

ЗАТВЕРДЖУЮ



Президент Національного університету
«Київський авіаційний інститут»

Ксенія СЕМЕНОВА

» *травня* 2026 року

ВИСНОВОК

Національного університету «Київський авіаційний інститут» (далі – КАІ) про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Сидоренка Сергія Юрійовича на тему «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Витяг

із протоколу № 10 розширеного засідання
кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ
від 29 травня 2026 року

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри комп'ютерних інформаційних технологій:

Головуючий на засіданні – Савченко Аліна Станіславівна, д.т.н, проф.,
завідувач кафедри;

Віноградов Микола Анатолійович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Воронін Альбер Миколайович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Гнатюк Сергій Олександрович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Райчев Ігор Едуардович, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Климова Асія Сабірівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Чуба Ірина Вікторівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Колісник Олена Василівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Зудов Олег Миколайович, к.т.н., доцент кафедри;

Прокопенко Костянтин Ігорович, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Толстікова Олена Володимирівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Сидоренко Вікторія Миколаївна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Положенцев Артем Анатолійович, PhD, доцент кафедри.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники КАІ:

Нечипорук Олена Петрівна, д.т.н., проф., завідувач кафедри
інтелектуальних кібернетичних систем;

Фесенко Андрій Олексійович, к.т.н., доцент, декан Факультету комп'ютерних наук та технологій.

Одарченко Роман Сергійович, д.т.н., проф., декан Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій;

Лукашенко Вікторія Вікторівна, д.т.н., проф., директор управління з навчально-наукової діяльності;

Охріменко Тетяна Олександрівна, к.т.н., ст. дослідник, заступник декана Факультету комп'ютерних наук та технологій;

Ільєнко Анна Вадимівна, к.т.н., доцент, завідувач кафедри кібербезпеки.

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження аспіранта кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ Сидоренка Сергія Юрійовича на тему «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Науковий керівник – к.т.н., доцент, декан Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ Фесенко Андрій Олексійович.

Дисертація виконувалася на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії (протокол №9 від 28 листопада 2022 року).

Уточнену редакцію теми дисертаційного дослідження затверджено на засіданні Вченої ради Факультету комп'ютерних наук та технологій (протокол № 2 від 11 березня 2026 року).

Виступили:

Здобувач Сидоренко Сергій Юрійович представив презентацію за основними положеннями дисертації «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Здобувач детально представив результати свого дослідження, обґрунтувавши актуальність обраної теми, мету, завдання, методи дослідження, охарактеризувавши об'єкт та предмет дисертаційного дослідження, виклав основні наукові положення та висновки, що виносяться на захист, вказав науково-практичну значимість роботи, зазначив про впровадження результатів дослідження.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню методів оцінювання ефективності функціонування та захищеності інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) критичної інфраструктури (КІ), а саме – методу оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур, методу оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності ІКС та методу підвищення рівня захищеності КІС КІ.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що існуючі підходи до оцінювання ефективності функціонування систем безпеки, оцінювання впливу інцидентів та підвищення рівня захищеності переважно орієнтовані на вирішення окремих задач і не забезпечують комплексного поєднання моделей ризику, надійності, стійкості та оптимізації стратегій захисту в умовах обмежених ресурсів. Це обмежує можливість обґрунтованого прийняття рішень щодо забезпечення сталого функціонування критичної інфраструктури.

Автором проведено аналіз сучасних підходів до оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави та виявлено основні переваги та недоліки.

Удосконалено метод оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур, що забезпечує оцінювання ймовірнісних характеристик функціонування системи та обґрунтування розподілу інвестицій у забезпечення безпеки об'єктів критичної інфраструктури. Отримані результати експериментального дослідження показали, що значення ймовірності забезпечення заданого рівня ефективності варіюється в межах $P_{\text{sat}}=0.39-0.78$ залежно від структури взаємозв'язків та рівня резервування, при цьому приріст показника становить $\Delta P=0.16-0.22$.

Удосконалено метод оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури, який дозволяє кількісно враховувати вплив інцидентів на інтегральний показник захищеності та оцінювати загальний стан функціонування системи.

Отримав подальшого розвитку метод підвищення рівня захищеності КІС, який дає можливість здійснювати комплексне оцінювання стану системи, прогнозування впливу загроз і оптимізацію стратегій підвищення стійкості в умовах обмежених ресурсів. Результати експериментального дослідження показали, що застосування методу забезпечує підвищення рівня захищеності КІС транспортного сектору на 17–26%, що підтверджує ефективність методу та обґрунтованість обраних стратегій підвищення захищеності.

Сформовано практичні рекомендації щодо раціонального розподілу інвестицій та ресурсів з урахуванням наявних обмежень, що разом з запропонованим методом оцінювання ефективності функціонування систем було впроваджено у діяльність НДЛ протидії кіберзагрозам авіаційної галузі КАІ.

Розроблено методику оцінювання впливу інцидентів, що дозволяє враховувати їх наслідки при прийнятті рішень щодо управління функціонуванням інформаційно-комунікаційних систем.

