний стан і перспективи розвитку. *Вимірвальна та*

обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2025, Вип. 82 (2). С. 372–379. doi.org/10.31891/2219-9365-2025-82-54.

3. Лактіонов І., Семенов С. Результати досліджень механізмів системної інтеграції та кросрівневої взаємодії програмно-алгоритмічних компонент прогнозування врожайності агрокультур. *Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка»*, 2026, № 1 (42)'. 2026. С. 82–91. doi.org/10.31474/1996-1588-2026-1-42-82-91.

4. Laktionov I., Semenov S., Diachenko G., Rutkowski L. An end-to-end ML and XAI-based framework for crop yield prediction under agroclimatic variability. *Applied Soft Computing Journal*, 2026, Vol. 200. P. 1–25. doi.org/10.1016/j.asoc.2026.115394.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

5. Diachenko G., Laktionov I., Moroz D., Derzhevetska M., Semenov S. A computerized method for predicting the risk of powdery mildew in wheat based on software analysis of soil and climatic monitoring data. In: *1st International Workshop on Advanced Applied Information Technologies (AdvAIT-2024), Khmelnytskyi, Ukraine – Zilina, Slovakia, December 05, 2024, in CEUR workshop proceedings*, 2025, Vol. 3899. P. 172–185. URL: ceur-ws.org/Vol-3899/paper16.pdf.

6. Лактіонов І., Дяченко Г., Семенов С. Компаративний синтез туманної архітектури програмно-алгоритмічного забезпечення інтелектуалізованої трансформації даних агромоніторингу // *Програмне та апаратне забезпечення в інформаційних технологіях: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів (6 травня 2025 р, Луцьк)*. Луцьк: ЛНТУ, 2025. С. 106–109. URL: https://drive.google.com/drive/folders/1BaojxLgSvEj-o0o_90OCXukJx5NBdzbo.

7. Лактіонов І., Семенов С., Дяченко Г., Євстратьєв М. Результати критичного аналізу та систематизації програмно-алгоритмічних рішень інформаційно-орієнтованого прогнозування врожайності сільськогосподарських культур // *«Наукова весна» 2025: матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених (26–28 березня 2025 р., Дніпро)*. Дніпро: НТУ «ДП», 2025. С. 196–197. URL: https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/naukova-vesna-2025/Scientific_Spring_2025.pdf.

8. Семенов С.Ю., Лактіонов І.С. Архітектура програмно-алгоритмічного забезпечення прогнозування врожайності агрокультур на основі технології туманних обчислень // *Молодь: наука та інновації: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених: Том 2 (Дніпро, 12–14 листопада 2025 р.)*. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2025. С. 124–125. URL: <https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/molod-nauka-ta-innovatsii-2025/molod-2025-vol2.pdf>.

9. Семенов С.Ю., Лактіонов І.С., Дяченко Г.Г. Результати розробки вебзастосунку прогнозування врожайності агрокультур із інтеграцією алгоритмів пояснювального штучного інтелекту // *Проблеми використання інформаційних технологій в освіті, науці та промисловості: XX міжнар. конф.*

(5 грудня 2025 р., м. Дніпро): зб. наук. пр. Дніпро: НТУ «ДП», 2025. №10. С. 56–59. URL: https://pzks.nmu.org.ua/ua/science/2025_fin.pdf.

10. Лактіонов І., Семенов С. Вебзастосунок інтелектуалізованого аналізу врожайності сільськогосподарських культур у мінливих агрокліматичних умовах // *IX Міжнародна науково-практична конференція «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»* (Київ, 24 березня 2026 р.). Київ: НМЦ ВФПО, 2026. С. 9–11. URL: <https://cloud.nmc-vfpo.gov.ua/s/ggaS6Fe72sbs2A9?dir=/&editing=false&openfile=true>.

Характеристика особистості здобувача.

Семенов Сергій Юрійович, 14.06.1980 р.н., громадянин України.

Нормативний термін навчання в аспірантурі: 01.10.2024 – 30.09.2028 рр.

Диплом бакалавра з відзнакою: НР № 17293407, напрям підготовки «Комп'ютерні науки», кваліфікація «бакалавр, молодший інженер-програміст», Національна гірнича академія України, 31 липня 2001 р.

Диплом магістра з відзнакою: НР № 21251915, спеціальність «Інформаційні управляючі системи та технології», кваліфікація «Інженер-програміст з дослідницьким рівнем діяльності, викладач вищого навчального закладу», Національний гірничий університет, 29 червня 2002 р.

Загальний стаж роботи за спеціальністю становить 25 років.

Дані про підвищення кваліфікації за період навчання: «ProResearch Skills: комунікація, команда, проєкти», центр професійного розвитку, менторства та тьюторства Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» 16.12.2025 – 18.12.2025 (30 год.).

Здобувач Семенов С.Ю. 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:

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

Рецензенти:

1. **Мороз Борис Іванович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

2. **Каштан Віта Юріївна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

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

2. **Бабічев Сергій Анатолійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри фізико-математичних дисциплін та методики навчання Херсонського державного університету.

У результаті попередньої експертизи дисертації Семенова С.Ю., повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Семенова Сергія Юрійовича на тему: «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури».

2. Констатувати, що за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Семенова С.Ю. відповідає спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення 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 Семенова С.Ю. на тему: «Програмно-алгоритмічне забезпечення інтелектуалізованої трансформації вимірювальних даних агромоніторингу на основі туманної архітектури» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

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

Голова ради:

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

Рецензенти:

1. **Мороз Борис Іванович**, доктор технічних наук, професор, професор

кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

2. Каштан Віта Юріївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

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

2. Бабічев Сергій Анатолійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри фізико-математичних дисциплін та методики навчання Херсонського державного університету.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертаційної роботи Семенова С.Ю.:

«За» – 19

«Проти» – немає

«Утримались» – немає

Презентація Семенова С.Ю. на 27 стор. додається.

Головуючий на засіданні

Гарант ОНП «Інженерія програмного забезпечення» 3 рівня,

д.т.н., проф., проф. каф. ПЗКС



Геннадій ШВАЧИЧ

Секретар засідання

асистент каф. ПЗКС



Валерія РУЛКОВА