

ЗАТВЕРДЖУЮ
президентка Національного університету
“Київський авіаційний інститут”

_____ Ксенія СЕМЕНОВА
“16” червня 2026 року

ВИСНОВОК

**Національного університету “Київський авіаційний інститут” (далі – КАІ)
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Гамрецького Романа Михайловича на тему “Методи та моделі
оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних
системах”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 172 “Телекомунікації та радіотехніка”**

Витяг

із протоколу № 19 розширеного засідання
кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем КАІ
від 1 червня 2026 року

**Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри
телекомунікаційних та радіоелектронних систем:**

Гнатюк Віктор Олександрович – к.т.н., доц., завідувач кафедри;
Секретар засідання – к.т.н., доц., доцент кафедри Антонов В.В.;
Прокопенко Ігор Григорович – д.т.н., професор, професор кафедри;
Конахович Георгій Філімонович – д.т.н., професор, професор кафедри.
Соломенцев Олександр Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри.
Голубничий Олексій Георгійович – д.т.н., проф., професор кафедри;
Климчук Володимир Павлович – к.т.н., доц., професор кафедри;
Бахтіяров Денис Ілшатович – к.т.н., доц., доцент кафедри;
Зуєв Олексій Володимирович – к.т.н., доц., доцент кафедри;
Петрова Юлія Валеріївна – к.т.н., доц., доцент кафедри;
Осіпчук Аліна Олександрівна – к.т.н., доц., доцент кафедри;
Малоєд Марина Миколаївна – к.т.н., доц., доцент кафедри;
Тараненко Анатолій Григорович – к.т.н., доц., доцент кафедри;
Лавриненко Олександр Юрійович – к.т.н., доц., доцент кафедри.
Пузиренко Олександр Юрійович – к.т.н., доцент кафедри.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники інших кафедр КАІ:

Головуючий на засіданні – завідувач кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей КАІ Заліський Максим Юрійович;

Охріменко Тетяна Олександрівна – к.т.н., старший дослідник, заступник декана факультету комп'ютерних наук та технологій.

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження аспіранта кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем КАІ Гамрецького Романа Михайловича на тему “Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 “Електроніка та телекомунікації” за спеціальністю 172 “Телекомунікації та радіотехніка”.

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ Гнатюк Віктор Олександрович.

Дисертація виконувалась на кафедрі телекомунікаційних та радіоелектронних систем Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій Національного авіаційного університету (протокол № 5 від 17 листопада 2022 року).

Виступили:

Здобувач Гамрецький Роман Михайлович представив презентацію за основними положеннями дисертації “Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 “Електроніка та телекомунікації” за спеціальністю 172 “Телекомунікації та радіотехніка”.

Доповідач обґрунтував актуальність обраної теми, яка полягає в тому, що традиційні моделі та стандартизовані підходи до оцінювання якості ПЗ формують важливу методологічну основу, однак не забезпечують достатньо формалізований механізм інтеграції різнорідних статичних і динамічних показників, характерних для розподілених, віртуалізованих, сервісно-орієнтованих і телекомунікаційних ІКС.

Автором проведено аналіз існуючих методів і моделей оцінювання якості програмного забезпечення, за результатами якого обґрунтовано доцільність поєднання продуктових характеристик програмного забезпечення з динамічними операційними метриками його фактичного функціонування. Це створює методичну основу для підвищення об'єктивності контролю якості, виявлення деградації та підтримки прийняття рішень щодо оптимізації програмних компонентів ІКС.

Здобувачем розроблено комплексну модель оцінювання якості ПЗ в ІКС та доменно-орієнтований метод оцінювання якості ПЗ ядра 5G. Для реалізації

зазначених положень сформовано метричну основу дослідження, обґрунтовано процедури нормалізації, зважування та агрегування показників.

Автором проведено експериментальну перевірку працездатності й ефективності розробленої моделі та методу з використанням free5GC, UERANSIM, Proxmox VE, NetEm і засобів інструментального моніторингу.

Структура та обсяг дисертації зумовлені метою і логікою дослідження та складаються з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

Після закінчення презентації Гамрецьким Р. М. присутніми на захисті фахівцями були поставлені наступні запитання:

Запитання до здобувача:

1. Конахович Г.Ф., д.т.н., проф., професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем.