Розроблено програмне забезпечення, яке забезпечує комплексне оцінювання стану інформаційно-комунікаційних систем, прогнозування впливу загроз, а також сформовано практичні рекомендації щодо вибору раціональної сукупності організаційних і технічних заходів функціонування об'єктів критичної інформаційної інфраструктури, яке впроваджено і використовується у діяльності ТОВ «АххонSoft» для вирішення прикладних завдань забезпечення сталого функціонування інформаційно-комунікаційних систем.

Після закінчення презентації Сидоренко С.Ю. присутніми на захисті фахівцями були поставлені наступні запитання:

Запитання до здобувача:

1. САВЧЕНКО А.С., д.т.н., проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: У науковій новизні зазначено удосконалення методу оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур. У чому саме полягає удосконалення порівняно з існуючими підходами?

Відповідь: Дякую за запитання. Удосконалення методу полягає в тому, що, на відміну від існуючих підходів, у ньому комплексно поєднано графове подання взаємозалежностей об'єктів критичної інфраструктури, марківські та напівмарківські процеси моделювання станів, а також процедуру обґрунтування раціонального розподілу інвестиційних ресурсів. Це дозволяє одночасно враховувати каскадні ефекти, стохастичний характер функціонування системи та підтримувати прийняття рішень щодо підвищення ефективності її функціонування в умовах обмежених ресурсів.

Запитання: Чому для моделювання станів обрано марківські та напівмарківські процеси?

Відповідь: Дякую за запитання. Марківські та напівмарківські процеси обрано тому, що вони дозволяють адекватно описувати стохастичний характер функціонування системи, моделювати переходи між її станами та враховувати поширення каскадних ефектів у взаємозалежних критичних інфраструктурах. Марківські процеси дають змогу оцінювати ймовірності станів, а напівмарківські – додатково враховувати довільні закони розподілу часу перебування у станах, що підвищує адекватність моделювання реальних процесів функціонування взаємозалежних критичних інфраструктур.

2. ВІНОГРАДОВ М.А., д.т.н., проф., професор кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: У методі оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур, яким чином реалізовано обґрунтування раціонального розподілу інвестиційних ресурсів?

Відповідь: Дякую за запитання. Обґрунтування раціонального розподілу інвестиційних ресурсів у методі реалізовано на основі оцінювання ймовірнісних характеристик функціонування системи для різних сценаріїв структури взаємозв'язків, резервування та станів підсистем. Це дозволяє визначати, інвестування в які елементи або захисні заходи забезпечує найбільший приріст показників ефективності та надійності системи за наявних ресурсних обмежень. Таким чином, розподіл ресурсів обґрунтовується за критерієм максимізації ефекту від інвестицій.

Запитання: Що являє собою інтегральний показник захищеності, як він формується та які параметри в нього входять?

Відповідь: Дякую за запитання. Інтегральний показник захищеності — це узагальнений кількісний показник стану захищеності ІКС, який формується шляхом агрегування параметрів стану системи та характеристик інцидентів з урахуванням вагових коефіцієнтів їх впливу. До нього входять показники критичності, частоти та тривалості інцидентів, а також параметри

функціонування системи. Це дозволяє кількісно оцінювати рівень захищеності та вплив інцидентів на стан системи.

3. НЕЧИПОРУК О.П., д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ.

Запитання: У чому полягає використання графового подання взаємозалежностей об'єктів у методі оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур та які переваги воно забезпечує?

Відповідь: Дякую за запитання. Використання графового подання у методі полягає у формалізації взаємозалежностей між об'єктами критичної інфраструктури, де вершини відповідають об'єктам, а ребра — функціональним, інформаційним або ресурсним залежностям між ними. Це дозволяє описувати структуру взаємозв'язків системи, враховувати поширення каскадних ефектів у разі відмов чи інцидентів та оцінювати їх вплив на ефективність функціонування системи в цілому. Перевагою такого подання є можливість поєднання структурного опису взаємозалежностей із подальшим стохастичним моделюванням станів у межах запропонованого методу.

4 ЛУКАШЕНКО В.В., д.т.н., проф., директор управління з навчально-наукової діяльності КАІ.

Запитання: У методі підвищення рівня захищеності КІС використано взаємозв'язок ризику, надійності та стійкості (3R). Чому саме ці складові обрано базовими?

Відповідь: Дякую за запитання. Саме ці складові обрано базовими, оскільки вони комплексно характеризують стан захищеності системи: ризик відображає рівень потенційних загроз, надійність — здатність системи зберігати працездатність, а стійкість — здатність протидіяти, адаптуватися та відновлюватися після дестабілізуючих впливів. Їх поєднання дозволяє не лише оцінювати поточний стан системи, а й обґрунтовувати вибір стратегій підвищення її захищеності.

Запитання: Чим пояснюється підвищення числового показника PSI на 17–26%, і за рахунок яких факторів досягнуто цей ефект?

Відповідь: Дякую за запитання. Підвищення інтегрального показника PSI на 17–26% пояснюється реалізацією раціональної комбінації технічних та організаційних стратегій захисту, оптимізованих у межах запропонованого методу. Основний ефект досягнуто за рахунок зниження ризику реалізації загроз, підвищення надійності критичних компонентів, покращення адаптивності системи до дестабілізуючих впливів, а також більш ефективного використання наявних ресурсів. Крім того, приріст PSI залежав від структурних особливостей досліджуваних КІС та початкового рівня їх захищеності, що і зумовило різницю отриманих значень у межах 17–26%.

5. ОДАРЧЕНКО Р.С., д.т.н., проф., декан Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Запитання: Яким чином проводилась верифікація адекватності методів?

Відповідь: Дякую за запитання. Верифікація адекватності запропонованих методів проводилась шляхом експериментальної апробації на прикладних

сценаріях функціонування об'єктів критичної інфраструктури, зокрема для авіаційних, залізничних та автомобільних транспортних систем. Адекватність підтверджувалася аналізом чутливості показників до зміни вхідних параметрів, порівнянням результатів для різних сценаріїв функціонування, а також отриманням логічно узгоджених результатів щодо зміни інтегральних показників ефективності та захищеності після реалізації запропонованих стратегій. Крім того, для окремих методів верифікація виконувалася із застосуванням імітаційного моделювання та програмної реалізації.

6. ПОЛОЖЕНЦЕВ А.А., PhD, доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: Які обмеження має запропонований метод підвищення рівня захищеності КІС та за яких умов його застосування може бути ускладненим?

Відповідь: Дякую за запитання. Метод передбачає коректне визначення вхідних параметрів, зокрема показників ризику, надійності, стійкості та ресурсних обмежень. За умов високої невизначеності вихідних даних, неповноти інформації про взаємозалежності об'єктів або суттєвої зміни сценаріїв загроз точність оцінювання може знижуватись, що потребує адаптації параметрів моделі. Водночас ці обмеження не є принциповими і не знижують можливості застосування методу, а визначають умови його коректного використання.

7. ОХРІМЕНКО Т.О., к.т.н., ст. дослідник, заступник декана ФКНТ.

Запитання: У дисертаційній роботі значна увага приділяється питанням кібербезпеки. Чим обґрунтовано таке використання кібербезпекової тематики в роботі за спеціальністю 122?

Відповідь: Дякую за запитання. Використання кібербезпекової тематики в роботі обумовлено тим, що інформаційно-комунікаційні системи критичної інфраструктури функціонують у середовищі кіберзагроз, а тому питання забезпечення їх захищеності безпосередньо пов'язані із задачами кібербезпеки. Основний акцент роботи зосереджено на математичних методах, моделях і процедурах підтримки прийняття рішень, що повністю відповідає предметній області спеціальності 122. Кібербезпека в роботі виступає галуззю застосування запропонованих методів, а не зміщує дослідження в іншу спеціальність.

8. ІЛЬСНКО А.В., к.т.н., доц., завідувач кафедри кібербезпеки КАІ.

Запитання: У чому відмінність вашого підходу до оцінювання впливу інцидентів від класичних ризик-орієнтованих моделей?

Відповідь: Дякую за запитання. Відмінність запропонованого підходу полягає в тому, що, на відміну від класичних ризик-орієнтованих моделей, які переважно оцінюють ймовірність реалізації загроз та можливі збитки, мій підхід формалізує взаємозв'язок між характеристиками інцидентів і параметрами стану системи та дозволяє кількісно оцінювати їх вплив на інтегральний показник захищеності. Крім того, використання вагових коефіцієнтів впливу інцидентів дає можливість враховувати їх відносну значущість і оцінювати загальний стан функціонування ІКС, а не лише рівень ризику окремих загроз.

Запитання: Чому для верифікації методу підвищення рівня захищеності КІС обрано саме транспортний сектор? Чи є запропонований метод

універсальним для інших секторів критичної інфраструктури?

Відповідь: Дякую за запитання. Транспортний сектор обрано для верифікації, оскільки він є показовим прикладом складної взаємозалежної критичної інфраструктури, для якої характерні високий рівень взаємозв'язків між елементами, наявність каскадних ефектів, жорсткі вимоги до безперервності функціонування та суттєва залежність від інформаційно-комунікаційних систем. Крім того, у роботі розглянуто три різні транспортні підсистеми – авіаційну, залізничну та автомобільну, що дозволило перевірити метод у різних умовах функціонування. Запропонований метод є універсальним, оскільки його математичний апарат не прив'язаний лише до транспортної галузі й може бути застосований до інших секторів критичної інфраструктури, зокрема енергетичного, фінансового чи промислового, за умови адаптації вхідних параметрів, структури взаємозалежностей та сценаріїв загроз до специфіки відповідного сектору.

Після відповідей на запитання виступили:

Науковий керівник – к.т.н., доцент, декан Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ Фесенко Андрій Олексійович.

ФЕСЕНКО А.О.: Доброго дня, шановні колеги! Хочу подякувати за увагу до роботи Сидоренка Сергія Юрійовича. Представлена дисертація є результатом системної та послідовної наукової роботи, у якій поєднано ґрунтовний теоретичний аналіз, математичне моделювання, експериментальні дослідження та програмну реалізацію.

Дисертаційна робота присвячена актуальній науково-прикладній задачі розроблення методів оцінювання ефективності функціонування та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави. Актуальність теми обумовлена зростанням кількості дестабілізуючих впливів, кіберінцидентів та взаємозалежностей між об'єктами критичної інфраструктури, що потребує нових підходів до забезпечення їх сталого функціонування в умовах ресурсних обмежень.

