

Рішення разової спеціалізованої вченої ради про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Кремньов Володимир Володимирович**, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2020 році Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» за спеціальністю «Системний аналіз», освітня програма «Системний аналіз і управління». Із 2022 аспірант кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем. Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Комп'ютерні науки». Дисертацію виконано на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», м. Дніпро.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем **Алексєєв Михайло Олександрович**, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Разова спеціалізована вчена рада, утворена рішенням Вченої ради Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» МОН України, м. Дніпро від «30» січня 2026 року Протокол № 6, Наказ від «30» січня 2026 року № 26 у складі:

Голова разової спеціалізованої вченої ради – **Мороз Борис Іванович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», м. Дніпро.

Рецензенти:

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

Желдак Тімур Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри системного аналізу та управління Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», м. Дніпро.

Офіційні опоненти:

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

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

На засіданні «24» березня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» **Кремньову Володимир Володимировичу** на підставі публічного захисту дисертації «Комп'ютерна технологія предикативного контролю режимів

зволоження зернових культур» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, українською мовою.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Уперше синтезовано структурно-функціональне забезпечення комп'ютерної технології предикативного контролю режимів зволоження зернових культур за критерієм мінімізації відхилення відносної вологості від її цільового рівня під час диференціації шарів ґрунту з урахуванням сукупного впливу характеристик ґрунтокліматичних умов вирощування, видів і фаз зростання зернових культур та обмежень, що накладаються на технічні параметри засобів поливу, що дозволяє реалізувати оптимізоване використання водних ресурсів.

2. Дістали подальшого розвитку підходи до формалізованого опису процесу комплексної трансформації агромоніторингових даних завдяки розробці інформаційної й математичної моделей комп'ютерної технології предикативного контролю режимів зволоження зернових культур, які, на відміну від відомих, враховують сукупний вплив добової динаміки температури й вологості повітря, температури, відносної вологості й типу ґрунту, а також локацію кореневмісного шару, що дозволило обґрунтувати вимоги до варіювання інтенсивності подачі поливної води під час повного циклу вирощування пшениці та ячменю.

3. Дістали подальшого розвитку методологічні засади проектування комп'ютерних агротехнологій завдяки розробці комп'ютерно-орієнтованого методу прогнозного контролю режимів зволоження зернових культур, який відрізняється від відомих тим, що програмно в реальному часі реалізує вбудовані до периферійних засобів алгоритми нелінійної оптимізації з обліком показників водного балансу ґрунту та параметрів систем поливу, що дозволяє забезпечити показник витрат поливної води в усталеному режимі від 0,8 л/год до 1,5 л/год.

4. Удосконалено апаратно-програмне забезпечення комплексів цифровізації сільськогосподарських підприємств рослинництва шляхом розробки децентралізованої архітектури комп'ютерної технології прогнозного контролю режимів зволоження зернових культур, яка контрастує з існуючими тим, що алгоритми агрегування даних та статистичних й інтелектуальних обчислень імплементовано до ланки низькорівневої обробки даних на основі серійних мікропроцесорних і мікрокомп'ютерних пристроїв, що дозволяє підвищити автономність, адаптивність і оперативність корегування агротехнічних процесів.

5. Удосконалено теоретико-прикладні аспекти методів створення програмно-технічних рішень сільськогосподарського спрямування на основі розробки та валідації імітаційної моделі серверної частини комп'ютерної технології предикативного контролю режимів зволоження зернових культур, яка реалізує потокову подієву інтелектуалізовану обробку агрокліматичних даних на основі інтеграції стеку інформаційних технологій до єдиного

мікрокомп'ютерного пристрою, що дозволяє впровадити стратегію віддаленого адаптивного керування засобами поливу з показником витрати води не більше 5 л/год на 1 м² агроугідь.

Здобувачем Кремньовим В.В. за темою дисертації опубліковано 11 наукових праць, із яких: 5 статей у наукових фахових періодичних виданнях України (у т.ч. 1 – одноосібна) та 6 тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, зокрема:

1. Кремньов В.В. Результати комп'ютерного експерименту з архітектурної інтеграції апаратно-програмних компонент багаторівневої трансформації вимірюваних даних предикативного контролю вологості ґрунту. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка»*. 2025. № 1 (40). С. 89–96. doi.org/10.31474/1996-1588-2025-1-40-89-96.