Запитання: Чи здійснювалося у дисертаційній роботі зіставлення отриманих експериментальних результатів із контрольними вимогами до параметрів передавання даних в інформаційно-комунікаційних системах, зокрема щодо затримки, джитера та втрат пакетів?

Відповідь: Дякую за запитання. Так, у дисертаційній роботі було виконано зіставлення отриманих експериментальних результатів із контрольними вимогами до параметрів передавання даних в інформаційно-комунікаційних системах.

Зокрема, для доменно-орієнтованого методу оцінювання якості програмного забезпечення ядра 5G було використано контрольні межі для показників площини користувача: затримки передавання пакетів, варіативності затримки та втрат пакетів. Затримка оцінювалася через показник RTT, тобто час проходження пакета до вузла призначення і назад, а варіативність затримки – через jitter/mdev, що характеризує стабільність затримки в часі.

Отримані результати для сценаріїв із 100, 300 та 500 UE порівнювалися з визначеними допустимими значеннями. За результатами експериментальної перевірки встановлено, що середні значення затримки, варіативності затримки та втрат пакетів не перевищували контрольних меж. Це свідчить про те, що якість передавання даних для успішно встановлених сесій залишалася допустимою.

Водночас зниження інтегрального показника якості при збільшенні навантаження було зумовлене переважно деградацією керуючих процедур ядра 5G, зокрема зростанням часу реєстрації, встановлення PDU-сесій та збільшенням кількості неуспішних процедур. Отже, показник площини користувача залишався в допустимих межах, але загальна якість програмного забезпечення ядра 5G погіршувалася через навантажувальну деградацію процесів сигналізації.

2. Соломенцев О.В., д.т.н., проф., професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем.

Запитання: Які рівні або складові динамічного оцінювання якості програмного забезпечення Ви виділяєте у запропонованому доменно-орієнтованому методі для ПЗ ядра 5G?

Відповідь: Дякую за запитання. У запропонованому доменно-орієнтованому методі динамічне оцінювання не зводиться до одного показника, а розглядається як багаторівнева система. Для ПЗ ядра 5G виділено декілька рівнів оцінювання:

сервісний, функціональний та інфраструктурний.

Сервісний рівень характеризує якість надання сервісу з точки зору процедур реєстрації, встановлення PDU-сесій, доступності тунельного інтерфейсу та часових характеристик сигналінг-процедур. Функціональний рівень відображає коректність і стабільність роботи ключових мережевих функцій та процедур 5G Core. Інфраструктурний рівень пов'язаний із середовищем розгортання, стійкістю, доступністю та ресурсною стабільністю компонентів.

У дисертації ці рівні були представлені через часткові індекси Q1, Q2 та Q3, після чого їх агрегували в інтегральний доменно-орієнтований показник якості. Це дало змогу не лише отримати загальну оцінку, а й визначити, на якому саме рівні проявляється деградація зі зростанням навантаження.

3. Прокопенко І.Г., д.т.н., проф., професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем.

Запитання: Яким чином у запропонованій моделі визначаються вагові коефіцієнти метрик та чи передбачено їх адаптацію залежно від класу ІКС або умов функціонування?

Відповідь: Дякую за запитання. Так, вагові коефіцієнти у роботі визначаються. У комплексній моделі оцінювання якості ПЗ передбачено два рівні зважування. Перший рівень – це ваги окремих статичних і динамічних метрик у межах відповідних складових. Другий рівень – це вагові коефіцієнти α та β , які визначають співвідношення між статичною і динамічною складовими інтегральної оцінки.

Ваги можуть визначатися експертно або на основі аналізу ризиків, залежно від класу ІКС, критичності сервісу, вимог SLA та призначення програмного компонента. Наприклад, для компонентів, що функціонують у критичних режимах і мають жорсткі обмеження щодо затримки або доступності, більша вага може надаватися динамічним метрикам. Натомість для компонентів, де основними ризиками є складність супроводу, безпека або переносимість, вагомішою може бути статична складова.

Таким чином, модель є не жорстко фіксованою, а адаптивно-інтегральною: її математична структура залишається сталою, але профіль вагових коефіцієнтів може змінюватися відповідно до доменного контексту та умов функціонування ІКС.

4. Климчук В.П., к.т.н., доц., професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем.

Запитання: Яким чином у запропонованій комплексній моделі враховується статична складова якості програмного забезпечення та як вона пов'язана з динамічними результатами оцінювання?