У роботі удосконалено метод оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур, метод оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури, а також дістав подальшого розвитку метод підвищення рівня захищеності КІС на основі взаємозв'язку ризику, надійності та стійкості. Запропоновані рішення дозволили отримати нові наукові результати, а також сформулювати практичні рекомендації щодо розподілу ресурсів, реагування на інциденти та вибору раціональних стратегій захисту.

Хочу окремо відзначити високий рівень наукової самостійності здобувача, його здатність комплексно підходити до постановки і розв'язання складних науково-технічних задач, володіння сучасним математичним апаратом досліджень, методами стохастичного моделювання та програмної реалізації. У процесі роботи Сергій Юрійович продемонстрував відповідальність, послідовність у проведенні досліджень та здатність доводити наукові результати до практичного впровадження.

Здобувач повністю виконав індивідуальний навчальний план та індивідуальний план наукової роботи. Отримані наукові результати відповідають освітньо-науковій програмі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», мають теоретичне і практичне значення та пройшли апробацію у вигляді публікацій, впровадження й експериментальної верифікації.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка націлена на вирішення актуальної наукової задачі, що відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», а її автор Сидоренко Сергій Юрійович заслуговує присудження ступеня доктора філософії на підставі 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 № 44 від 12 січня 2022 року.

Рецензенти дисертаційної роботи, які наголосили на позитивних аспектах дослідження та висловили свої побажання та зауваження:

ЛУКАШЕНКО В.В., д.т.н., проф., директор управління з навчально-наукової діяльності КАІ.

Дисертаційна робота Сидоренка Сергія Юрійовича «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави» присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, пов'язаної з розробленням методів оцінювання ефективності функціонування та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури в умовах дестабілізуючих впливів та ресурсних обмежень.

Позитивним аспектом роботи є комплексність проведеного дослідження, яке охоплює системний аналіз предметної області, розроблення математичних моделей, методів оцінювання та їх експериментальну верифікацію. Важливою перевагою роботи є поєднання підходів теорії надійності, ризик-аналізу, стохастичного моделювання та оптимізації в межах єдиного методичного підходу.

Автором удосконалено метод оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур із використанням графового подання взаємозалежностей, марківських та напівмарківських процесів, що дозволяє враховувати каскадні ефекти та обґрунтовувати раціональний розподіл інвестиційних ресурсів. Практичний інтерес також становить метод оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності ІКС та метод підвищення рівня захищеності на основі взаємозв'язку ризику, надійності та стійкості. Варто відзначити проведену експериментальну апробацію методу для транспортних систем критичної інфраструктури, результати якої підтвердили ефективність запропонованих рішень та можливість їх практичного застосування.

До зауважень можна віднести те, що окремі питання вибору вагових коефіцієнтів в інтегральних оцінках та аналізу чутливості параметрів моделі могли б бути висвітлені більш детально. Разом з тим ці зауваження не знижують наукової та практичної цінності роботи й можуть бути враховані в подальших дослідженнях.

На основі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Сидоренка Сергія Юрійовича є завершеним науковим дослідженням, відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження відповідного ступеня.

ІЛЬЄНКО А.В., к.т.н., доц., завідувач кафедри кібербезпеки КАІ.

Дисертаційна робота Сидоренка Сергія Юрійовича «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави» є ґрунтовним дослідженням, спрямованим на вирішення актуальної науково-прикладної задачі.

Робота має високий ступінь актуальності, оскільки питання забезпечення захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури в умовах дестабілізуючих впливів, кіберінцидентів та обмеженості ресурсів набувають особливого значення. У дослідженні запропоновано методи оцінювання ефективності функціонування та захищеності ІКС, які забезпечують: урахування взаємозалежностей між об'єктами критичної інфраструктури; використання марківських і напівмарківських процесів моделювання станів; оцінювання впливу інцидентів на інтегральний показник захищеності; обґрунтування раціонального розподілу інвестиційних ресурсів; використання взаємозв'язку ризику, надійності та стійкості при виборі стратегій підвищення рівня захищеності систем.

Робота є завершеним науковим дослідженням. З огляду на викладене, вважаю, що дисертаційна робота Сидоренка Сергія Юрійовича відповідає тематиці та вимогам спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

В обговоренні дисертаційного дослідження взяли участь:

САВЧЕНКО А.С., д.т.н., проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ відзначила високий рівень теоретичного узагальнення, виконаного в дисертації. Наголосила на вдалому поєднанні підходів теорії надійності, стохастичного моделювання та графового подання взаємозалежностей об'єктів критичної інфраструктури. Було підкреслено, що запропонований підхід створює наукове підґрунтя для подальшого розвитку методів оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур. Зазначила, що дисертаційна робота Сидоренка С. повністю відповідає тематиці та вимогам спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

НЕЧИПОРУК О.П., д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ акцентувала увагу на науковій новизні дисертації, зокрема на методі оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності ІКС та використанні інтегрального показника захищеності. Було зазначено, що запропонований підхід дозволяє формалізувати взаємозв'язок між характеристиками інцидентів і параметрами стану системи, а також має практичний потенціал для задач підтримки прийняття рішень у сфері захисту критичної інфраструктури. Зазначила, що дисертаційна робота Сидоренка С. є

завершеним науковим дослідженням, відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