2. Кремньов В., Дяченко Г. Комп'ютеризований метод оптимізації зрошення сільськогосподарських культур на основі предикативного контролю вологості ґрунту. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025. № 1. С. 310–315. doi.org/10.31891/2219-9365-2025-81-38.

3. Кремньов В., Шаматрін А. Імітаційна модель системи комп'ютерного контролю технологічних процесів аграрних виробництв. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2024. Вип. 2. С. 68–78. doi.org/10.32782/IT/2024-2-9.

4. Дяченко Г., Кремньов В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесу комп'ютеризованого предикативного контролю режимів зрошення ґрунту під час вирощування зернових культур. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2024. № 3. С. 136–141. doi.org/10.31891/2219-9365-2024-79-18.

5. Diachenko G., Kremnov V., Koval V., Yevstratiev M. Information analysis and systematisation of the state of the art in research and development of technologies for computer control of grain crops moistening modes. *Herald of Khmelnytskyi Nat. University. Technical Sciences*. 2024. V. 339 (4). P. 458–469. doi.org/10.31891/2307-5732-2024-339-4-68.

У дискусії взяли участь усі члени разової спеціалізованої вченої ради.

Голова ради д.т.н., проф. **Мороз Б.І.**:

Запитання № 1: Підсумовуючи основні положення дисертації, хотілося б уточнити наступне. Як би Ви окреслили основну наукову новизну запропонованих у роботі рішень?

Запитання № 2: У Вашій роботі значну увагу приділено розробці математичної моделі динаміки вологи в ґрунті. Якими міркуваннями Ви керувалися під час її побудови та аналізу?

Здобувач **Кремньов В.В.** відповіді на запитання:

Відповідь на запитання № 1: На мій погляд, основна наукова новизна полягає в створенні та доведенні ефективності і прикладної придатності

архітектури комп'ютерної технології, яка, на відміну від існуючих, програмно і комплексно реалізує в реальному часі алгоритми нелінійної оптимізації з урахуванням динаміки водного балансу ґрунту на різних глибинах, технічних параметрів систем поливу та специфічних агрокліматичних умов з урахуванням конкретних типів агрокультур на різних стадіях вирощування.

Відповідь на запитання № 2: У даному випадку ця математична модель являла собою теоретичне підґрунтя щодо формування вимог до імітаційної моделі розроблюваної комп'ютерної технології. Основою математичного опису розповсюдження вологи є одновимірне нелінійне диференціальне рівняння Річардса в частинних похідних, яке описує процес перенесення вологи в зоні аерації з урахуванням джерел надходження та стоку. Це рівняння розв'язувалось чисельними методами за допомогою вбудованих функцій Python із урахуванням одночасного надходження та споживання вологи. Початкові умови моделювались зміною значень вологості в діапазоні від 50 до 100 % з кроком 10 %. Граничні умови були такими. На поверхні ґрунту встановлено бажане значення вологості, що являло собою дискретний набір даних від 50 % до 100 %, та вимкнено полив і спостерігається постійне випаровування. На нижній границі вологість дорівнює 0 %. Якщо казати виходячи з існуючої термінології, то граничні умови є умовами першого роду. Така логіка побудови і аналізу відповідної математичної моделі була реалізована в моїй дисертації.

Рецензент д.т.н., проф. **Лактіонов І.С.** Рецензія є позитивною. Зауваження та дискусійні положення:

1. Під час розробки математичної моделі процесу комп'ютерного контролю динаміки ґрунтової вологи автором достатньо детально враховано типи ґрунту й періоди вегетації агрокультур, проте недостатню увагу приділено аналізу динамічної зміни фізико-хімічних характеристик ґрунту, які можуть спостерігатись під час тривалого періоду вирощування агрокультур, як наприклад, внесення добрив або ущільнення ґрунту після дощів.

