



ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Лящинського Павла Борисовича на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах» поданої на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Витяг

із протоколу засідання фахового семінару кафедри комп'ютерних наук
від 30 квітня 2026 р., протокол № 11

Присутні:

проректор з наукової роботи, доктор технічних наук, професор Дивак М.П., декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій, доктор технічних наук, доцент Якименко І.З., заступник декана факультету комп'ютерних інформаційних технологій, кандидат технічних наук, доцент Коваль В.С., завідувач кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук, професор Пукас А.В., доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат економічних наук, доцент Гончар Л.І., доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук, доцент Крепич С.Я., доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук, доцент Марценюк Є.О., доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук, доцент Войтюк І.Ф., старший викладач кафедри комп'ютерних наук, доктор філософії Тимчишин В.С., старший викладач кафедри комп'ютерних наук, доктор філософії Юшко А.В., професор кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук, професор Мельник А.М. (*рецензент*), професор кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук, професор Манжула В.І. (*рецензент*), завідувач кафедри комп'ютерної інженерії, кандидат технічних наук, доцент Дубчак Л.О., професор кафедри комп'ютерної інженерії, доктор технічних наук, професор Березький О.М. (*науковий керівник*), доцент кафедри комп'ютерної інженерії, кандидат технічних наук, доцент Піцун О.Й., доцент кафедри комп'ютерної інженерії, кандидат технічних наук, доцент Мельник Г.М., завідувач кафедри

патологічної анатомії з секційним курсом та судовою медициною ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського, доктор медичних наук, професор Сельський П.Р., завідувач кафедри автоматизованих систем управління НУЛП, доктор технічних наук, професор Теслюк В.М. (онлайн), професор кафедри автоматизованих систем управління НУЛП, доктор технічних наук, професор Цмоць І.Г. (онлайн), доцент кафедри систем штучного інтелекту НУЛП, доктор технічних наук, доцент Ізонін І.В. (онлайн), доцент кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, доктор технічних наук, доцент Лип'яніна-Гончаренко Х.В. (онлайн), доцент кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, кандидат технічних наук, доцент Осолінський О.Р. (онлайн), професор кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, доктор технічних наук, професор Комар М.П. (онлайн), заступник директора Навчально-наукового центру інформаційних технологій з питань інформаційного забезпечення адміністративного та навчального процесів Попик Ю.І. (онлайн), викладач Цапів Я.А.

З присутніх – 10 докторів наук, 8 кандидатів технічних наук, 1 кандидат економічних наук та 2 доктори філософії – фахівці за профілем поданої на розгляд дисертації.

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження Лящинського Павла Борисовича на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах» поданої на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення, щодо його наукової новизни, теоретичного та практичного значення результатів.

Слухали:

Доповідь здобувача Лящинського Павла Борисовича про результати дисертаційного дослідження.

Доповідач обґрунтував актуальність обраної теми, визначив мету, завдання, охарактеризував об'єкт та предмет дослідження, виклав основні наукові положення, що виносяться на захист.

Автором проведено аналіз існуючих методів, алгоритмів та програмних засобів автоматичного діагностування в онкології. Проведено порівняльний аналіз архітектур сучасних систем автоматичного діагностування в медицині та встановлено, що більшість комерційних рішень мають закриту монолітну структуру, що обмежує їх адаптацію до нових медичних протоколів. Доведено, що методи на основі глибоких нейронних мереж демонструють вищу точність та кращу узагальнюючу здатність порівняно з класичними алгоритмами комп'ютерного зору. Виявлено критичну потребу у розробці гнучких програмних архітектур, що здатні інтегрувати нейромережеві моделі та експертні знання. На основі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність

створення програмної системи автоматичного діагностування раку грудної залози з модульною архітектурою.

Також здобувачем описано розроблений метод автоматичного діагностування типів раку грудної залози. Нова методика відрізняється від існуючих тим, що ґрунтується на багатокласовій класифікації гістологічних зображень із застосуванням оптимізованої архітектури згорткової нейронної мережі та розширеного за допомогою дифузійної моделі набору зображень. Використання такого підходу забезпечило збільшення точності ідентифікації патологічних станів.

Після цього автором описано розроблений метод автоматичного діагностування підтипів раку грудної залози. Нова методика відрізняється від існуючих тим, що базується на вдосконаленій архітектурі U-Net мережі, алгоритмі визначення кількісних характеристик мікрооб'єктів та продукційній моделі діагностичних знань. Використання такого підходу дозволило автоматизувати процес постановки діагнозу на основі імуногістохімічних зображень згідно з клінічними протоколами.

Далі здобувачем наведено архітектуру розробленої програмної системи автоматичного діагностування раку грудної залози. Нова архітектура відрізняється від існуючих тим, що доповнена модулями синтезу зображень, обчислення кількісних характеристик, автоматичного діагностування (модуль-оркестратор), оцінювання подібності зображень. Розроблена архітектура забезпечує комплексність та адаптивність процесу діагностування.

Наостанок, наведено результати апробації та оцінки продуктивності розробленої програмної системи: інтегральний показник якості склав $Q = 0,8464$, а цикломатична складність $M = 33$. Впровадження централізованого модуля-оркестратора, що координує роботу всіх діагностичних модулів, підтримує обробку невизначених станів та забезпечує відокремлення клінічних знань від обчислювального ядра, дозволяє системі бути надійною, супроводжуваною та придатною до клінічного застосування.

Після завершення доповіді Лящинського П.Б. присутніми були поставлені такі запитання:

к.т.н., доц. Мельник Г.М.: Скажіть, будь ласка, що таке діагностування в медичній системі і в чому різниця між автоматичним і автоматизованим діагностуванням?

Відповідь: Медичне діагностування в контексті інформаційних систем – це процес перетворення вхідних даних у діагностичне рішення шляхом аналізу морфологічних, імуногістохімічних чи інших ознак. Автоматизоване діагностування розглядається як людино-машинний процес підтримки прийняття рішень. Тут програмна система виступає як інструмент, що виконує рутинні обчислення, щоб нівелювати суб'єктивізм візуальної оцінки лікаря. Автоматичне діагностування – це повний функціональний цикл, де система самостійно виконує класифікацію, сегментацію та формує попередній

діагностичний висновок без безпосереднього втручання оператора на проміжних етапах.

д-р філософії, ст. викл. Юшко А.В.: Які нейронні мережі ви обрали для класифікації та сегментації?

Відповідь: Вибір фінальних архітектур базувався на результатах багатокритеріального аналізу та кількох етапів експериментальних досліджень. Особливістю підходу є те, що я не просто використав готові моделі, а застосував автоматизований пошук архітектур. Це дозволило на основі RegNet та Attention U-Net отримати оптимізовані конфігурації, які найкраще адаптовані саме під специфіку датасету.

к.т.н., доц. Піцун О.Й.: Яким чином забезпечується масштабованість системи, враховуючи її монолітну архітектуру та ресурсомісткі задачі нейронних мереж?

Відповідь: Програмна система BRECCAD спроектована за принципом модульного моноліту з чітким розділенням зон відповідальності. Оскільки систему можна розгортати в хмарному середовищі, то це дозволяє балансувати обчислювальні ресурси відповідно до навантаження. Використання прикладного програмного інтерфейсу (API) забезпечує легку інтеграцію нових модулів без перепроєктування всієї архітектури.

д.мед.н., проф. Сельський П.Р.: В чому відмінність між термінами «типи» та «підтипи» раку у вашому дослідженні?

Відповідь: У дисертаційному дослідженні ці терміни вживаються відповідно до класифікації ВООЗ та завдань, які виконує система BRECCAD на різних етапах аналізу. Під типами (та ступенями злоякісності) мається на увазі морфологічна класифікація за Ноттінгемською шкалою. В роботі ми аналізували зображення інвазивної протокової карциноми, де система за допомогою нейромережі проводить класифікацію ступенів G1, G2 та G3. Це базується на аналізі структури тканини, атипії ядер та мітотичної активності. Під підтипами мається на увазі молекулярно-біологічну класифікацію, яка базується на результатах імуногістохімічного (ІГХ) аналізу. Програмна система розраховує експресію маркерів (ER, PR, HER2, Ki-67) для диференціації таких підтипів: Люмінальний А, Люмінальний Б, HER2-позитивний та Базальноподібний (тричі негативний).

д-р філософії, ст. викл. Тимчишин В.С.: Поясніть, що означає «архітектурна якість» при розрахунку інтегрального показника якості розробленої системи?

Відповідь: Під поняттям «архітектурна якість» у контексті розрахунку інтегрального показника мається на увазі сукупність характеристик системи, що відповідають стандарту ISO 25010, зокрема такі атрибути, як супроводжуваність, функціональна придатність та відмовостійкість. У дисертаційному дослідженні інтегральний показник формується як зважена сума різних характеристик. Оскільки я розробляв медичну систему, вагові коефіцієнти були розподілені з пріоритетом на діагностичну достовірність.

Модулі «Сегментація» та «Класифікація» отримали вищу вагу, оскільки вони безпосередньо впливають на точність обчислення кількісних параметрів і, як наслідок, на верифікацію типу та підтипу раку. Саме сегментація є критично важливим етапом для подальшого формування діагнозу. Архітектурна якість оцінювалася з меншим ваговим коефіцієнтом у загальному показнику, проте вона є необхідною умовою для масштабованості системи. Таким чином, архітектурна якість відображає технічну досконалість програмного коду та структури системи, що забезпечує її надійну експлуатацію, тоді як інтегральний показник дає змогу оцінити ефективність всієї системи BRECCAD як єдиного інструменту діагностики.

к.т.н., доц. Піцун О.Й.: Поясніть сутність двоетапної оптимізації архітектури нейронної мережі. Наскільки я розумію, це складова вашої новизни, так?

Відповідь: Так, двоетапна оптимізація архітектури для класифікації є ключовим елементом наукової новизни мого дослідження. Вона базується на методології автоматизованого пошуку нейромереж (NAS). На першому етапі генетичний алгоритм шукав оптимальну структуру базового блоку – комірки. Комірка складається з набору операцій та внутрішніх зв'язків між ними. Було важливо знайти таку комбінацію шарів у межах однієї комірки, яка забезпечує найкраще вилучення ознак із гістологічних зображень. Після визначення кращої комірки я перейшов до другого етапу – формування повної архітектури мережі. На основі генетичного алгоритму було оптимізовано кількість таких комірок, їхню послідовність та глобальні зв'язки між ними. Використання такого підходу значно скоротило час на навчання мережі порівняно з прямим пошуком всієї архітектури «з нуля» та дозволило отримати модель, яка перевершує класичні аналоги у точності диференціації підтипів раку.

к.т.н., доц. Мельник Г.М.: Які переваги та недоліки має використання глибоких нейронних мереж для класифікації та сегментації біомедичних зображень порівняно із класичними методами комп'ютерного зору?

Відповідь: На відміну від класичних методів, де ознаки потрібно задавати вручну, нейромережі самі виявляють складні морфологічні патерни на гістологічних знімках. Це дозволяє уникати людського фактору та суб'єктивізму при описі атипії клітин. Завдяки глибоким архитектурам мережі здатні вловлювати нелінійні залежності, що критично для точної диференціації підтипів раку. Щодо недоліків, то основними є потреба у великих датасетах, обчислювальна складність та чутливість до даних.

