

**Рішення  
разової спеціалізованої вченої ради  
про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії **Євдокимов Олександр Олегович**, 1999 року народження, громадянин України, освіта вища: у 2021 році закінчив Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» і отримав диплом магістра за спеціальністю 124 Системний аналіз та здобув кваліфікацію магістра системного аналізу. Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Інформаційні технології».

Разова спеціалізована вчена рада утворена наказом ректора Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків, від «17» червня 2026 року № 251, п. 1.11, у складі:

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| голови разової спеціалізованої вченої ради – | Харченка Вячеслава Сергійовича, члена-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;                                                                                                                                                             |
| рецензентів –                                | Морозової Ольги Ігорівни, доктора технічних наук, професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;<br>Соколової Євгенії Віталіївни, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»; |
| офіційних опонентів –                        | Єрохіна Андрія Леонідовича, доктора технічних наук, професора, першого проректора Харківського національного університету радіоелектроніки;<br>Шовкопляє Оксани Анатоліївни, кандидата фізико-математичних наук, доцента, завідувача кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету.                                                                                                                        |

на засіданні «04» серпня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології Євдокимову Олександру Олеговичу на підставі публічного захисту дисертації «Моделі, методи та інформаційна технологія підтримки навчання точним наукам» за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Дисертацію виконано на кафедрі математичного моделювання та штучного інтелекту Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: Чухрай Андрій Григорович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут».

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, у якому відображено нові науково обґрунтовані результати, що розв'язують актуальне науково-прикладне завдання розроблення інформаційної технології для індивідуалізованого, діагностично орієнтованого та теоретично спрямованого навчання точним наукам. У роботі розроблено модель архітектури інтелектуальної навчальної системи, удосконалено методи параметричної генерації задач і інтеграції формальної верифікації на основі Lean/Mathlib, а також розвинено інформаційну технологію адаптивного керування навчальною траєкторією. Результати доведено до програмного прототипу «Мирна» та впроваджено у навчальний процес. Дисертацію виконано державною мовою; її структура, обсяг і оформлення відповідають установленим вимогам. Таким чином, у дисертації дотримано вимог пункту 6 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 року № 44 (зі змінами).

Здобувач має 12 наукових праць за темою дисертації: чотири статті у наукових фахових виданнях України, з яких одну опубліковано у виданні, внесеному до міжнародної наукометричної бази Scopus; сім публікацій у матеріалах наукових конференцій, із них три — у виданнях, представлених у міжнародних наукометричних базах; один звіт з науково-дослідної роботи. Тематика праць відповідає змісту дисертації, особистий внесок здобувача у спільних публікаціях визначено, а основні результати оприлюднено відповідно до вимог пунктів 8 і 9 зазначеного Порядку.

Наукові праці, у яких висвітлено основні наукові результати дисертації:

1. Чухрай А. Г., Столяренко Т. Л., Євдокимов О. О., Дем'яненко В. А. Можливості використання інтелектуальних навчальних систем (ITS) в ЗВО для курсів вищої математики. Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології. 2024. № 102. С. 92–119. DOI: 10.32620/oikit.2024.102.07.

2. Кулік А., Зеленьяк О., Чухрай А., Прохоров О., Яшина О., Гавриленко О., Євдокимов О., Торжков А., Заярний О. The concept of intelligent training system for Ukrainian school final STEM exam preparation. System Research and Information Technologies. 2025. No. 2. P. 125–138. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2025.2.09. (Scopus).

3. Yevdokymov O., Luchsheva O. Development of a prototype intelligent web-based system for learning mathematics through an adaptive scenario. Aerospace Technic and Technology. 2026. No. 2. P. 61–73. DOI: 10.32620/akt.2026.2.06.

4. Yevdokymov O., Luchsheva O. A Mathematical Model of Automatic Verification of Formalized Proofs and a Conservative Presentation Interface over Lean. Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University, series «Mathematical Modeling. Information Technology. Automated Control Systems», 2026. Vol. 69, P. 33–40. DOI: 10.26565/2304-6201-2026-69-03.

У дискусії взяли участь голова та члени разової спеціалізованої вченої ради та висловили зауваження:

#### **Рецензентка Ольга Морозова**

1. У математичній моделі низку параметрів визначають емпірично: коефіцієнти  $\alpha$  і  $\beta$  гібридного показника HSS, пороги мотиваційних тригерів і ваги  $\lambda_1$ – $\lambda_4$  функції складності. Доцільно докладніше описати процедуру калібрування, необхідний обсяг даних та чутливість результатів до вибраних значень.

2. У таксономії формалізованості F0–F4 рівні F1 і F2 подано сукупно. Варто визначити окремі операційні критерії для кожного рівня та оцінити узгодженість експертного віднесення репрезентативного набору задач до відповідних категорій.

3. Апробація на 19 завершених протоколах за темою методу Крамера підтверджує працездатність прототипу, але не дає змоги оцінити переносність на інші розділи точних наук і педагогічну ефективність. Подальшу перевірку доцільно провести на кількох модулях із контрольною групою, попереднім, підсумковим та відкладеним тестуванням і розрахунком величини ефекту.

4. Показник покриття діагностичними моделями 87,5 % відображає частку дій, віднесених до відомих класів, але не точність класифікації. Доцільно описати формування еталонних міток, експертну перевірку та навести матрицю помилок або показники точності й повноти за класами.