Відповідь: Дякую за запитання. Дякую за запитання. Статична складова у запропонованій моделі враховується як окремий компонент інтегральної оцінки якості ПЗ. Вона характеризує властивості програмного продукту, які можуть бути оцінені без обов'язкового виконання системи в експлуатаційному середовищі. До таких показників у роботі віднесено, зокрема, функціональне покриття, керованість доступу, модульність, складність і адаптивність до середовища розгортання.

Статична складова виконує роль базової продуктової оцінки та водночас може розглядатися як індикатор потенційних ризиків. Наприклад, недостатня модульність, складність реалізації або слабка адаптивність до середовища розгортання можуть не одразу проявлятися у вигляді відмови, але здатні впливати

на динамічні показники під час масштабування, зростання навантаження або зміни конфігурації ІКС.

У моделі статичні метрики нормалізуються до інтервалу $[0;1]$, після чого агрегуються із застосуванням вагових коефіцієнтів. Далі статична складова поєднується з динамічною складовою в інтегральному показнику якості. Це дозволяє простежити не лише фактичну експлуатаційну поведінку ПЗ, а й продуктові передумови, які можуть пояснювати або прогнозувати динамічну деградацію системи.

Після відповідей на запитання виступили:

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем КАІ Гнатюк Віктор Олександрович.

Зазначено, що за час навчання в аспірантурі Гамрецький Р.М. успішно виконав індивідуальний план наукової роботи та індивідуальний навчальний план. Підготовлена дисертація має завершений характер і готова до подання на розгляд разової спеціалізованої вченої ради. У роботі опрацьовано достатній обсяг наукових джерел, сформовано обґрунтовану систему метрик, запропоновано модель і метод оцінювання якості ПЗ в ІКС, а також проведено експериментальну перевірку одержаних результатів.

Науковий керівник запропонував затвердити позитивний висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів зазначеної дисертації та рекомендувати її до захисту на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 “Електроніка та телекомунікації” за спеціальністю 172 “Телекомунікації та радіотехніка”.

В обговоренні дисертаційного дослідження взяли участь:

Конахович Г.Ф., д.т.н., проф., професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем КАІ.

Представлена дисертаційна робота присвячена актуальній науково-прикладній проблемі оцінювання якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах. Робота є ґрунтовною, має логічну структуру та містить результати, що мають як теоретичне, так і практичне значення. Заслужовує на увагу запропонований підхід до поєднання статичних характеристик програмного забезпечення з динамічними операційними метриками його фактичного функціонування. Це дозволяє більш об’єктивно оцінювати якість ПЗ в умовах змінного навантаження, мережових впливів і деградації окремих характеристик ІКС. На мій погляд, роботу можна було б доповнити розширеним порівнянням отриманих результатів із контрольними вимогами та нормативними параметрами функціонування телекомунікаційних систем. Загалом дисертація є завершеним науковим дослідженням, а висловлені зауваження не знижують її наукової та практичної цінності.

Соломенцев О.В., д.т.н., проф., професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем КАІ.

Дисертаційна робота є актуальною та обґрунтованою. Вона містить цікаві наукові результати, спрямовані на розвиток методів і моделей оцінювання якості програмного забезпечення в сучасних інформаційно-комунікаційних системах. Запропонована комплексна модель дозволяє враховувати не лише продуктові характеристики ПЗ, але й динамічні параметри його функціонування, що є особливо важливим для розподілених, сервісно-орієнтованих і телекомунікаційних середовищ. Позитивним є те, що здобувач не обмежився теоретичним описом моделі, а провів її експериментальну перевірку. Робота відповідає тематиці спеціальності, має практичну спрямованість і може бути використана для контролю якості ПЗ, виявлення деградації та підтримки прийняття рішень щодо оптимізації програмних компонентів ІКС. Здобувач продемонстрував належний рівень наукової підготовки, самостійності і розуміння предметної області. Роботу підтримую.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Гамрецького Романа Михайловича на тему “Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 “Електроніка та телекомунікації” за спеціальністю 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

1. Обґрунтування вибору теми дослідження. Інформаційно-комунікаційні системи (ІКС) є основою сучасної цифрової інфраструктури, а програмне забезпечення (ПЗ) виступає їх ключовим компонентом, від якості якого залежать надійність, безпека, ефективність функціонування, масштабованість і стійкість систем у процесі експлуатації. Актуальність теми зумовлена тим, що традиційні моделі та стандартизовані підходи до оцінювання якості ПЗ формують важливу методологічну основу, однак не завжди забезпечують достатньо формалізований механізм інтеграції різнорідних статичних і динамічних показників, характерних для розподілених, віртуалізованих, сервісно-орієнтованих і телекомунікаційних ІКС. У дисертації обґрунтовано необхідність поєднання продуктових характеристик ПЗ з динамічними операційними метриками його фактичного функціонування, що створює основу для більш об’єктивного контролю якості, виявлення деградації та підтримки прийняття рішень щодо оптимізації програмних компонентів ІКС.

2. Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до наукового напрямку кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного університету “Київський авіаційний інститут”, пов’язаного з розробленням, дослідженням і вдосконаленням методів, моделей та засобів забезпечення якості, надійності, безпеки й ефективності функціонування ПЗ в сучасних ІКС, зокрема “Методи підвищення експлуатаційної ефективності телекомунікаційних та радіоелектронних систем об’єктів критично важливої інфраструктури України”, №425-ДБ22 у період 2022-2023 рр. номер державної реєстрації № 0122U001804.

3. Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є підвищення точності, об'єктивності та практичної придатності оцінювання якості ПЗ в ІКС шляхом розроблення комплексної моделі та доменно-орієнтованого методу, що враховують взаємозв'язок між статичними характеристиками програмного продукту та його динамічними операційними показниками в умовах змінного навантаження.

Для досягнення зазначеної мети поставлено наступні завдання:

1. проаналізувати сучасний стан проблеми оцінювання якості ПЗ в ІКС, систематизувати існуючі стандарти, методології, моделі та метричні підходи, а також визначити їх обмеження щодо застосування в розподілених, віртуалізованих і сервісно-орієнтованих середовищах;
2. сформулювати узгоджену систему статичних і динамічних метрик оцінювання якості ПЗ в ІКС, яка враховує продуктові характеристики ПЗ, експлуатаційні параметри його функціонування та доменно-специфічні вимоги сучасних ІКС;
3. обґрунтувати методичні засади нормалізації, зважування, агрегування, адаптивного коригування вагових коефіцієнтів та інтерпретації різнорідних показників якості ПЗ;
4. розробити комплексну модель оцінювання якості ПЗ в ІКС на основі поєднання статичних і динамічних метрик;
5. розробити доменно-орієнтований метод оцінювання якості ПЗ ядра 5G, адаптований до сервісно-орієнтованої архітектури, особливостей функціонування мережевих функцій та вимог сучасних телекомунікаційних систем;
6. провести експериментальну перевірку запропонованих моделі та методу в середовищах, наближених до умов експлуатації ІКС, із використанням керованого навантаження, емуляції мережевих параметрів та інструментального моніторингу;
7. формалізувати та експериментально перевірити здатність запропонованого доменно-орієнтованого методу забезпечувати покриття контрольних вимог до доменних метрик ПЗ ядра 5G;
8. оцінити практичну придатність отриманих результатів для підтримки прийняття рішень щодо контролю якості, виявлення деградації, порівняння конфігурацій, оптимізації програмних компонентів та інтеграції процедур оцінювання якості в процеси розроблення, тестування й експлуатаційного моніторингу ПЗ в ІКС.

4. Об'єкт дослідження - процеси оцінювання та контролю якості ПЗ в сучасних ІКС.

5. Предмет дослідження - методи та моделі оцінювання якості ПЗ ІКС, що базуються на інтеграції міжнародних стандартів із доменно-специфічними динамічними метриками функціонування.

6. Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань використано методи системного аналізу та порівняння для огляду існуючих підходів; методи формалізації та математичного моделювання для визначення метрик і побудови інтегральної оцінки; підходи багатокритеріального оцінювання для агрегування показників якості; експериментальні методи для валідації запропонованих рішень у середовищі, наближеному до умов експлуатації ІКС, із застосуванням керованої емуляції мережевих характеристик та інструментального моніторингу.

7. Наукова новизна дослідження: полягає в одержанні таких результатів:
уперше:

запропоновано доменно-орієнтований метод комплексної оцінки якості ПЗ ядра 5G-мереж, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на поєднанні базових метрик стандарту ISO/IEC 25010 із доменно-специфічними показниками сучасних телекомунікаційних систем (затримка сигналізації, масштабованість, енергоефективність на сесію). Це дозволяє здійснювати багатовимірну оцінку програмних компонентів (AMF, SMF, UPF) з урахуванням сервісного, функціонального та інфраструктурного рівнів;

розроблено комплексну багаторівневу модель інтегральної оцінки якості ПЗ ІКС, яка, на відміну від традиційних підходів, поєднує статичні характеристики програмного продукту з динамічними операційними метриками (пропускна здатність, втрати пакетів, час реакції). Використання цієї моделі дозволяє кількісно визначати розрив між формально задекларованою якістю ПЗ та його фактичною ефективністю в умовах розподілених мереж під навантаженням;

удосконалено:

метод розрахунку інтегрального показника якості ПЗ шляхом запровадження алгоритму адаптивного коригування вагових коефіцієнтів. На відміну від статичного зважування, такий підхід забезпечує автоматичний перерахунок значущості динамічної складової при виникненні мережевих аномалій або критичних стрибків навантаження, що підвищує точність і швидкість виявлення деградації сервісів;

отримали подальший розвиток:

критеріальні моделі оцінювання якості ПЗ для сучасних ІКС. Завдяки розробленому багатофакторному підходу формалізовано інтеграцію специфічних показників кібербезпеки, енергоспоживання та стійкості мікросервісів у класичні референтні моделі ISO/IEC 25010, CMMI та FURPS+, що створює теоретичне підґрунтя для їх застосування в середовищах IoT, SDN та хмарних обчислень.

8. Теоретичне значення. Теоретичне значення результатів дисертації. Теоретичне значення полягає у розвитку науково-методичного апарату оцінювання якості ПЗ в ІКС через формалізацію взаємозв'язку статичних і динамічних метрик, визначення принципів їх нормалізації, зважування, агрегування та інтерпретації, а також у розробленні доменно-орієнтованого підходу до оцінювання ПЗ ядра 5G.

9. Практичне значення та використання результатів дисертаційного дослідження полягає у можливості застосування запропонованих моделі та методу під час розроблення, впровадження, тестування й експлуатації ПЗ в ІКС.

Отримані результати можуть бути використані для порівняння альтернативних реалізацій і конфігурацій програмних компонентів, контролю якості в умовах змінного навантаження, виявлення деградації характеристик, підтримки прийняття рішень щодо масштабування та оптимізації, а також для інтеграції процедур оцінювання якості в CI/CD-пайплайни та системи експлуатаційного моніторингу..

Результати роботи впроваджено:

- у навчальний процес кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем і використано в матеріалах, що стосуються аналізу якості програмного забезпечення мережевих і сервісних компонентів (*акт про впровадження від 30.04.2026*).

- у діяльність ТОВ “СМАРТ ПАВЕР” шляхом використання запропонованого методу комплексної оцінки якості ПЗ ядра 5G-мереж та запропонованої комплексної багаторівневої моделі інтегральної оцінки якості ПЗ ІКС, реалізованих у вигляді алгоритмів і програмних засобів (*акт про впровадження від 04.05.2026*).

10. Особистий внесок здобувача. Дисертація “Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах” Гамрецького Романа Михайловича є самостійною науковою працею, у якій наведено теоретичні положення, методи, моделі, висновки та практичні рекомендації, отримані автором у процесі виконання дисертаційного дослідження. Усі наукові положення, результати та рекомендації, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто. Ідеї, положення, результати та матеріали інших авторів, використані в дисертації, мають відповідні посилання та застосовані лише для обґрунтування і порівняння з результатами власного дослідження.

11. Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати, отримані автором доповідалися на науково-практичних та науково-технічних конференціях різного рівня: “Політ. Сучасні проблеми науки” (Київ, 2023), “ABIA-2023” (Київ, 2023), “ITSEC” (Ужгород, 2023), “Живучість та резильєнтність критичної інфраструктури – 2023” (Київ, 2023), “Інформаційна безпека та інформаційні технології” (Львів, 2023), “Проблеми науково-технічного та правового забезпечення кібербезпеки у сучасному світі” (Краків, 2024), “Політ. Сучасні проблеми науки” (Київ, 2024), “ITSEC” (Львів, 2024), “Aviation in the XXI Century” – “Safety in Aviation and Space Technologies” (Київ, 2024), 2024 IEEE 7th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD) (Київ, 2024), “Інформаційна безпека та інформаційні технології” (Львів, 2024), “Політ. Сучасні проблеми науки” (Київ, 2025), “Проблеми експлуатації та захисту інформаційно-комунікаційних систем” (Київ, 2025), Fourth International Conference on Cyber Hygiene & Conflict Management in Global Information Networks (Київ, 2025), 2025 IEEE 8th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC) (Київ, 2025), “Інформаційна безпека та інформаційні технології” (Львів, 2025).

12. Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 21 науковій праці, серед яких 3 статті, які входять до переліку фахових наукових видань МОН України, 2 статті, що проіндексовані в наукометричній базі Scopus, 16 матеріалів наукових конференцій.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Гамрецький Р. М., Гнатюк В. О. Огляд та аналіз методів та моделей оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах. *Наукоємні технології*. 2024. № 4(64). С. 435–448. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.63.19752>.

Особистий внесок Гамрецького Р.М.: проаналізовано та систематизовано існуючі методи й моделі оцінювання якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах, визначено їх переваги та обмеження, обґрунтовано необхідність розвитку комплексного підходу до оцінювання якості ПЗ в ІКС.

Особистий внесок Гнатюка В.О.: здійснено постановку задачі дослідження, наукове консультування, уточнення структури аналізу та редагування матеріалу.

2. Гамрецький Р., Гнатюк В. Метод оцінки якості програмного забезпечення ядра 5G. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. Т. 355, № 4(355). С. 106–111. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-355-15>.

Особистий внесок Гамрецького Р.М.: розроблено доменно-орієнтований метод оцінювання якості програмного забезпечення ядра 5G, сформовано систему доменно-специфічних метрик, обґрунтовано процедури нормалізації, зважування та агрегування показників у інтегральну оцінку якості.

Особистий внесок Гнатюка В.О.: постановка задачі, методичне супроводження, наукове консультування та редагування матеріалу.

3. Гнатюк В. О, Гамрецький Р. М. Комплексна модель оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах з урахуванням динамічних параметрів. *Наукоємні технології*. 2026. №1(69), с. 109-117, DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.69.20951>.

Особистий внесок Гамрецького Р.М.: розроблено комплексну модель оцінювання якості програмного забезпечення в ІКС з урахуванням статичних і динамічних параметрів, обґрунтовано процедури нормалізації, зважування та агрегування показників, виконано експериментальну перевірку й інтерпретацію отриманих результатів.

Особистий внесок Гнатюка В.О.: здійснено постановку наукової задачі, методичне супроводження розроблення моделі, наукове консультування щодо інтерпретації результатів і редагування матеріалу.

Статті в іноземних виданнях:

(статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus)

1. Gnatyuk V., Batrak O., Hamretskyi R., Golovan M. Organizational and technical support of cyber security using a virtual assistant. *Cyber Hygiene & Conflict Management in Global Information Networks 2024 (CH&CMiGIN 2024). CEUR Workshop Proceedings*. 2025. Vol. 3925. P. 317–324. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19119346>. ISSN 1613-0073, Q4.

Особистий внесок Гамрецького Р.: проаналізовано роль програмних засобів підтримки кібербезпеки в інформаційно-комунікаційних системах, обґрунтовано їх зв'язок із якістю програмного забезпечення, узагальнено вимоги до функціонування віртуального асистента та взято участь у формуванні висновків.

Особистий внесок Гнатюка В.: здійснено постановку задачі дослідження, наукове консультування, узагальнення результатів і редагування матеріалу.

Особистий внесок Батрака О.: опрацьовано організаційні аспекти забезпечення кібербезпеки та сформовано практичні рекомендації щодо використання віртуального асистента.

Особистий внесок Голованя М.: проаналізовано технічні аспекти реалізації віртуального асистента та підготовлено прикладну частину дослідження.

2. Gnatyuk V., Hamretskyi R. A domain-oriented method for evaluating 5G core network software quality. *Cyber Security and Data Protection 2025 (CSDP 2025)*.

CEUR Workshop Proceedings. 2025. Vol. 4042. P. 193–202. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19130829>. ISSN 1613-0073, Q4.

Особистий внесок Гамрецького Р.М.: виконано англomовне узагальнення та апробацію доменно-орієнтованого методу оцінювання якості ПЗ ядра 5G, уточнено його застосування для показників функціонування 5G Core та інтерпретовано результати з позиції доменної придатності методу.

Особистий внесок Гнатюка В.О.: наукове консультування, методичне супроводження, узагальнення результатів і редагування матеріалу.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Гамрецький Р. Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах. *Політ. Сучасні проблеми науки* : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, м. Київ, 4–7 квіт. 2023 р. Київ, 2023. С. 8–9.

2. Гамрецький Р. Якість програмного забезпечення в телекомунікаційних системах. *Політ. Сучасні проблеми науки* : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, м. Київ, 4–7 квіт. 2023 р. Київ, 2023. С. 31–32.

3. Гамрецький Р. М., Гнатюк В. О. Вплив якості програмного забезпечення на функціонування інформаційно-комунікаційних систем. *ABIA-2023* : зб. тез доп. XVI Міжнар. наук.-техн. конф., м. Київ, 18–20 квіт. 2023 р. Київ, 2023. С. 7.37–7.39.

4. Гамрецький Р., Зандер К. Аналіз метрик кібербезпеки для оцінювання якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах. *ITSec* : зб. тез доп. Міжнар. наук.-техн. конф., м. Ужгород, 2–4 трав. 2023 р. Ужгород, 2023. С. 60–62.

5. Гамрецький Р., Гнатюк В. Роль якості програмного забезпечення у резильєнтності інформаційно-комунікаційних систем. *Живучість та резильєнтність критичної інфраструктури – 2023* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 19 жовт. 2023 р. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2023. С. 104–105.

6. Гамрецький Р., Гнатюк В. Статичний аналіз коду програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах. *Інформаційна безпека та інформаційні технології* : зб. тез доп. VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, студентів і курсантів, м. Львів, 30 листоп. 2023 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2023. С. 258–260.

7. Hamretskyi R., Gnatyuk V. Wielokryterialna ocena jakości oprogramowania w systemach informatycznych oraz komunikacyjnych zgodnie z modelem SQuaRE. *Przetwarzanie, transmisja i bezpieczeństwo informacji* : zb. mat. Bielsko-Biała : Uniwersytet Bielsko-Bialski, 2023. S. 55–62. ISBN 978-83-67652-12-4. DOI: <https://doi.org/10.53052/9788367652124.06>

8. Гамрецький Р., Гнатюк В. Аналіз метрик кібербезпеки для оцінки якості програмного забезпечення. *Problems of Scientific, Technical and Legal Support for Cybersecurity in the Modern World* : monograph / eds. S. Semenov, M. Muchacki. Krakow : Wydawnictwo Naukowe UKEN, 2024. С. 126–136. ISBN 978-86-68020-86-1.

9. Гамрецький Р. Програмне забезпечення інформаційно-комунікаційних систем. *Політ. Сучасні проблеми науки. Аеронавігація. Електроніка. Телекомунікації* : тези доп. XXIV Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених. Київ : НАУ, 2024. С. 23–24.

10. Гамрецький Р., Гнатюк В. Аналіз методів оцінки кібербезпеки програмного забезпечення. *ITSec: Безпека інформаційних технологій* : матеріали XIII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Львів, 9–11 трав. 2024 р. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2024. С. 73–74.

11. Hamretskyi R. M., Zander K. Y., Gnatyuk V. O. Analysis of methods for software quality assessment in aviation information and communication systems. *Proceedings of the Eleventh World Congress “Aviation in the XXI Century” – Safety in Aviation and Space Technologies*, Kyiv, September 25–27, 2024. Kyiv : National Aviation University, 2024. P. 2.1.14–2.1.16.

12. Hamretskyi R., Gnatyuk V. Methods and models for software quality assessment in information and communication systems. *Proceedings of the 2024 IEEE 7th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD)*, Kyiv, Ukraine, October 22–24, 2024. Kyiv : IEEE, 2024. P. 62–67. ISBN 979-8-3315-3413-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/APUAVD64488.2024.10765910>.

13. Гамрецький Р., Гнатюк В. Аналіз методів та моделей оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах. *Політ. Сучасні проблеми науки. Аеронавігація. Електроніка. Телекомунікації* : тези доп. XXV Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, м. Київ, 1–4 квіт. 2025 р. Київ : Державний університет “Київський авіаційний інститут”, 2025. С. 23–24.

14. Гамрецький Р., Гнатюк В. Особливості оцінки якості програмного забезпечення ядра 5G. *Проблеми експлуатації та захисту інформаційно-комунікаційних систем* : тези наук.-практ. конф., м. Київ, 4–6 черв. 2025 р. Київ : Вид-во Державного університету “Київський авіаційний інститут”, 2025. С. 18–19.

15. Gnatyuk V., Gorbachov I., Hamretskyi R. Dynamic management method of network slices in 5G for improving QoS in VoIP. *2025 IEEE 8th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)*, Kyiv, Ukraine, 2025. P. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1109/MSNMC61130.2025.11399739>.

16. Гнатюк В. О., Гамрецький Р. Метод оцінки якості програмного забезпечення для захисту інформації у комп’ютерних мережах. *Інформаційна безпека та інформаційні технології* : зб. тез доп. VII Всеукр. наук.-практ. конф., м. Львів, 27 листоп. 2025 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2025. С. 300–302.

13. Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 186 сторінок, з них основна частина – 129 сторінок. Робота містить 23 рисунки, 32 таблиці та 7 додатків. Список використаних джерел налічує 80 найменувань.

14. Характеристика особистості здобувача. Під час підготовки дисертаційної роботи Гамрецький Р.М. проявив себе як відповідальний, цілеспрямований і наполегливий дослідник, здатний самостійно вирішувати поставлені наукові та практичні завдання. Здобувач сумлінний, дисциплінований та відкритий до конструктивної критики, має належний рівень теоретичної та практичної підготовки.

15. Оцінка мови та стилю дисертації. Текст дисертації викладено фаховою українською мовою. Текстове подання матеріалу відповідає стилю науково-дослідної літератури. Матеріали дослідження оформлені відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України.

16. Відповідність принципам академічної доброчесності. Дисертація не містить необґрунтованих запозичень та плагіату. У роботі дотримано правила посилання на джерела інформації у випадку використання підходів, положень, тверджень, відомостей. Надано достовірну інформацію про результати досліджень, джерела використаної інформації.

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:

Голубничий Олексій Георгійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Рецензенти:

Конахович Георгій Філімонович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Охріменко Тетяна Олександрівна, кандидат технічних наук, старший дослідник, заступник декана Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

Офіційні опоненти:

Плющ Олександр Григорович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри мережевих та інтернет-технологій Факультету інформаційних технологій КНУ імені Тараса Шевченка.

Смірнов Сергій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації виробничих процесів Центральноукраїнського національного технічного університету.

Усі члени разової спеціалізованої вченої ради не мають реального чи потенційного конфлікту інтересів щодо здобувача Гамрецького Романа Михайловича та/або його наукового керівника.

У результаті попередньої експертизи дисертації Гамрецького Романа Михайловича і повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Гамрецького Романа Михайловича на тему “Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах”.

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Гамрецького Романа Михайловича відповідає спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка” та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (зі змінами), а також вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами).

3. Рекомендувати дисертаційну роботу “Методи та моделі оцінки якості програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних системах”, подану Гамрецького Романа Михайловича на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 “Електроніка та телекомунікації” за спеціальністю 172 “Телекомунікації та радіотехніка”, до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді.

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

Голова ради:

Голубничий Олексій Георгійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Рецензенти:

Конахович Георгій Філімонович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Охріменко Тетяна Олександрівна, кандидат технічних наук, старший дослідник, заступник декана Факультету комп’ютерних наук та технологій КАІ.

Офіційні опоненти:

Плющ Олександр Григорович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри мережевих та інтернет технологій Факультету інформаційних технологій КНУ імені Тараса Шевченка.

Смірнов Сергій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації виробничих процесів Центральноукраїнського національного технічного університету.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації
Гамрецького Романа Михайловича:

“за” – 17

“проти” – немає

“утримались” – немає

Головуючий на засіданні:

завідувач кафедри електроніки,
робототехніки і технологій
моніторингу та інтернету речей КАІ,
д.т.н., професор

Максим ЗАЛІСЬКИЙ

Секретар засідання:

доцент кафедри телекомунікаційних та
радіоелектронних систем КАІ,
к.т.н., доцент

Веніамін АНТОНОВ

ПОГОДЖЕНО:

перший проректор КАІ

Ігор КРАВЧИШИН