д.т.н., проф. Манжула В.І.: Ви використовуєте багато різних методів, зокрема методи оптимізації. Що було критерієм зупинки генетичних алгоритмів у процесі оптимізації?

Відповідь: Основним критерієм зупинки була задана кількість поколінь генетичного алгоритму. Оскільки пошук архітектури нейромереж (NAS) є надзвичайно ресурсомістким процесом, кількість ітерацій була обмежена

збалансованим показником, який дозволяв охопити достатній простір пошуку без критичних витрат часу.

д.т.н., проф. Дивак М.П.: Чому ви обрали саме генетичні алгоритми, а не інші методи оптимізації, наприклад, байєсівську оптимізацію чи метод рою часток?

Відповідь: Я обрав генетичні алгоритми, зокрема алгоритм регуляризованої еволюції, тому що архітектура нейромережі – це набір чітких виборів (наприклад, 3 шари або 4), а не плавна шкала. Для таких ступінчастих задач неможливо вирахувати напрямок руху (градієнт), тому методи на кшталт байєсівської оптимізації тут працюють гірше. Генетичний підхід дуже гнучкий: він дозволив закодувати структуру мережі як генотип, де я окремо налаштовував внутрішню будову комірок і загальну глибину мережі. Крім того, цей метод не «застрягає» в першому непоганому рішенні, а шукає найкращий варіант по всьому простору, що для моєї системи було критично важливим.

д.т.н., проф. Мельник А.М.: Чим ви можете підтвердити досягнення мети та перевагу вашої системи над існуючими аналогами?

Відповідь: Досягнення мети підтверджується результатами порівняльного аналізу функціональних можливостей розробленої системи з комерційними аналогами. Розроблена система демонструє перевагу за рахунок глибини та специфіки аналізу. Більшість комерційних систем орієнтовані на радіологічні дослідження (КТ, МРТ, мамографія) для пошуку макроструктурних аномалій. Система BRECCAD реалізує аналіз на клітинному та молекулярному рівнях, працюючи безпосередньо з гістологічними та імуногістохімічними (ІГХ) зображеннями. Це дозволяє не просто виявити пухлину, а й верифікувати її підтип, що є критичним для вибору протоколу лікування. На відміну від аналогів, BRECCAD реалізує багаторівневий цикл: від автоматичної сегментації ІГХ-зрізів та обчислення кількісних характеристик експресії маркерів до фінальної класифікації підтипів раку. В аналогах ці функції зазвичай відсутні або потребують ручного втручання. Розроблений підхід є науково складнішим, оскільки він базується на аналізі біологічно значущих ознак, а не лише на візуальних патернах знімків. Якщо аналоги створені переважно для радіологів, то BRECCAD є спеціалізованим інструментом для патоморфологів та онкологів, що заповнює існуючу нішу автоматизації лабораторної діагностики. Таким чином, перевага розробленої системи підтверджена не суб'єктивно, а шляхом співставлення функціонального набору, де BRECCAD виконує специфічні задачі сегментації та молекулярного профілювання, які не реалізовані у розглянутих комерційних продуктах.

д-р філософії, ст. викл. Юшко А.В.: Де ви взяли датасети для навчання нейронних мереж?

Відповідь: Оригінальні малі вибірки імуногістохімічних та гістологічних зображень отримані в результаті наукової співпраці з кафедрою патологічної

анатомії з секційним курсом та судовою медициною Тернопільського національного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського (завідувач кафедри – д.мед.н., професор Сельський П.Р.). Активну участь у дослідженні як експерт-консультант брала к.мед.н. Дацко Т.В., яка здійснювала верифікацію патоморфологічних діагнозів та експертну оцінку імуногістохімічного статусу зразків.

д.т.н., проф. Теслюк В.М.: Як ви забезпечили захист персональних даних пацієнтів при роботі з медичними зображеннями? Чи не було порушено конфіденційність?

Відповідь: Важливо зазначити, що для дослідження ми отримували від Тернопільського національного медичного університету уже повністю анонімізовані зображення. Будь-які персональні метадані пацієнтів були видалені джерелом даних до моменту їх передачі для обробки. Кожне зображення в нашому датасеті ідентифікувалося виключно внутрішнім кодом та відповідним діагностичним класом (G1, G2, G3 або відповідним ІГХ-підтипом), що унеможлиблює ідентифікацію особи. Додатковим рівнем етичної безпеки стало використання 15 000 синтезованих зображень, згенерованих дифузійною моделлю. Ці дані за своєю природою не мають прив'язки до реальних пацієнтів, що дозволяє вільно використовувати їх для навчання та тестування нейромереж без ризиків порушення приватності.

д.т.н., проф. Комар М.П.: Як у спроектованому програмному забезпеченні забезпечуються відтворюваність результатів, збереження наборів даних, моделей, масок сегментації та діагностичних висновків?

Відповідь: Програмне забезпечення інтегроване з базою даних та файловим сховищем, де зберігаються не лише вихідні зображення, а й згенеровані маски сегментації та фінальні діагностичні висновки. Це дозволяє в будь-який момент повернутися до конкретного клінічного випадку для ревізії. Усі оптимізовані за допомогою генетичних алгоритмів архітектури зберігаються у вигляді файлів. Система дозволяє завантажувати конкретну збережену модель для проведення класифікації чи сегментації, що гарантує ідентичність результатів при повторних запусках на тих самих даних. Архітектура системи та параметри навчання нейромереж чітко задокументовані. Це дає змогу іншому спеціалісту з машинного навчання повністю відтворити архітектуру нейромережі на основі моїх описів та отримати аналогічні результати на тих самих тестових вибірках.

к.т.н., доц. Коваль В.С.: Чому для оцінки класифікації ви використовуєте лише Accuracy, а не F1-score чи Precision/Recall?

Відповідь: Основним аргументом на користь використання Accuracy є повна збалансованість датасету. Після етапу розширення за допомогою дифузійної моделі було отримано по 5 000 зображень для кожного з трьох класів (G1, G2, G3). За таких умов математичне значення F1-score практично еквівалентне Accuracy, проте остання є більш інтерпретованою та зрозумілою для кінцевих користувачів системи – лікарів-онкологів. Щоб унеможливити

зміщення моделі в бік одного з класів, я додатково розраховував показники точності для кожного класу окремо за принципом One-vs-Rest. Це дозволило переконатися, що система однаково ефективно класифікує кожен підтип раку. Також варто підкреслити специфіку вхідних даних: вибірка містила виключно патологічні зображення. Система навчалася не просто розрізняти «хворого» від «здорового», а проводити глибоку диференціальну діагностику між різними ступенями злоякісності (G1, G2, G3). У такому середовищі, де кожен об'єкт апіорі є цільовим класом, Accuracy стає об'єктивним мірилом здатності моделі вловлювати тонкі морфологічні відмінності між підтипами патології. Це підтверджує, що висока точність є результатом розпізнавання складних біологічних ознак, а не просто виявлення наявності аномалії як такої.

Після відповідей дисертанта з характеристикою його наукової зрілості виступив **науковий керівник, доктор технічних наук, професор Березький Олег Миколайович**.

У висновку зазначено про актуальність теми дослідження, публікацію наукових статей та апробацію результатів дослідження.

Як показав аналіз змісту наукової розробки, тема дисертаційної роботи Лящинського П.Б. «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах», є актуальною, оскільки вона стосується розв'язку важливої задачі розроблення та вдосконалення методів і програмних засобів для підвищення точності сегментації та класифікації біомедичних зображень. Розв'язування цієї задачі дозволить підвищити достовірність постановки діагнозу в онкології.

У дисертації Лящинський П.Б. запропонував та обґрунтував: метод діагностування типів раку грудної залози із застосуванням оптимізованої архітектури згорткової нейронної мережі та розширеного за допомогою дифузійної моделі набору зображень; метод діагностування підтипів раку грудної залози на основі вдосконаленої архітектури U-Net мережі, алгоритмі визначення кількісних характеристик мікрооб'єктів та продукційній моделі діагностичних знань. На підставі розроблених методів було спроектовано та реалізовано програмну систему для автоматичної постановки діагнозу на основі аналізу гістологічних та імуногістохімічних зображень. Все вище викладене є самостійною розробкою дисертанта, що складає базові елементи наукової новизни та практичної цінності дисертаційної роботи.

У процесі виконання дисертаційної роботи Лящинський П. Б. проявив вміння самостійно вирішувати складні наукові та технічні задачі. Він на високому рівні володіє теорією нейронних мереж, методами машинного навчання, а також сучасними технологіями розробки програмного забезпечення, зокрема вебтехнологіями, базами даних, бібліотеками із реалізаціями використаних методів. Має достатні знання в галузі інженерії програмного забезпечення та значний досвід їх практичного застосування. Багаторазово апробував отримані наукові результати на міжнародних науково-технічних конференціях та в процесі виконання науково-дослідних проектів, у

яких він був виконавцем. Варто відзначити володіння дисертантом на високому рівні англійською мовою, яке він підтверджував під час опрацювання наукової літератури та виступів на міжнародних конференціях.

У висновку науковий керівник зазначив, що дисертація Ляцинського П.Б. є завершеною та самостійною роботою і може бути рекомендована до захисту у спеціалізованій вченій раді.

Після цього слово було надано **рецензентам** дисертаційної роботи:

д.т.н., проф. Манжула В.І.: Дисертація є наукомісткою та ґрунтовною працею. Автор продемонстрував високий рівень підготовки, вдало поєднавши глибокі знання з медицини з методами штучного інтелекту та інженерії програмного забезпечення. Робота справляє позитивне враження завдяки масштабному обсягу проведених теоретичних та емпіричних досліджень і повністю відповідає профілю спеціальності. Основним внеском є створення цілісної функціональної системи, яка інтегрує сучасні інформаційні технологічні рішення для потреб медицини. Особливо відзначено розробку прикладного програмного забезпечення, що відповідає вимогам спеціальності.

Наукова новизна полягає у розробці методів діагностування раку грудної залози, а також у вдосконаленні архітектур нейронних мереж. Робота має подвійну цінність: покращення технічних процесів обробки даних (сегментація та класифікація) та підвищення достовірності постановки онкологічних діагнозів. Автор вирішив одну з найскладніших задач у галузі нейромереж – автоматизований пошук та вибір оптимальної архітектури, що є вагомим науковим результатом.

Практична значущість підтверджена розробкою діючої програмної системи. Важливою перевагою є наявність авторського свідоцтва на систему «BRECCAD», що документально підтверджує практичну цінність розробки. Науковий доробок здобувача є солідним і містить 22 публікації, що свідчить про широке визнання результатів у науковій спільноті.

Робота є завершеною, містить значну наукову новизну та практичну цінність.

д.т.н, проф. Мельник А.М.: Наразі дисертація повністю відповідає профілю спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». Вона виглядає як цілісний інженерний проєкт і може впевнено подаватися на розгляд до спеціалізованої вченої ради.

Стосовно формальних ознак: актуальність теми беззаперечна, а показники щодо публікацій та впроваджень результатів відповідають усім вимогам.

Наукова новизна полягає у вдосконаленні методів проєктування прикладних систем. Зокрема, це стосується розробки архітектурних рішень. Це важливий крок для підвищення точності діагностування, який реалізований саме через інструменти інженерії програмного забезпечення.

Також хочу відзначити високий професійний рівень здобувача. Ляцинський П.Б. продемонстрував себе як готовий спеціаліст та досвідчений

програміст. Він дуже легко інтерпретує складні технічні моменти, швидко опрацьовує зауваження та інтегрує нові результати у систему. Доповідь була якісною, а рівень володіння матеріалом не викликає сумнівів.

Підтримую цю роботу і вважаю, що її можна представляти на наступних етапах.

Дисертація Лящинського П.Б. на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах», може бути рекомендована до розгляду та проведення захисту з метою присудження йому ступеня доктора філософії.

У процесі дискусії слово було надано **завідувачу кафедри патологічної анатомії із секційним курсом та судовою медициною ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського, д.мед.н., проф. Сельському П.Р.:** Робота знаходиться на стику двох надзвичайно важливих галузей – медицини та інформаційних технологій. Як фахівець, що безпосередньо займається діагностикою, хочу наголосити, що представлені розробки є вкрай важливими та актуальними для практичної охорони здоров'я.

Запропоновані технічні інновації та кінцевий програмний продукт дозволяють суттєво автоматизувати рутинні процеси. Європейський досвід показує, що впровадження подібних інформаційних систем дозволяє заощаджувати до 70% робочого часу медичного персоналу завдяки автоматизації аналізу та перевірки даних. Це колосальний ресурс, який тепер можна спрямувати на складні клінічні випадки.

В роботі простежується низка нових підходів, які для технічних фахівців є інженерним досягненням, а для нас, медиків – інноваційним інструментом діагностики. Дизайн дослідження та вибір об'єкта аналізу (онкопатологія грудної залози) є надзвичайно точними. Система «BRECCAD» вже зараз демонструє високу ефективність, що підтверджено апробацією та спільними з медиками публікаціями.

Програмна система буде незамінним помічником для онкологів, патоморфологів та радіологів. Вона допомагає звести воєдино складні методи діагностики в один функціональний інструмент.

Високо цінуючи цю роботу, хочу надати їй позитивну оцінку. Вона має безсумнівну наукову новизну, але, що найголовніше для нас – вона має величезну практичну значущість для сучасної медицини. Вважаю, що здобувач є сформованим фахівцем, а робота заслуговує на підтримку.

Після цього слово було надано **завідувачу кафедри автоматизованих систем управління, д.т.н., проф. Теслюку В.М.:** Представлена робота справляє надзвичайно позитивне враження своєю комплексністю та глибиною опрацювання. Варто відзначити високий рівень отриманих результатів, які мають як вагоме значення для медицини, так і демонструють фахову майстерність у галузі інженерії програмного забезпечення.

Ми побачили реалізацію повного життєвого циклу розробки інтелектуальної системи: від глибокого аналізу предметної області та

формалізації вимог до проєктування масштабованої архітектури. Особливої уваги заслуговує те, що здобувач не обмежився лише теоретичними моделями, а продемонстрував їх дієву реалізацію, включаючи візуалізацію методів сегментації та класифікації.

Це цілісне дослідження, де наукова новизна підкріплена реальним програмним продуктом. Вважаю роботу цілком зрілою, тому повністю підтримую цю дисертацію.

На підставі результатів обговорення присутні на засіданні

Постановили:

Прийняти висновок щодо дисертаційної роботи Лящинського Павла Борисовича на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах» як такої, що відповідає вимогам, які заявлені до дисертації.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Обґрунтування вибору теми дослідження. Рак грудної залози залишається однією з головних онкологічних проблем як в Україні, так і в світі, що вимагає точної діагностики. За даними Національного реєстру ракових захворювань, рак грудної залози посідає перше місце в структурі захворюваності та смертності серед жінок. Водночас офіційні дані за 2020-2023 роки можуть бути заниженими через війну та порушення реєстрації, що підкреслює масштаб і актуальність проблеми для української системи охорони здоров'я.

Отже, актуальність наукових досліджень пояснюється такими причинами:

1. Рак грудної залози залишається однією з головних онкологічних проблем як в Україні, так і в світі, що вимагає точної діагностики.
2. Для діагностики онкологічних захворювань використовуються біомедичні зображення, опрацювання яких є трудомістким процесом.
3. Вибірки біомедичних зображень є малими, що спричиняє додаткові труднощі для процесу автоматичного діагностування.

За останні десятиліття комп'ютерна діагностика стала перспективним напрямом наукових досліджень і практичних розробок. Її основна мета – підвищити точність та достовірність постановки діагнозу, використовуючи медичні сигнали та зображення. Завдяки передовим технологіям штучного інтелекту, алгоритмам машинного навчання і глибокого навчання, діагностику можна зробити більш зручною, активною, ефективною і персоналізованою. Системи штучного інтелекту можуть діагностувати захворювання на основі

медичних даних малих вибірок та історій хвороби, навіть у випадках з прихованими специфічними симптомами.

Найпоширенішими підходами до діагностування є такі:

1. Підхід, який базується на використанні методів і алгоритмів комп'ютерного зору. Дані системи є автоматизованими. Використання алгоритмів на низькому, середньому та високому рівнях вимагають налаштування параметрів алгоритмів.
2. Другий підхід базується на використанні глибокого машинного навчання. Програмні системи, які побудовані на цьому підході є автоматичними.

Проте підхід для автоматичного діагностування, який базується на основі глибоких нейронних мереж, має ряд недоліків:

1. Для ефективного застосування нейронних мереж для задач медичного діагностування необхідно спроектувати архітектуру нейронної мережі, зібрати велику навчальну вибірку зображень та навчити нейронну мережу. Всі три задачі потребують окремого пророблення для кожних нових класів зображень.
2. Наявні глибокі нейронні мережі мають недостатню точність класифікації та сегментації медичних зображень.
3. Існуючі відомі програмні засоби та бібліотеки для автоматичного діагностування мають обмеження у застосуванні технології штучного інтелекту.

Запропонований гібридний підхід передбачає використання технології глибоких нейронних мереж і алгоритмів комп'ютерного зору для постановки діагнозу і має такі переваги:

1. Для задач класифікації та сегментації використовуються глибокі мережі, які побудовані на основі CNN.
2. На останньому етапі постановки діагнозу використовуються алгоритми комп'ютерного зору та моделі діагностичних знань.

Отже, актуальною науково-прикладною задачею є розроблення та вдосконалення методів і програмних засобів для підвищення точності сегментації та класифікації біомедичних зображень, що забезпечує підвищення достовірності постановки діагнозу в онкології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалася в межах пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки «Інформаційні та комунікаційні технології», визначеного Законом України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», а також згідно з планом науково-дослідних робіт Західноукраїнського національного університету. Зокрема, наукові дослідження виконувалися в рамках держбюджетних та господарських наукових тем кафедри комп'ютерної інженерії ЗУНУ:

- «Гібридна інтелектуальна інформаційна технологія діагностування передракових станів молочної залози на основі аналізу зображень» (державний реєстраційний номер 0116U002500);
- «Виконання завдань Перспективного плану розвитку наукового напрямку “Технічні науки” Західноукраїнського національного університету» (державний реєстраційний номер 0121U114705);
- «Розробка методів, алгоритмів та програмних засобів синтезу та класифікації біомедичних зображень» (державний реєстраційний номер 0121U108937).

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є розроблення та вдосконалення методів і програмних засобів на основі технології глибокого навчання для підвищення точності сегментації та класифікації біомедичних зображень, що забезпечує підвищення достовірності постановки діагнозу в онкології.

Для досягнення зазначеної мети встановлено такі завдання дослідження:

- проаналізувати архітектури програмних систем комп’ютерного діагностування в медицині та провести порівняльний аналіз класичних та нейромережових методів сегментації та класифікації біомедичних зображень для вибору базових архітектур моделей;
- розробити метод автоматичного діагностування раку грудної залози за ступенем диференціації на основі оптимізованої архітектури згорткової нейронної мережі;
- вдосконалити архітектуру згорткової нейронної мережі для підвищення точності класифікації гістологічних зображень;
- вдосконалити архітектуру мережі типу U-Net для підвищення точності сегментації мікрооб’єктів імуногістохімічних зображень;
- розробити метод діагностування підтипів раку грудної залози на основі кількісних характеристик мікрооб’єктів імуногістохімічних зображень та продукційної моделі діагностичних знань;
- спроектувати архітектуру програмної системи автоматичного діагностування та здійснити програмну реалізацію розроблених методів;
- провести експериментальну перевірку ефективності системи за показниками точності діагностики та якості програмного забезпечення.

Об’єкт дослідження – процеси діагностування в онкології.

Предмет дослідження – методи і програмні засоби автоматичного діагностування в онкології.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети та реалізації завдань дослідження використано: теорію нейронних мереж, методи машинного навчання для проектування архітектур нейронних мереж; моделі знань для представлення діагностичних знань; бібліотеки та фреймворки машинного навчання для програмної реалізації нейронних мереж; принципи об’єктно-орієнтованого програмування та теорії алгоритмів для програмної

реалізації системи автоматичного діагностування; міжнародний стандарт для оцінки якості програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. У межах дисертаційної роботи *вперше*:

- розроблено метод багатокласової класифікації гістологічних зображень для діагностування раку грудної залози за ступенем диференціації, який, на відміну від існуючих, базується на застосуванні оптимізованої архітектури згорткової нейронної мережі та розширеного за допомогою дифузійної моделі наборі зображень, що забезпечило підвищення достовірності діагностування;

- розроблено метод аналізу імуногістохімічних зображень для діагностування підтипів раку грудної залози, який, на відміну від існуючих, базується на вдосконаленій архітектурі U-Net мережі, алгоритмі визначення кількісних характеристик мікрооб'єктів та продукційній моделі діагностичних знань, що дозволило автоматизувати процес постановки діагнозу;

удосконалено:

- архітектуру U-Net мережі для сегментації імуногістохімічних зображень шляхом оптимізації гіперпараметрів на основі генетичних алгоритмів: глибини мережі, розміру базового фільтра та темпу навчання, що забезпечило підвищення точності сегментації;

- архітектуру згорткової нейронної мережі для класифікації гістологічних зображень шляхом оптимізації, на основі генетичних алгоритмів, кількості операцій та зв'язків між ними на мікро- та макрорівнях, що дозволило підвищити точність класифікації;

набула подальшого розвитку:

- архітектура програмних систем автоматичного діагностування, яка, на відміну від існуючих аналогів, доповнена модулями синтезу зображень, обчислення кількісних характеристик, автоматичного діагностування та оцінювання подібності зображень, що забезпечило комплексність та адаптивність процесу діагностування. Архітектурне рішення базується на принципі слабкої зв'язності компонентів та впровадженні стандартизованого програмного інтерфейсу для доступу до функціоналу системи.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються. Наукова обґрунтованість та достовірність основних положень дисертації забезпечувалась за допомогою загальнонаукових і спеціальних методів наукових досліджень. Це включало в себе використання актуальної інформації з вітчизняних і міжнародних джерел. Сукупність методів включала не лише теоретичні аспекти, а й практичні дослідження, які сприяли отриманню кінцевих результатів.

Методи, використані для проведення досліджень, застосовуються для створення модульної архітектури та реалізації програмного забезпечення.

Практичне значення роботи. Теоретичні та прикладні результати дисертаційної роботи використано:

– в українській компанії ТОВ «Апіко Девелопмент» (м. Тернопіль) у процесі розроблення та впровадження програмного забезпечення, що включає інтеграцію запропонованих архітектурних рішень (акт про впровадження результатів дисертаційної роботи від 4 березня 2026 р.);

– в освітньому процесі Західноукраїнського національного університету на кафедрі комп'ютерної інженерії при викладанні дисциплін: «Дослідження комп'ютерних систем штучного інтелекту», «Комп'ютерні системи штучного інтелекту», «Методи та засоби генеративного інтелекту», «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів», «Технології глибокого машинного навчання», «Проектування інтернет-додатків для комп'ютерної інженерії» (акт про впровадження в освітній процес від 9 лютого 2026 р.);

– в ТОВ «Інститут біомедичних технологій» для автоматизації процесу аналізу гістологічних та імуногістохімічних зображень (акт про впровадження результатів дисертаційної роботи від 20 січня 2026 р.);

– в НДЧ ЗУНУ при виконанні: держбюджетної розробки «Гібридна інтелектуальна інформаційна технологія діагностування передракових станів молочної залози на основі аналізу зображень» (державний реєстраційний номер 0116U002500); держбюджетної роботи «Виконання завдань Перспективного плану розвитку наукового напрямку “Технічні науки” Західноукраїнського національного університету» (державний реєстраційний номер 0121U114705); науково-дослідної роботи, яка виконувалася професорсько-викладацьким персоналом, докторантами, аспірантами та здобувачами наукового ступеня кафедри комп'ютерної інженерії ЗУНУ в межах основного робочого часу: «Розробка методів, алгоритмів та програмних засобів синтезу та класифікації біомедичних зображень» (державний реєстраційний номер 0121U108937) (довідка від 24 лютого 2026 р.).

Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 22 наукових праці: сім статей у наукових фахових періодичних виданнях України (з них: одна стаття – у науковому фаховому періодичному виданні України, що входить до наукометричної бази Web of Science; одна стаття – у науковому фаховому періодичному виданні України, що входить до наукометричної бази Scopus); одна стаття на іноземному сервісі arXiv.org (Cornell University); тринадцять публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових, науково-технічних конференцій (три із них входять до наукометричної бази Scopus); авторське право на твір.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати:

1. Березький, О.М., Лящинський, П.Б., Лящинський, П.Б., Сухович, А.Р., Долинюк, Т.М., 2019. Синтез біомедичних зображень на підставі

генеративно-змагальних мереж. Український журнал інформаційних технологій 1 (1), 35–40.

Здобувачем проведено експериментальний аналіз та оформлено результати дослідження.

2. Liashchynskyi, P., Liashchynskyi, P., 2023. Analysis of metrics for GAN evaluation. Computer Systems and Information Technologies 4, 44–51.

Здобувачем проведено експериментальний аналіз та оформлено результати дослідження.

3. Berezsky, O.M., Liashchynskyi, P.B., 2024. Development of the architecture of a computer aided diagnosis system in medicine. Applied Aspects of Information Technology 7 (4), 359–369.

Здобувачем спроектовано архітектуру програмної системи автоматичного діагностування раку грудної залози.

4. Лящинський, П.Б., Березький, О.М., 2024. Системи комп'ютерного діагностування: методи та засоби. Український журнал інформаційних технологій 6 (2), 57–63.

Здобувачем обґрунтовано методологічні підходи до побудови систем автоматичного діагностування на основі методів глибокого навчання.

5. Liashchynskyi, P.B., 2025. Classification of histological images based on convolutional neural networks. Radio Electronics, Computer Science, Control 4, 116–128. (Web of Science)

6. Berezsky, O., Liashchynskyi, P., Liashchynskyi, P., Selskyu, P., 2025. Devising a comprehensive approach to diagnosing breast cancer subtypes automatically based on deep neural networks. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 6 (2(138)), 15–25. (Scopus)

Здобувачем вдосконалено архітектуру нейронної мережі на базі моделі U-Net та розроблено алгоритм автоматичного обчислення кількісних характеристик мікрооб'єктів для верифікації молекулярних підтипів пухлин.

7. Berezsky, O.M., Liashchynskyi, P.B., 2025. Software system for automatic diagnosis of breast cancer. Ukrainian Journal of Information Technology 7 (2), 35–43.

Здобувачем спроектовано та описано програмну реалізацію системи автоматичного діагностування раку грудної залози.

8. Liashchynskyi, P.B., Liashchynskyi, P.B., 2019. Grid Search, Random Search, Genetic Algorithm: A Big Comparison for NAS. arXiv preprint abs/1912.06059.

Здобувачем проведено експериментальний аналіз та оформлено результати дослідження.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Berezsky, O., Pitsun, O., Dubchak, L., Liashchynskyi, P., Liashchynskyi, P., 2018. GPU-based biomedical image processing. In: 2018 XIV-th

International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), pp. 96–99. IEEE. (Scopus)

Здобувачем проведено експериментальний аналіз та оформлено результати дослідження.

2. Березький, О.М., Пісун, О.Й., Лящинський, П.Б., Лящинський, П.Б., Долинюк, Т.М., 2017. Інтелектуальна система автоматизованої мікроскопії аналізу гістологічних та цитологічних зображень. Штучний інтелект 2, 129–141.

Здобувачем програмно реалізовано модулі інтелектуальної системи.

3. Berezsky, O., Liashchynskyi, P., Pitsun, O., Liashchynskyi, P., Berezkyu, M., 2022. Comparison of deep neural network learning algorithms for biomedical image processing. In: CEUR Workshop Proceedings, vol. 3302, pp. 135–145. 5th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, Lyon, France. (Scopus)

Здобувачем проведено експериментальний аналіз алгоритмів та оформлено результати дослідження.