2. У третьому розділі під час розробки стратегії оптимізації поливу автором використано підхід на основі функції f_{\min} . Проте, на мій погляд, в інтерпретації авторам цей вибір є недостатньо обґрунтованим, зокрема шляхом критичного порівняння з іншими методами та підходами.

3. У четвертому розділі дисертації під час розробки серверної частини комп'ютерної технології предикативного контролю режимів зволоження зернових культур автор описує підходи до збереження інформації до бази даних, а також доводить їх працездатність. Проте опис структури цієї бази даних та механізми обробки значних обсягів інформаційних потоків, що передбачаються під час масштабування цієї системи, потребує деталізації.

4. В основу розроблюваної комп'ютерної технології покладено архітектуру, яка базується на бездротових сенсорних мережах із ретрансляцією даних на IoT-сервер. Проте автором дисертації недостатню увагу приділено аналізу впливу можливих затримок у передачі даних на точність предикативних

розрахунків у реальному часі.

5. На мій погляд, у дисертації недостатню увагу приділено питанням енергоефективності розробленої комп'ютерної технології, хоча це в значній мірі впливає на загальну техніко-функціональну ефективність розробки, адже певна частина апаратно-програмних компонент має автономно функціонувати в польових умовах.

Зазначені рекомендації та зауваження істотно не впливають на загальний високий науково-прикладний рівень дисертаційної роботи та не знижують її наукової й практичної цінності.

Запитання № 1: По перше, я хотів би уточнити у Вас наступне. Ваша технологія на самому першому етапі передбачає збір польових даних із використанням бездротових технологій. Поясніть, будь ласка, яким чином Вами було вирішено проблему цілісності потоків даних при такій передачі? Чи враховували Ви можливі затримки та нестабільність під час збору даних?

Запитання № 2: Друге моє питання стосується функціоналу серверної частини реалізованої Вами комп'ютерної технології. Поясніть, будь ласка, яким саме чином реалізується обробка та підготовка даних на цій стороні перед їх записом у базу даних?

Здобувач **Кремньов В.В.** відповідь на запитання:

Відповідь на запитання № 1: Для забезпечення цілісності даних реалізовано механізм проміжної буферизації на мікропроцесорних модулях та алгоритми фільтрації аномальних значень (викидів), що зокрема відповідає логіці побудови на технології туманних обрахунків. Якщо дані тимчасово втрачаються через завади, предикативна модель використовує останній відомий стан та інерційні характеристики ґрунту для тимчасового прогнозування до відновлення зв'язку.

Відповідь на запитання № 2: Для обробки та маршрутизації даних використовується візуальне середовище програмування Node-RED. Процес реалізовано за такою логічною схемою. Вузол «Mqtt in» отримує «сирі» повідомлення з брокера Mosquitto за темою /moistening/sensors. Вузол «Function», який являє собою програмний блок на JavaScript, декодує вхідні дані з формату uint8 ASCII string та перетворює їх у структурований формат JSON, придатний для роботи з базами даних. Вузол «Influxdb out» направляє підготовлені дані для збереження у базу даних часових рядів InfluxDB.

Рецензент к.т.н., доц. **Желдак Т.А.** Рецензія є позитивною. Зауваження та дискусійні положення:

1. У пп. 3.2 та 3.3, де наведено алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерно-орієнтованого методу предикативного контролю, недостатньо детально описано процедуру налаштування параметрів інтелектуальних моделей, зокрема критерії вибору гіперпараметрів та умови їх корекції в процесі роботи. Більш розгорнуте обґрунтування цих аспектів дозволило б підвищити відтворюваність запропонованого методу та полегшити його адаптацію для

інших агрокліматичних умов.

2. У третьому розділі дисертації, зокрема в п. 3.1, математичні та алгоритмічні залежності, що описують процес предикативного контролю режимів зволоження, подано у стислому вигляді. Доцільним було б навести додаткові проміжні результати розрахунків або приклади тестових сценаріїв функціонування моделей, винісши їх до додатків. Це сприяло б більш глибокому розумінню логіки реалізації запропонованого підходу.