5. Теоретичне обґрунтування квантового прискорення спирається на припущення про доступність оракулів і процедур підготовки стану. Слід урахувати витрати на побудову оракулу, кодування обмежень, підготовку та зчитування стану і визначити умови, за яких квадратичне прискорення зберігатиметься з урахуванням накладних витрат.

#### **Рецензентка Євгенія Соколова**

1. Масштабованість визначено вихідною вимогою, однак оцінювання прототипу зосереджено на функціональних сценаріях. Доцільно додати результати навантажувального тестування: час генерації задач, час перевірки відповідей та характеристики роботи за одночасної взаємодії кількох користувачів.

2. Формально верифікований навчальний контент продемонстровано переважно на методі Крамера. Для підтвердження переносності підходу варто навести повний приклад іншого класу, наприклад доведення властивості алгоритму або роботи з інваріантом, і описати

трасованість між Lean/Mathlib-артефактом, графом залежностей та сформованим HTML-матеріалом.

3. Для басівської моделі оцінювання знань недостатньо досліджено вплив початкових параметрів та їх змін на адаптивний вибір завдань. Доцільно провести аналіз чутливості моделі.

4. Інтеграцію великих мовних моделей із формальною верифікацією розкрито без достатнього оцінювання впливу генеративних моделей на якість контенту. Варто порівняти автоматично сформовані матеріали з матеріалами, підготовленими експертами.

5. Практична апробація не містить окремого дослідження користувацького досвіду роботи з формально верифікованим матеріалом. Доцільно залучити студентів без попереднього досвіду Lean/Mathlib та оцінити зрозумілість підказок, когнітивне навантаження, кількість помилкових дій і час опанування інтерфейсу.

#### **Офіційний опонент Андрій Єрохін**

1. Робота поєднує ITS, knowledge tracing, діагностику, формальну верифікацію, генерацію задач, мотиваційні механізми та квантово-орієнтовані ідеї. Аргументацію наукової новизни посилила б компактна порівняльна таблиця найближчих аналогів, їх обмежень, власних результатів і способів валідації.

2. Дані 19 завершених протоколів підтверджують працездатність прототипу, але не кількісно вимірюють педагогічний ефект. Доцільний експеримент із контрольною групою, попереднім, підсумковим і відкладеним вимірюванням, статистичними критеріями та розрахунком величини ефекту.

3. Заявлено підтримку точних наук у широкому сенсі, тоді як програмну апробацію зосереджено на методі Крамера. Слід чіткіше відокремити предметно незалежні компоненти технології від тих, що потребують адаптації для дискретної математики, аналізу, теорії алгоритмів або програмування.

4. Параметри BKT (slip, guess), вагові коефіцієнти функції корисності та правила об'єднання діагностичних ознак істотно впливають на поведінку системи. Варто докладніше описати їх емпіричне налаштування, ідентифікованість, чутливість і межі перенесення між навчальними темами.

5. Мотиваційна модель із цифровими винагородами та модель квантового прискорення подані як перспективні напрями. Потрібно чіткіше розмежувати реалізовані, концептуально обгрунтовані та заплановані результати, а також визначити критерії доцільності подальшого впровадження.

6. Інтеграцію Lean/Mathlib показано на корисному, але обмеженому прикладі. Доцільно ширше розкрити зіставлення природного студентського запису з формальним поданням, підтримку альтернативних правильних доведень і оброблення частково правильних проміжних кроків.

#### **Офіційна опонентка Оксана Шовкопляс**

1. Механізм переходу від діагнозу помилки до конкретного навчального впливу варто формалізувати: описати правила вибору підказки, повторного подання задачі, зміни складності або переходу до теоретичного пояснення.

2. Для басівського оновлення стану знань доцільно докладніше розкрити калібрування параметрів: які значення задаються експертно, які уточнюються за протоколами студентів і наскільки чутливою є навчальна траєкторія до їх зміни.

3. Інтеграція Lean/Mathlib потребує подальшого методичного й інженерного розвитку. Варто ширше описати межі застосовності формальної верифікації: які типи задач автоматизуються повністю, які потребують напівавтоматичного супроводу, а які поки не піддаються практичній формалізації.

4. Для прототипу «Мирна» бракує окремого аналізу масштабованості. Доцільно оцінити продуктивність зі зростанням кількості користувачів, надійність зовнішніх сервісів, вимоги до розгортання й резервного копіювання та сценарії інтеграції з LMS.

5. У мотиваційному компоненті з цифровими винагородами слід чіткіше відокремити педагогічно значущу мотивацію від формального накопичення винагород і передбачити запобігання стратегіям «проходження заради токена».

6. Оскільки система зберігає протоколи взаємодії, стани знань, помилки, підказки та навчальні траєкторії, доцільно розгорнуто подати політику роботи з освітніми даними:



анонімізацію, права доступу, строки зберігання, дослідницьке використання та захист приватності.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради.

«Проти» - членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Євдокимову Олександр Олександровичу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Окрема думка члена разової ради додається (не надходила).

Голова разової спеціалізованої вченої ради

Вячеслав ХАРЧЕНКО

Підпис голови разової спеціалізованої вченої ради Вячеслава ХАРЧЕНКА засвідчую

Учений секретар Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРЄВА