

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації *Щеглова Владислава Романовича* на тему «Моделі, метод та засоби інтелектуальної системи діагностування промислового обладнання з використанням індустріального інтернету речей і цифрових двійників», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

На засіданні кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій за участі:

Харченка Вячеслава Сергійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Фесенка Германа Вікторовича, д.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Морозової Ольги Ігорівни, д.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Брежнева Євгена Віталійовича, д.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Пєвнева Володимира Яковлевича, д.т.н., доцента, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Клюшнікова Ігоря Миколайовича, д.т.н., ст. наук. співр., доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Фурманова Клайда Костянтиновича, к.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Орехова Олександра Олександровича, к.т.н., доцента, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Перепелицина Артема Євгеновича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Колісник Марини Олександрівни, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Піскачова Олександра Івановича, к.т.н., доцента, ст. наук. співр. кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Бабешка Євгена Васильовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Дужого В'ячеслава Ігоровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Тецького Артема Григоровича, к.т.н., доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Лейченка Кирила Миколайовича, д.ф., доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Землянка Георгія Андрійовича, д.ф., доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Дужої Вікторії Вікторівни, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Холодної Зої Борисівни, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Желтухіна Олександра Васильовича, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Годунова Олександра Сергійовича, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Демури Руслана Івановича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Неретіна Олексія Сергійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Семенця Олександра Юрійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Остапенка Леоніда Юрійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Скоробогатька Станіслава Віталійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Канарського Євгена Олександровича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Міщука Вадима Валерійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Юдіна Олеся Вікторовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Черепакіна Дмитра Анатолійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Косаревського Богдана Валерійовича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Медведева Богдана Руслановича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Лісних Олександра Ігоровича, аспіранта кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»,

а також запрошених:

Туркіна Ігоря Борисовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри інженерії програмного забезпечення «ХАІ»;
Чухрая Андрія Григоровича, д.т.н., професора, професора кафедри інженерії програмного забезпечення «ХАІ»;
Соколової Євгенії Віталіївни, к.т.н., доцента, доцента кафедри інженерії програмного забезпечення «ХАІ»;
Малеевої Ольги Володимирівни, д.т.н., професора, професора кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій «ХАІ»;
Заславського Володимира Анатолійовича, д.т.н., професора, професора кафедри математичної інформатики Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Іванченка Олега Васильовича, д.т.н., доцента, професора кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного університету «Дніпровська політехніка»;

Шмельової Тетяни Федорівни, д.т.н., професора, професора кафедри аеронавігаційних систем Національного університету «Київський авіаційний інститут»;

Стрижака Олександра Євгенійовича, д.т.н., професора, головного наукового співробітника Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України;

Волочія Богдана Юрійовича, д.т.н., професора, професора кафедри програмно-апаратних систем інфокомунікацій Національного університету «Львівська політехніка»;

відбулася публічна презентація дисертаційної роботи *Щеглова Владислава Романовича* на тему «**Моделі, метод та засоби інтелектуальної системи діагностування промислового обладнання з використанням індустріального інтернету речей і цифрових двійників**».

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи ухвалено такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одногolosно).

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність досліджень, що проводилися дисертантом з розроблення моделей, методу та програмних засобів оцінювання і забезпечення готовності промислового обладнання систем індустріального інтернету речей представлена наступними пунктами:

1. Для забезпечення високого рівня експлуатаційної готовності та безпечності промислового обладнання, у сучасному світі, недостатнім є використання класичних детермінованих підходів до технічного діагностування. Задля підвищення якості контролю та його достовірності, сучасними стандартами є використання комплексних підходів, з використанням інтелектуальних систем діагностування, індустріального інтернету речей, технологій граничних і хмарних обчислень, а також засобів штучного інтелекту на основі цифрових двійників;

2. Функціонування кіберфізичних систем промислового обладнання, в мінливих умовах експлуатації та дрейфу концепту призводить до утворення та накопичення неспецифікованих (прихованих) відмов апаратних або програмних компонентів. При таких обставинах звичайні інструменти контролю не здатні своєчасно виявити неочевидні патерни деградації, що може створювати раптову ескалацію дефектів у критичні аварійні ситуації, які унеможливають забезпечення безперервної готовності та безпечного функціонування систем індустріального інтернету речей;

3. Комплексне оцінювання та забезпечення готовності промислового обладнання в умовах накопичення прихованих відмов та динамічної адаптації засобів діагностування, в більшості випадків залишаються за межами сучасних

досліджень. Існуючі статичні, класичні марковські моделі та стандартні програмні засоби для оцінки надійності, не повною мірою здатні ефективно враховувати вплив локального чи федеративного донавчання цифрового двійника, динаміку зміни достовірності контролю, та обчислювальну математичну «жорсткість» процесів. Це зумовлює потребу в розробленні нових мультифрагментних моделей, методів верифікації і відповідних інструментальних програмних засобів для достовірного оцінювання готовності таких систем.

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

Отримані автором результати дисертації виконано на кафедрі кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій. Національного аерокосмічного університету «ХАІ» в рамках виконання держбюджетних науково-дослідницьких робіт:

«Методи, засоби та технології моделювання, розроблення, розгортання та забезпечення гарантоздатності мобільних інтелектуальних систем для об'єктів критичної інфраструктури» (№ Д/Р 0124U003250, 2024-теперішній час);

«Наукові засади і методи забезпечення гарантоздатності флотів БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних і військових об'єктів» (№ Д/Р 0121U112172, 2021–2023 рр.);

«Методи, моделі та інформаційні технології підвищення надійності та безпечності складних ІТ-систем на етапах розроблення та впровадження» (№ Д/Р 0121U113842, 2021–2023 рр.);

«Методи, програмно-апаратні засоби та технології забезпечення гарантоздатності інтелектуальних систем індустриального інтернету речей» (№ Д/Р 0122U001065, 2022–2023 рр.).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше запропоновано теоретико-множинну модель та архітектуру інтелектуальної системи діагностування промислового обладнання систем індустриального інтернету речей з використанням цифрового двійника, які, на відміну від існуючих, забезпечують локальне та федеративне донавчання, коригування тестових послідовностей і параметрів оперативного контролю на базі виявлених прихованих відмов, а також можливість динамічного обчислення функції готовності, що надає змогу знизити ймовірність прихованих відмов та підвищити керованість процесами обслуговування.

2. Удосконалено базові та мультифрагментні моделі готовності відновлювального промислового обладнання систем індустриального інтернету речей, які, на відміну від існуючих, утворюють множину, сформовану на основі розробленого онтологічного класифікатора, та враховують зміну достовірності діагностування, зумовлену донавчанням цифрового двійника після прояву різних типів відмов, що дозволяє обирати структуру моделі залежно від

особливостей об'єкта і процесів діагностування та підвищити достовірність оцінювання готовності системи.

3. Удосконалено метод верифікації та валідації мультифрагментних марковських моделей інтелектуальних систем діагностування промислового обладнання з використанням індустріального інтернет речей, який відрізняється використанням багатоступеневої перехресної перевірки результатів за допомогою двох незалежних методологій (на основі графів станів та структурно-автоматних моделей), а також врахуванням математичної "жорсткості" (stiffness) матриці інтенсивностей для вибору чисельного методу розв'язання, що дозволяє уникнути обчислювальних похибок та підвищити достовірність оцінювання готовності.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Теоретичне значення результатів роботи полягає у наступному:

- проведено аналіз існуючих методів і технологій діагностування та оцінювання надійності промислового обладнання індустріального інтернету речей, виявлено обмеження традиційних підходів щодо виявлення накопичення прихованих відмов та впливу динамічного «дрейфу концепту»;
- розроблено теоретико-множинну модель та архітектуру інтелектуальної системи діагностування промислового обладнання з використанням цифрового двійника, які формалізують механізми локального та федеративного донавчання;
- розроблено онтологічний класифікатор, на основі якого удосконалено множину базових і мультифрагментних марковських моделей готовності, які, на відміну від відомих, враховують динаміку зміни достовірності діагностування, зумовлену донавчанням цифрового двійника;
- розвинуто метод верифікації та валідації марковських моделей інтелектуальних систем діагностування, що дозволяє підвищити достовірність оцінювання готовності шляхом використання багатоступеневої перехресної перевірки на основі структурно-автоматних моделей та врахування математичної «жорсткості» матриці інтенсивностей.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові положення і висновки впроваджено в промисловий сектор, навчальний процес та проекти кафедри:

- розроблено еталонну IT-архітектуру розгортання інтелектуальної системи діагностування промислового IoT обладнання;
- розроблено спеціалізований інструментальний програмний засіб «R-SIM» для моделювання та автоматизації розрахунку показників готовності, який генерує простір станів мультифрагментних марковських моделей та адаптивно вирішує проблему математичної «жорсткості» систем диференціальних рівнянь;
- запропоновано та апробовано алгоритми обґрунтування доцільності впровадження донавчання на прикладі критичного обладнання (циркуляційного насоса малих модульних реакторів), що дозволяє кількісно оцінити виграш у стаціонарній готовності та мінімізувати втрати часу на простій.

Результати досліджень і розробок надають змогу знизити ймовірність прихованих відмов, підвищити достовірність діагностування та загальні показники експлуатаційної готовності промислового обладнання.

Отримані наукові результати були використані в проектах кафедри, виконаних на замовлення МОН України (зокрема, № Д/Р 0124U003250, 0121U112172, 0121U113842, 0122U001065), впроваджені на підприємстві ТОВ «НВП «РАДІКС» для підвищення ефективності процесів верифікації та валідації інформаційно-керуючих систем, і в навчальному процесі Національного аерокосмічного університету «ХАІ». Далі результати досліджень можуть бути використані у науково-дослідних та проектних організаціях, які займаються розробленням і впровадженням гарантоздатних кіберфізичних систем та інтелектуального обладнання критичної інфраструктури.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні положення та ідеї дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на:

- науково-технічному семінарі «Критичні комп'ютерні технології та системи (КриКТехС-2022/6/171)» з доповіддю на тему «Методи та технології розроблення цифрових двійників для гарантоздатних систем індустріального інтернету речей», Харків, ХАІ, кафедра 503;

- 14 міжнародній студентській науково-технічна конференція «Перспективні мережеві та комп'ютерні технології» ПерСиК 2023 (Харків, 20 квітня 2023), ХАІ, кафедра 503;

- міжнародній науковій конференції «Scientific International Conference on CBRNe» на тему «Digital Twins-based Intelligent Systems of Monitoring Critical Objects: Methodology and Models of Availability Assessment» онлайн формат, (Рим, Італія, 26 вересня 2023), ХАІ, кафедра 503;

- 13-ій Міжнародній науково-технічній конференції DESSERT'2023, 13th International Conference, Dependable Systems, Services and Technologies (Греція, Афіни, 13–15 жовтня 2023) з роботою за темою «Availability Markov Models of Complex Equipment with Relearning Diagnostic Means after Detecting Latent Failures»;

- аспірантському семінарі «Гарантоздатні інформаційні технології» кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «ХАІ» (Харків, 22 листопада 2023 р.);

- V Міжнародній науково-практичній конференції «Авіація, Промисловість, Суспільство» з доповіддю на тему «Застосування технології цифрових двійників відносно безпілотних літальних апаратів», онлайн формат, Харків, ХНУВС, 2024;

- 14-ій Міжнародній науково-технічній конференції DESSERT'2024, 14th International Conference, Dependable Systems, Services and Technologies, Greece, Athens, October 11-13, 2024 з роботою за темою «Availability Assessing

Intelligent Diagnostic System with Relearning after Complex Equipment Failures: Structural-Automata Model-based Methodology of Markov's Analysis»;

– 3-му Міжнародному воркшопі «Reliability Engineering and Computational Intelligence (RECI 2024)» (Жиліна, Словаччина, 7 листопада 2024) з роботою за темою «Verification of Markov Model-Based Availability Assessment of Intelligent Diagnostic Systems Using Two Methodologies and Tools».

Результати дисертаційного дослідження впроваджено:

– у навчальному процесі кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій ХАІ (лекціях та практичних заняттях з навчальної дисципліни «Теорія і методи інтернет обчислень») для аспірантів, що навчаються за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія;

– при виконанні держбюджетної науково-дослідницької роботи № Д/Р 0124U003250 впродовж 2024 і до теперішнього часу, № Д/Р 0121U112172 впродовж 2021–2023 рр., № Д/Р 0121U113842, 2021–2023 рр., № Д/Р 0122U001065 впродовж 2022–2023 рр;

– спільною апробацією та використанням запропонованих марковських моделей і архітектури ІЦД в рамках методології інженерної підтримки життєвого циклу та V&V інформаційно-керуючих систем (зокрема для ММР) на базі ТОВ «НВП «РАДІКС».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційна робота В. Р. Щеглова є оригінальною роботою, виконана здобувачем самостійно й доброчесно, текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства. Роботу передано експерту для проведення науково-технічної експертизи щодо збігів з Internet-джерелами, про що буде надано відповідний звіт.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 7 наукових публікацій, у тому числі:

– дві статті опубліковано у наукових фахових виданнях за 123 спеціальністю, включених до переліку спеціалізованих видань України;

– одна стаття опублікована у науковому фаховому виданні, індексована в базі даних Scopus (Q1);

– один розділ в колективній монографії;

– дві доповіді на міжнародних наукових конференціях;

– одна доповідь на національній науковій конференції;

Стаття в іностранным виданні, проіндексована в базі Scopus (Q1):

1. Kharchenko V., Shcheglov V., Ivasiuk O., Morozova O. Digital Twin-Based Lifecycle Methodology for Ensuring Safety of NPP/SMR I&C Systems. *Technologies*. 2026. Vol. 14, no. 1, article no. 46. P. 1–33. DOI: 10.3390/technologies14010046.

Здобувач запропонував методологію використання цифрового двійника на різних етапах життєвого циклу інформаційно-керуючих систем малих модульних реакторів (SMR) для верифікації та валідації алгоритмів машинного навчання. Крім того, здобувачем розроблено мультифрагментну марковську модель готовності інтелектуальної системи діагностування (на прикладі циркуляційного насоса SMR), що дозволило кількісно оцінити вплив процесів донавчання цифрового двійника на загальну експлуатаційну готовність системи з урахуванням компенсації тимчасових втрат на донавчання.

Статті в наукових виданнях України категорії «Б», затверджених як фахові за спеціальністю 123:

1. Щеглов В. Р., Морозова О. І. Методи та технології розроблення цифрових двійників для гарантоздатних систем індустриального інтернету речей. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2022. Вип. 4 (70). С. 127–137. DOI: 10.26906/SUNZ.2022.4.127.

Здобувач виконав системний аналіз концепції цифрових двійників, визначивши їх ієрархію (від компонентів до процесів) та рівні зрілості. Проведено дослідження ключових індустрій та формалізовано специфічні виклики й обмеження щодо інтеграції цифрових двійників для моніторингу, діагностування та технічного обслуговування кіберфізичних систем.

2. Щеглов В. Р. Інформаційна технологія оцінювання готовності інтелектуальних систем діагностування з донавчанням на основі цифрових двійників. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2026. № 1. С. 87–96. DOI: 10.31891/2219-9365-2026-85-11.

Здобувач розробив класифікатор моделей готовності та формалізував інформаційну технологію оцінювання готовності за допомогою методології функціонального моделювання IDEF0. Визначено логіку роботи інструментального програмного засобу «R-SIM» для оцінювання готовності, що за обраною моделлю і параметрами автоматизує процеси підрахунку готовності, врахування математичної жорсткості, верифікації матриці переходів, симуляції та інтерпретації ключових метрик.

Апробаційні статті та тези в рамках міжнародних науково-технічних конференцій:

1. Shcheglov V., Kharchenko V., Borges J., Morozova O. Availability Markov Models of Complex Equipment with Relearning Diagnostic Means after Detecting Latent Failures. *Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT'2023)* : Proc. 13th IEEE Int. Conf., Athens, Greece, Oct. 13–15, 2023. P. 1–7. DOI: 10.1109/DESSERT61349.2023.10416539.

Здобувач запропонував підхід до оцінювання впливу донавчання засобів діагностування на готовність складного обладнання за допомогою лінійних мультифрагментних марковських моделей. Доведено гіпотезу про формування «навчального боргу» (тимчасове зниження готовності на етапі донавчання з подальшим виходом на вищий стаціонарний рівень завдяки мінімізації прихованих відмов).

2. Shcheglov V., Kharchenko V., Volochiy B., Morozova O., Zaitseva E. Availability Assessing Intelligent Diagnostic System with Relearning after Complex Equipment Failures: Structural-Automata Model-based Methodology of Markov's Analysis. *Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT'2024)* : Proc. 14th IEEE Int. Conf., Athens, Greece, 2024. P. 1–8. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122169.

Здобувач удосконалив метод моделювання експлуатаційної поведінки інтелектуальної системи діагностування (ІСД) шляхом застосування апарату структурно-автоматних моделей, що дозволило детально врахувати вплив служб технічного обслуговування (СТОiP) та помилок контролю. Виконано верифікацію математичних моделей та визначено межі економічної та технічної доцільності донавчання залежно від «вартості» аварійного відновлення.

3. Щеглов В. Р., Морозова О. І. Застосування технології цифрових двійників відносно безпілотних літальних апаратів. *Авіація, промисловість, суспільство* : матеріали наук.-практ. конф., м. Харків, 2024. Харків, 2024. С. 47–51.

Здобувач адаптував концепцію використання технології цифрових двійників для мобільних кіберфізичних платформ на прикладі безпілотних літальних апаратів, визначивши специфіку збору телеметрії та розподілу обчислювальних ресурсів між граничними та хмарними рівнями.

Розділ у колективній монографії:

1. Гаєвський В. В., Кунуп Т. В., Морозова О. І., Щеглов В. Р. Розділ 11. Інтелектуальні системи інтернету речей з використанням технологій цифрових двійників. *Methods and technologies of ensuring quality and safety of intelligent systems* : кол. монографія / за заг. ред. В. С. Харченка, О. І. Морозової. Харків : Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет «ХАІ», 2023. С. 193–224.

Здобувач виконав системний огляд видів та ієрархії цифрових двійників і обґрунтував їх практичне застосування для залізничного транспорту. Розробив архітектуру взаємодії цифрового двійника із системою мікропроцесорної централізації залізничної автоматики (як системи підтримки прийняття рішень), визначив рівні інструментального стеку, а також запропонував процедуру (модель) безпечного впровадження нових рішень на базі цифрових двійників від віртуальної оцінки концепту до фізичної реалізації.

8. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною науково-освітньою програмою та написання дисертації Щегловим Владиславом Романовичем вважаю успішним. Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на високому науковому рівні та відповідає всім установленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, й може бути рекомендована до захисту, а її автор Щеглов Владислав

Романович — до присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Отже, вважаємо, що дисертаційна робота Щеглова Владислава Романовича на тему «Моделі, метод та засоби інтелектуальної системи діагностування промислового обладнання з використанням індустріального інтернету речей і цифрових двійників», представлена на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44). Відтак, вона може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Головуючий на засіданні
член-кореспондент Національної академії наук України,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри кібербезпеки та
інтелектуальних інформаційних технологій
Національного аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»



Вячеслав ХАРЧЕНКО

03.04.2026 р.