3. У четвертому розділі 4, зокрема в пп. 4.1–4.3, які присвячені імітаційному моделюванню та розробці серверної частини комп'ютерної технології, недостатньо акцентовано увагу на обмеженнях застосовності створених моделей, зокрема щодо адаптації розробленої технології до реальних умов з огляду негативного впливу можливих похибок вимірювань ґрунтокліматичних параметрів та старіння апаратних компонент. Узагальнення таких обмежень дозволило б чіткіше окреслити перспективи практичного використання запропонованої технології.

4. Окремі фрагменти тексту дисертації містять стилістичні повтори та перевантажені складнопідрядними конструкціями, що дещо ускладнює сприйняття матеріалу. Зокрема, у першому і другому розділі 2 неодноразово використовується мовна конструкція «у свою чергу», що створює ефект стилістичної одноманітності.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Запитання № 1: Зупинимось на питанні адаптивності розробки. Ви акцентували увагу, навіть в темі роботи, що розроблена технологія орієнтована на зернові культури. Чи потребує ця технологія суттєвих змін для адаптації під час її використання для контролю вирощування інших агрокультур?

Запитання № 2: Звернімось до питань оптимізаційного забезпечення запропонованого Вами методу. Як відомо, ефективність методу значною мірою визначається обраним критерієм оптимізації. Який саме критерій Ви використовуєте та чим обґрунтовано вибір інструментарію для розв'язання відповідної нелінійної задачі?

Здобувач **Кремньов В.В.** відповідь на запитання:

Відповідь на запитання № 1: По-перше, хотів би зазначити, що в результаті досліджень було встановлено, що розроблена технологія є відносно універсальною за своєю архітектурою і функціональними засадами. Проте, звісно, для адаптації до інших агрокультур необхідним є переналаштування параметрів моделей і проведення додаткових тестів. Адже, кожна агрокультура має свої характеристики водоспоживання та глибину коревмісного шару, що обов'язково вплине на режими подачі поливної води. Таким чином, потрібно провести додаткові дії з налаштування параметрів моделей оптимізації поливу, а глобальна архітектура не зазнає суттєвих змін.

Відповідь на запитання № 2: Використана мною цільова функція виражає

мінімізацію відхилення фактичної вологості ґрунту від бажаного рівня на заданій глибині протягом певного часу. Для реалізації динамічної оптимізації траєкторії інтенсивності поливу використовувався підхід на основі функції мінімізації з обмеженнями з пакету MATLAB Optimization Toolbox. Такий підхід до реалізації був обраний виходячи з умови уніфікації досліджуваного процесу, тобто застосування загальноновизнаного імітаційного інструментарію.

Офіційний опонент д.т.н., проф. **Перекрест А.Л.** Відгук є позитивним. Зауваження та дискусійні положення:

1. Розроблена автором структурно-алгоритмічна організація комп'ютерної технології предикативного контролю розглядається для певних ділянок поля, проте в реальних умовах рельєф і склад ґрунту навіть у межах одного поля можуть бути суттєво диференційованими. Отже, доцільним було б проведення досліджень щодо розробки алгоритму інтерполяції даних між сенсорами для побудови просторової карти вологості, що підвищило б показники інформативності та функціональної придатності розробленої автором комп'ютерної технології.

2. У четвертому розділі автором детально досліджено апаратно-програмні компоненти комп'ютерної технології та протестовано підходи до їх системної інтеграції, однак недостатню увагу приділено опису механізмів її інтеграції з поширеними системами управління агробізнесом.

3. В процесі розробки математичної моделі динаміки вологи в ґрунті автором використано усереднене значення показника евапотранспірації для різних типів ґрунту, що одержане на підставі даних із інформаційних джерел, проте доцільним було б надати більш глибоке теоретичне обґрунтування вибору конкретної моделі оцінки цього показника та проаналізувати його вплив на адекватність запропонованої моделі.

4. Під час досліджень автором встановлено певні інтервали опитування сенсорів, що входять до складу комп'ютерної технології, зокрема в п. 4.2 «Імітаційна модель підсистеми інтелектуальної предикативної обробки даних» це значення дорівнює 60 секунд. Проте це значення в інтерпретації здобувача виглядає недостатньо обґрунтованим.

5. У процесі аналізу існуючих комп'ютерних рішень автор приділяє значну увагу апаратно-програмним засобам, проте недостатню увагу приділив огляду міжнародних стандартів обміну сільськогосподарськими даними. Зважаючи на те, що ця дисертація сфокусована на розробці комп'ютерної технології, то критичний огляд сумісності розроблюваних рішень із загальноприйнятими галузевими стандартами дозволив би чіткіше визначити місце запропонованої технології в сучасній концепції цифровізації сільського господарства.

6. Підходи до розв'язання диференційного рівня, що покладене в основу математичної моделі процесу комп'ютерного контролю динаміки ґрунтової вологи, потребують уточнення в контексті більш деталізованого обґрунтування прийнятих початкових і граничних умов.

Вищезазначені зауваження, коментарі та дискусійні положення жодним чином не знижують загальної позитивної оцінки дисертації Кремньова В.В., а лише можуть слугувати предметом наукової дискусії під час захисту.

Запитання № 1: У представленій доповіді питання архітектурного синтезу комп'ютерної технології, на мій погляд, було окреслено досить стисло і відповідно потребує певних уточнень. Отже, яку саме архітектуру покладено в основу розробленого рішення та якими міркуваннями зумовлено її вибір?

Запитання № 2: Продовжуючи попереднє питання хотів би уточнити. Які апаратні платформи використано під час моделювання польового та мережевого рівнів розробленої Вами комп'ютерної технології? Чи виконувалась оцінка їх основних функціональних показників і надійності?

Здобувач **Кремньов В.В.** відповіді на запитання:

Відповідь на запитання № 1: У своїй роботі в якості базової я обрав децентралізовану клієнт-серверну архітектуру з використанням технологій IoT та WoT, що дозволяє перекласти значну частину процедур обробки даних на периферійний рівень у межах системної організації. Вона обрана саме з такої логіки, що певна частина аналітики даних має виконуватись у межах периферійних пристроїв. Це мінімізує навантаження на серверну частину, що є на сьогодні високоефективним трендом у світовій практиці.

Відповідь на запитання № 2: По-перше хотів би зазначити, що під час досліджень польового та мережевого рівнів розробленої технології використано принцип об'єктивної симуляції в середовищі Proteus. Для польових вузлів збору даних використано мікроконтролери Arduino Mini та Mega, а для реалізації інтелектуальної обробки та IoT-сервера – мікрокомп'ютер Raspberry Pi, а також моделі відповідних сенсорів і мережевих модулів та засобів індикації результатів. Щодо оцінки функціональних показників та надійності, то ці показники в дисертації безпосередньо не оцінювались, але використана компонентна база є серійною та за своїми технічними характеристиками є задовільною. Як показали результати комп'ютерного експерименту, то розроблена технологія відпрацьовує покладений на неї функціонал. Під час подальших досліджень звісно є сенс переходу від імітаційної моделі до фізичного зразка з потенційною заміною апаратних вузлів на більш надійні моделі, але саме на наукову складову, тобто запропоновані методи обробки даних і загальну архітектуру це, на мій погляд, критично не вплине. Це здебільшого технічні задачі.

Офіційний опонент д.т.н., проф. **Шекета В.І.** Відгук є позитивним. Зауваження та дискусійні положення:

1. Описуючи архітектуру комп'ютеризованих вузлів збору даних та структурно-компонентне забезпечення технології, що автор навів у другому розділі дисертації, ним було акцентовано увагу на децентралізації комп'ютерної технології. Проте у роботі недостатньо розкрито порівняльний аналіз з точки зору комплексного врахування енергоефективності, кіберзахисту та зони

покриття різних бездротових протоколів передачі даних.

2. У роботі залишається не до кінця висвітленим питання стійкості запропонованого алгоритму предикативного контролю до випадкової складової вимірювання вологості ґрунту. Оскільки більшість кондуктометричних і ємнісних сенсорів вологості часто характеризуються складовою невизначеності, спричиненою зміною мінералізації або щільності ґрунту, було б доцільно навести результати аналізу чутливості прогнозної моделі до випадкових відхилень у результатах вимірюваннях.

3. У процесі розробки комп'ютерно-орієнтованого методу предикативного контролю режимів зволоження зернових культур автор використовує функцію оптимізації `fmincon` середовища MATLAB для знаходження оптимальних стратегій поливу. Враховуючи, що в подальшому при розробці програмно-технічного рішення цієї технології передбачається її реалізація із застосуванням мікропроцесорної і мікрокомп'ютерної техніки, то виникає питання щодо обчислювальної складності цього алгоритму, якому, на мій погляд, приділено недостатню увагу в тексті роботи.

4. При аналізі результатів математичного моделювання для різних типів ґрунтів, що наведені в дисертації, автор доводить адаптивність запропонованої технології для різних типів чорнозему. Проте залишається дискусійним питання роботи системи в умовах високої просторової неоднорідності одного поля. У тексті дисертації недостатньо аргументовано, яким чином здійснюється автоматичне коригування параметрів предикативної моделі у випадку, якщо один сегмент поливу охоплює ділянки з суттєво різним гранулометричним складом ґрунту.

5. Розроблена автором технологія, зокрема її серверна частина, що передбачає реалізацію механізмів обміну даними через IoT-шлюз. Проте автор залишив поза увагою питання оцінки та аналізу показників кібербезпеки, що є принциповим для систем подібного практичного призначення, адже несанкціоноване втручання в алгоритми предикативного контролю технологічних процесів може призвести до значних збитків агропідприємства.

6. В основному тексті дисертації відчувається брак детальної оцінки апаратного розширення розробленої комп'ютерної технології. Автор не наводить даних про те, як змінюється навантаження на серверну частину та відповідно її відмовостійкість при збільшенні кількості предикативних контролерів, що може потенційно відбутись в процесі експлуатації розробленої комп'ютерної технології.

Зазначені зауваження вказують на напрями подальшого розвитку дослідження, мають дискусійний характер і не ставлять під сумнів наукову новизну та практичну цінність дисертації. Робота виконана на належному науковому рівні.

Запитання № 1: Хотілося б уточнити окремі аспекти інтерпретації результатів моделювання. Чи демонструють вони суттєву залежність динаміки

вологи від типу ґрунту? І чи слід розглядати цей фактор як визначальний при подальшій побудові і дослідженні комп'ютерної моделі?

Запитання № 2: Друге моє питання пов'язано з практичною імплементацією вбудованого програмного забезпечення. Поясніть більш детально, яким чином алгоритм предикативного контролю був інтегрований у вбудовану систему на базі Raspberry Pi?

Здобувач **Кремньов В.В.** відповіді на запитання:

Відповідь на запитання № 1: По-перше, хотів би зазначити, що моделювання було проведено для трьох різних типів ґрунтів, які є розповсюдженими в агрокліматичних умовах України. В результаті цього встановлено, що за одну годину найбільш широкий діапазон переміщення вологи спостерігається у чорноземі потужному: від 0,17 до 0,83 м, а найбільш вузький – у чорноземі південному: від 0,26 до 0,74 м. Хоча діапазони відрізняються не надто критично, проте було доведено, що його треба враховувати шляхом відповідної формалізації під час програмної обробки даних, що і було відповідно реалізовано в дисертації.

Відповідь на запитання № 2: Під час розробки комп'ютерної технології інтеграцію вбудованого програмного забезпечення було виконано за допомогою середовища Matlab & Simulink із використанням пакету підтримки Simulink Support Package for Raspberry Pi Hardware. Алгоритм оптимізації було перетворено у сумісний функціонал, після чого за допомогою інструментів Embedded Coder та Simulink Coder було автоматично згенеровано код на мові C, відредаговано, скомпільовано та завантажено на платформу Raspberry Pi для роботи в реальному часі.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 (п'ять) членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **Кремньову Володимирі Володимировичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Голова разової спеціалізованої вченої ради




Борис МОРОЗ