ОДАРЧЕНКО Р.С., д.т.н., проф., декан факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ підкреслив комплексність дослідження, зокрема поєднання аналізу проблематики, розроблення методів та їх експериментальної верифікації для транспортних систем критичної інфраструктури. Було відзначено практичну значущість отриманих результатів та можливість їх використання при вирішенні прикладних задач захисту критичної інфраструктури. Зазначив, що дисертаційна робота Сидоренка С. відповідає встановленим вимогам до завершених наукових досліджень за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», у зв'язку з чим її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Сидоренка Сергія Юрійовича на тему «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження. Вибір теми дисертаційної роботи Сидоренка Сергія Юрійовича зумовлений сучасними викликами, що постають перед інформаційно-комунікаційними системами критичної інфраструктури в умовах цифрової трансформації, зростання кількості кіберзагроз та підвищення взаємозалежності критичних об'єктів. Забезпечення захисту таких систем є важливою складовою національної безпеки держави, оскільки від їх надійного функціонування залежить стабільність економіки, безпека населення та безперервність надання життєво важливих послуг.

Особливість сучасної критичної інфраструктури полягає у високому рівні взаємозв'язків між її об'єктами, що формує взаємозалежні критичні інфраструктури та обумовлює можливість виникнення каскадних ефектів у разі порушення функціонування окремих елементів. За таких умов виникає потреба у розробленні методів, здатних забезпечувати комплексне оцінювання ефективності функціонування та рівня захищеності інформаційно-комунікаційних систем з урахуванням взаємозалежностей, стохастичного характеру процесів та впливу інцидентів.

Актуальність теми також зумовлена тим, що існуючі підходи до оцінювання ефективності функціонування систем безпеки, оцінювання впливу інцидентів та підвищення рівня захищеності переважно орієнтовані на вирішення окремих задач і не забезпечують комплексного поєднання моделей ризику, надійності, стійкості та оптимізації стратегій захисту в умовах обмежених ресурсів. Це обмежує можливість обґрунтованого прийняття рішень щодо забезпечення сталого функціонування критичної інфраструктури.

Обраний напрям дослідження має як фундаментальне наукове значення, пов'язане з розвитком методів оцінювання ефективності та захищеності

інформаційно-комунікаційних систем, так і практичну цінність, оскільки розроблені методи можуть бути використані для підтримки прийняття рішень щодо розподілу ресурсів, оцінювання впливу інцидентів та вибору раціональних стратегій підвищення рівня захищеності об'єктів критичної інфраструктури.

Таким чином, вибір теми дисертаційного дослідження є обґрунтованим необхідністю розроблення нових методів оцінювання ефективності функціонування та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури в умовах взаємозалежностей об'єктів, дестабілізуючих впливів та обмеженості ресурсів.

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

Теоретичні та практичні положення дисертаційної роботи використано під час виконання науково-дослідної роботи у Національному університеті «Київський авіаційний інститут», а саме НДР «Методи, моделі та програмні засоби управління інцидентами кібербезпеки в критичній інфраструктурі держави» (д.р. № 0125U000624, 2025-2026 рр.).

Тема дисертації відповідає освітньої-науковій програмі «Комп'ютерні науки» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології» в КАІ (зокрема, ОК 1.3.1, ОК 1.3.4 та ОК 1.3.5).

3. Мета і завдання дослідження.

Метою дисертаційної роботи є розроблення методів оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави для підтримки прийняття обґрунтованих рішень щодо забезпечення їх сталого функціонування в умовах обмеженості ресурсів.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі *завдання*:

- 1) провести аналіз сучасних підходів до оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави для виявлення їх переваг та недоліків;
- 2) удосконалити метод оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур для оцінювання ймовірнісних характеристик та обґрунтування розподілу інвестицій;
- 3) удосконалити метод оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури для кількісного врахування їх впливу на інтегральний показник захищеності та стан функціонування системи;
- 4) удосконалити метод підвищення рівня захищеності критичних інформаційних систем критичної інфраструктури для комплексного оцінювання їх стану та забезпечення стійкості в умовах обмеженості ресурсів;
- 5) провести верифікацію розроблених методів із використанням програмного забезпечення для підтвердження їх ефективності та придатності до практичного застосування.

4. Об'єктом дослідження

є процеси оцінювання ефективності та захищеності ІКС критичної інфраструктури держави.

5. Предметом дослідження є методи та програмні засоби оцінювання ефективності та захищеності ІКС критичної інфраструктури в умовах реалізації загроз та обмежених ресурсів захисту.

6. Методи дослідження. Проведені дослідження базуються на сучасних методах: теорії ймовірностей і математичної статистики (для оцінювання ймовірнісних характеристик функціонування інформаційно-комунікаційних систем); теорії марковських і напівмарковських процесів (для моделювання станів систем та аналізу їх переходів); теорії графів (для подання та дослідження взаємозалежностей об'єктів критичної інфраструктури); теорії надійності та ризик-аналізу (для оцінювання рівня захищеності та стійкості систем); методів системного аналізу (для формалізації структури та процесів функціонування інформаційно-комунікаційних систем); методів оптимізації (для обґрунтування раціонального розподілу ресурсів); а також методів комп'ютерного моделювання (для проведення експериментальних досліджень, обробки результатів та верифікації ефективності розроблених методів і програмного забезпечення).

7. Наукова новизна дослідження: полягає в удосконаленні методів оцінювання ефективності функціонування та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури для підтримки прийняття обґрунтованих рішень щодо забезпечення їх сталого функціонування в умовах обмеженості ресурсів.

удосконалено:

- метод оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур, за рахунок використання графового подання взаємозалежностей об'єктів, марківських і напівмарківських процесів моделювання станів, що забезпечує оцінювання ймовірнісних характеристик функціонування системи та обґрунтування розподілу інвестицій у забезпечення безпеки об'єктів критичної інфраструктури.

- метод оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури, який за рахунок формалізації взаємозв'язку між характеристиками інцидентів та параметрами стану системи, а також використання вагових коефіцієнтів їх впливу, дозволяє кількісно враховувати вплив інцидентів на інтегральний показник захищеності та оцінювати загальний стан функціонування системи;

отримав подальшого розвитку

- метод підвищення рівня захищеності КІС, який завдяки формалізації взаємозв'язків між ризиком, надійністю та стійкістю, використанню інтегрального показника рівня захищеності та врахуванню технічних і організаційних факторів, дає можливість здійснювати комплексне оцінювання стану системи, прогнозування впливу загроз і оптимізацію стратегій підвищення стійкості в умовах обмежених ресурсів.

8. Теоретичне значення. Теоретичне значення дисертаційної роботи полягає в розвитку наукових підходів до оцінювання ефективності функціонування та захищеності інформаційно-комунікаційних систем

критичної інфраструктури в умовах взаємозалежностей об'єктів, стохастичного характеру їх функціонування та впливу інцидентів. Удосконалено теоретичні засади оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур шляхом поєднання графового подання взаємозалежностей із марківськими та напівмарківськими процесами моделювання станів, а також удосконалено підходи до оцінювання впливу інцидентів на рівень захищеності інформаційно-комунікаційних систем на основі формалізації взаємозв'язку між характеристиками інцидентів і параметрами стану системи. Подальшого розвитку набули теоретичні підходи до підвищення рівня захищеності інформаційно-комунікаційних систем за рахунок інтеграції моделей ризику, надійності та стійкості в межах єдиного методичного підходу до вибору раціональних стратегій захисту. Отримані результати створюють теоретичне підґрунтя для подальших досліджень у галузі захисту критичної інфраструктури, стохастичного моделювання та оптимізації стратегій забезпечення безпеки.

9. Практичне значення та використання результатів дисертаційного дослідження. Отримані в дисертаційній роботі результати можуть бути використані у сфері інформаційних технологій для оцінювання, прогнозування та забезпечення сталого функціонування інформаційно-комунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури в умовах деструктивних впливів.

Практична цінність роботи:

- сформовано практичні рекомендації щодо раціонального розподілу інвестицій та ресурсів з урахуванням наявних обмежень;
- розроблено методику оцінювання впливу інцидентів, що дозволяє враховувати їх наслідки при прийнятті рішень щодо управління функціонуванням інформаційно-комунікаційних систем;
- розроблено програмне забезпечення, яке забезпечує комплексне оцінювання стану інформаційно-комунікаційних систем, прогнозування впливу загроз, а також сформовано практичні рекомендації щодо вибору раціональної сукупності організаційних і технічних заходів функціонування об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.

Результати дисертації впроваджені і використовуються у діяльності

- - ТОВ «АххонSoft» для інтегрального оцінювання стану захищеності критичних інформаційних систем та оптимізації стратегій підвищення їх стійкост (*акт про впровадження від 13.03.2026*);
- - НДЛ протидії кіберзагрозам авіаційної галузі КАІ для вирішення прикладних завдань забезпечення сталого функціонування інформаційно-комунікаційних систем (*акт про впровадження від 14.04.2026*)

10. Особистий внесок здобувача. Дисертація «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави», Сидоренка Сергія Юрійовича є самостійною науковою працею, в якій наведено теоретичні положення і висновки, власні ідеї та розробки автора, які дають змогу вирішити поставлені завдання. Усі висновки та практичні рекомендації, винесені на захист, розроблені дисертантом особисто.

Використані в дисертації ідеї, положення чи гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей здобувача.

11. Апробація результатів дослідження. Результати досліджень дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на таких наукових конференціях: «Advances in Civil Aviation Systems Development» (ACASD-2025) (Київ, 2025); «Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems» (SPITS-2024) (Київ, 2024); «Кіберзахист особи, суспільства і держави» (Велятино, 2024); та інших.

12. Публікації. Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в 3,5 наукових публікаціях, серед них 2,5 публікації у наукових фахових виданнях України категорії Б, 1 у виданні, проіндексованому в базі даних *Scopus*, 1 публікація у збірнику матеріалів конференції.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Смірнова Т.В., Сидоренко С.Ю. Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем. *Проблеми інформатизації та управління*. 2022. Т. 2. № 70. С. 28-37. DOI: <https://doi.org/10.18372/2073-4751.70.16844>.

Особистий внесок автора: проведено аналіз підходів до визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем держави.

Особистий внесок Гнатюка С.О.: обґрунтовано вибір критеріїв оцінки захищеності інформації, що циркулює на об'єктах критичної інфраструктури.

Особистий внесок Сидоренко В.М.: проведено експериментальне дослідження моделі визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем.

Особистий внесок Юдіна О.Ю.: розроблено етапи моделі визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем.

Особистий внесок Смірнкової Т.В.: проведено верифікацію моделі визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем.

2. Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Березовий І.Р., Сидоренко С.Ю., Тараненко К.О. Модель оцінювання ефективності функціонування систем інформаційної безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур. *Проблеми інформатизації та управління*. 2022. Т. 4. № 72. С. 17-25. DOI: <https://doi.org/10.18372/2073-4751.72.17457>.

Особистий внесок автора: розроблено етапи методу оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур.

Особистий внесок Гнатюка С.О.: обґрунтовано процедуру раціонального розподілу інвестиційних ресурсів у забезпеченні безпеки об'єктів критичної інфраструктури.

Особистий внесок Сидоренко В.М.: проведено експериментальне дослідження методу оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур.

Особистий внесок Березового І.Р.: проведено аналіз марківських і

напівмарківських процесів моделювання станів функціонування систем безпеки.

Особистий внесок Тараненко К.О.: проведено аналіз підходів до оцінювання ефективності функціонування систем безпеки взаємозалежних критичних інфраструктур.

3. Сидоренко В.М., Положенцев А.А., Сидоренко С.Ю., Скуратівський А.А. Метод визначення пріоритетів ІТ-інцидентів на об'єктах критичної інформаційної інфраструктури держави. *Проблеми інформатизації та управління*. 2024. Т. 2. №78. С. 104-114. DOI: <https://doi.org/10.18372/2073-4751.78.18967>

Особистий внесок автора: проведено верифікацію розробленого методу.

Особистий внесок Сидоренко В.М.: проведено експериментальне дослідження методу визначення пріоритетів ІТ-інцидентів.

Особистий внесок Положенцева А.А.: розроблено етапи методу визначення пріоритетів ІТ-інцидентів.

Особистий внесок Скуратівського А.А.: проведено аналіз підходів до визначення пріоритетів ІТ-інцидентів.

4. Сидоренко В.М., Сидоренко С.Ю. Метод підвищення рівня захищеності критичних інформаційних систем держави. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Т.2. №30. С. 500-510. DOI: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.30.988>.

Особистий внесок автора: теоретичне обґрунтування та розроблення методу підвищення рівня захищеності критичних інформаційних систем.

Особистий внесок Сидоренко В.М.: проведено експериментальне дослідження методу підвищення рівня захищеності критичних інформаційних систем.

Статті в іноземних виданнях:

5. Gnatyuk S., Sydorenko V., Polozhentsev A., Sydorenko S. Experimental Study of the Method for Cyber Incidents Management in Aviation Critical Infrastructure. *Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 1418. P. 74–91, Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-91992-3_6 (Scopus) Q4, ISSN 2367-3370.

Особистий внесок автора: проведено верифікацію розробленого методу.

6. Lutskyi M., Sydorenko V., Polozhentsev A., Apenko N., Sydorenko S. Model for Assessing the Effectiveness of Information Security Systems of Interdependent Critical Infrastructures. *CEUR Workshop Proceedings*. 2023. Vol. 3421. P. 214-222. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3421/short7.pdf> (Scopus) Q4, ISSN 1613-0073.

Особистий внесок автора: розроблено етапи моделі оцінювання ефективності функціонування взаємозалежних критичних інфраструктур.

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:

7. Жигаревич О.К., Сидоренко В.М., Положенцев А.А., Сидоренко С.Ю. Модель онтологіко-реляційного сховища даних для функціонування хмарної SIEM-системи. *Кіберзахист особи, суспільства і держави: наук.-практ. конф., с. Велятино, 24-27 січня 2024 р.: тези доп.*, Київ: НАУ, 2024. С. 14-15.

13. Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел. і Загальний обсяг роботи 186 сторінок із них 118 сторінок основного тексту. Дисертація містить 31 рисунок, 36 таблиць, 3 додатки. Список використаних джерел налічує 97 найменувань.

14. Характеристика особистості здобувача. Під час підготовки дисертаційної роботи Сидоренко Сергій Юрійович проявив себе як ініціативний і наполегливий дослідник, здатний комплексно поєднувати теоретичні знання та практичні навички. Він продемонстрував високий рівень наукової самостійності, креативності у вирішенні наукових завдань, уміння систематизувати й аналізувати значний обсяг інформації.

Здобувач вільно володіє сучасними методами математичного моделювання, алгоритмічного проектування та програмної реалізації, що дало змогу отримати вагомі результати як теоретичного, так і прикладного характеру. Під час роботи над дисертацією Сергій Юрійович виявив здатність ефективно планувати дослідницьку діяльність, дотримуватися термінів виконання етапів дослідження та інтегрувати отримані результати в освітній процес і практичну діяльність.

15. Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація викладена науковим стилем сучасною українською мовою, із використанням усталеної термінології галузі «Комп'ютерні науки». Виклад матеріалу відзначається чіткістю, логічною послідовністю та аргументованістю.

Структура тексту відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо дисертаційних робіт, усі положення та результати подані в академічно коректній формі.

16. Відповідність принципам академічної доброчесності. Дисертація відповідає чинним принципам академічної доброчесності. У роботі відсутні ознаки плагіату чи безпідставних запозичень. Усі використані наукові результати, підходи, методи та твердження супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями.