4. Лящинський, П.Б., Лящинський, П.Б., 2022. Штучний інтелект в системах діагностики пацієнтів. In: VI Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі», р. 24. Тернопіль, Україна.

Здобувачем проведено аналіз процесу встановлення діагнозу.

5. Лящинський, П.Б., 2023. Інтеграція штучного інтелекту в медичній діагностиці. In: VIII Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі», р. 35. Тернопіль, Україна.

6. Лящинський, П.Б., Лящинський, П.Б., 2023. Використання систем автоматизованої мікроскопії для покращення аналізу біомедичних зображень. In: Економічний і соціальний розвиток України в XXI столітті: національна візія та виклики глобалізації, р. 729.

Здобувачем проведено аналіз біомедичних зображень.

7. Лящинський, П.Б., 2024. Аналіз медичних систем комп'ютерної діагностики. In: IX Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі», pp. 36–37. Тернопіль, Україна.

8. Berezsky, O., Liashchynskyi, P., Liashchynskyi, P., 2024. Diagnostic methods and tools in medical systems. In: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Computational Intelligence and Smart Systems» (CISS-2024), pp. 24–26. ATB Publishing.

Здобувачем проаналізовано архітектури систем комп'ютерного діагностування та систем підтримки прийняття рішень в медицині.

9. Лящинський, П.Б., 2024. Архітектура системи комп'ютерного діагностування. In: Всеукраїнська науково-практична конференція студентів,

аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі», pp. 32–33. Тернопіль, Україна.

10. Лящинський, П.Б., 2025. Глибоке навчання в медичній діагностиці. In: II Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі», pp. 58–61. Тернопіль, Україна.

11. Liashchynskyi, P., 2025. Comparing CNNs for histological image classification. In: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Computational Intelligence and Smart Systems» (CISS-2025), pp. 97–99. Omelchenko V.H. Publishing.

12. Berezsky, O., Berezkyi, M., Liashchynskyi, P., Liashchynskyi, P., Melnyk, G., 2025. Estimating the number of iterations needed for biomedical image synthesis to achieve a given classification accuracy. In: Proceedings of the 8th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, Bratislava, Slovakia Republic. (Scopus)

Здобувачем розширено вибірку гістологічних зображень та проведено експериментальний аналіз.

13. Лящинський, П.Б., 2025. Програмна система автоматичного діагностування раку молочної залози. In: III Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі», pp. 74–77. Тернопіль, Україна.

Інші результати, пов'язані з дисертаційною роботою:

1. Березький, О.М., Лящинський, П.Б., Лящинський, П.Б., Мельник, Г.М., Піцун, О.Й., 2025. Комп'ютерна програма для автоматичного діагностування раку та підтипів раку молочної залози «BRECCAD». Авторське свідоцтво № 140273, опубл. 28.11.2025.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи презентовано на 12 конференціях, зокрема: XIV-th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), IEEE (2018, Polyana-Svalyava, Zakarpattya, Ukraine); 5th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (November 18–20, 2022, Lyon, France); VI Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» (10 листопада 2022, Тернопіль, Україна); Економічний і соціальний розвиток України в XXI столітті: національна візія та виклики глобалізації (19 травня 2023, Тернопіль, Україна); VIII Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» (5 грудня 2023, Тернопіль, Україна); IX Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» (21 травня 2024, Тернопіль, Україна); 1st International Scientific and Practical Conference «Computational

Intelligence and Smart Systems» (2024, Lviv, Ukraine); Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» (5 листопада 2024, Тернопіль, Україна); II Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» (20 травня 2025, Тернопіль, Україна); II International Scientific and Practical Conference «Computational Intelligence and Smart Systems» (2025, Lviv, Ukraine); 8th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (November 19–20, 2025, Bratislava, Slovakia Republic); III Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» (25 листопада 2025, Тернопіль, Україна); Наукові семінари кафедри комп'ютерної інженерії ЗУНУ (2022-2026), Наукові семінари кафедри комп'ютерних наук ЗУНУ (2026).

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертаційну роботу написано грамотною українською мовою на хорошому стилістичному рівні. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання. Зміст дисертації дозволяє скласти уявлення про основні положення, висновки і рекомендації, запропоновані автором. Стиль викладу матеріалів досліджень і наукових положень забезпечує їх належне сприйняття.

Відповідність дисертації нормативно встановленим вимогам та можливість подання до захисту. Ознайомившись із дисертаційним дослідженням Лящинського Павла Борисовича та науковими публікаціями, в яких висвітлені основні результати, а також взявши до уваги підсумки фахового семінару, вважаємо, що дисертаційна робота Лящинського П.Б. на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах» відповідає 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.

У результаті розгляду дисертації Лящинського Павла Борисовича та повноти публікацій основних результатів дослідження

УХВАЛИЛИ:

1. Пропонувати Вченій раді затвердити такий склад разової спеціалізованої вченої ради:

Головою разової спеціалізованої вченої ради призначити:

доктора технічних наук, доцента, Ліп'яніну-Гончаренко Христину Володимирівну, доцента кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління Західноукраїнського національного університету.

Рецензентами:

доктора технічних наук, професора, Мельника Андрія Миколайовича, професора кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету;

доктора технічних наук, професора, Манжулу Володимира Івановича, професора кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету.

Опонентами:

доктора технічних наук, професора, Олійника Андрія Олександровича, професора кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка»;

доктора технічних наук, професора, Бармака Олександра Володимировича, завідувача кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету.

2. Рекомендувати разовій спеціалізованій вченій раді прийняти дисертаційну роботу Ляцинського Павла Борисовича на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах» до розгляду та проведення захисту з метою присудження йому ступеня доктора філософії.

Голова засідання,
завідувач кафедри комп'ютерних наук,
д.т.н., професор

Андрій ПУКАС