Автор чітко відокремлює власні наукові здобутки від результатів попередніх досліджень інших учених. Представлені результати є достовірними та перевіреними, що підтверджено експериментальною перевіркою, апробацією на наукових конференціях, публікаціями у фахових виданнях та впровадженням у практику.

17. Рецензенти рекомендують: відповідно до пп. 15, 16 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, *пропонується такий склад разової ради:*

Голова ради:

ОДАРЧЕНКО Роман Сергійович, д.т.н., проф., декан Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Рецензенти:

ЛУКАШЕНКО Вікторія Вікторівна, д.т.н., проф., директор управління з навчально-наукової діяльності КАІ.

ІЛЬСНКО Анна Вадимівна, к.т.н., доц., завідувач кафедри кібербезпеки КАІ.

Офіційні опоненти:

ЄВДОКИМЕНКО Марина Олександрівна, д.т.н., проф., професор кафедри інфокомунікаційної інженерії імені В.В. Поповського Харківського національного університету радіоелектроніки.

СКЛАДАННИЙ Павло Миколайович, к.т.н., доц., завідувач кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Усі члени разової спеціалізованої вченої ради не мають реального чи потенційного конфлікту інтересів щодо здобувача Сидоренка Сергія Юрійовича (зокрема, не є його близькими особами) та/або його наукового керівника.

У результаті попередньої експертизи дисертації Сидоренка Сергія Юрійовича встановлено повноту публікації основних результатів дослідження.

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Сидоренка Сергія Юрійовича на тему «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави».

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Сидоренка Сергія Юрійовича відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.2016. № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283), вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

3. Рекомендувати дисертаційну роботу «Методи оцінювання ефективності та захищеності інформаційно-комунікаційних систем критичної інфраструктури держави», подану Сидоренко Сергієм Юрійовичем на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю

122 «Комп'ютерні науки» до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

4. Рекомендувати Вченій раді затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

Головою спеціалізованої вченої ради:

ОДАРЧЕНКА Романа Сергійовича, д.т.н., проф., декана Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Рецензентами:

ЛУКАШЕНКО Вікторію Вікторівну, д.т.н., проф., директор управління з навчально-наукової діяльності КАІ.

ІЛЬСНКО Анну Вадимівну, к.т.н., доц., завідувача кафедри кібербезпеки КАІ.

Офіційними опонентами:

ЄВДОКИМЕНКО Марину Олександрівну, д.т.н., проф., професора кафедри інфокомунікаційної інженерії імені В.В. Поповського Харківського національного університету радіоелектроніки.

СКЛАДАННОГО Павла Миколайовича, к.т.н., доц., завідувача кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації Сидоренка Сергія Юрійовича:

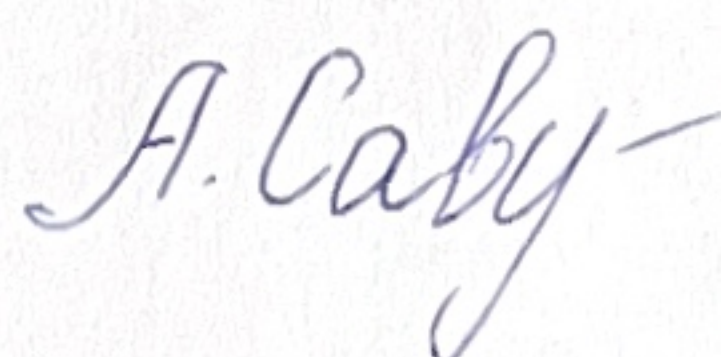
«за» – 10.

«проти» – немає.

«утримались» – немає.

Головуючий на засіданні:

завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ,
д.т.н., професор



Аліна САВЧЕНКО

Секретар засідання:

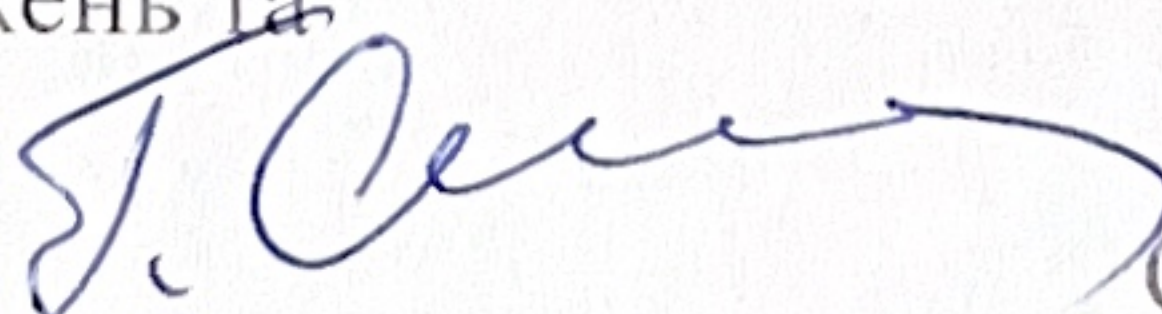
доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ,
к.т.н., доцент



Олена ТОЛСТИКОВА

ПОГОДЖЕНО:

проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ,
д.т.н., професор



Сергій ГНАТЮК