

9

ПРОМИСЛОВІСТЬ,  
ІННОВАЦІЇ ТА  
ІНФРАСТРУКТУРА



Затверджую  
в.о. ректора ХНУРЕ

Ігор РУБАН



## ЗВІТ ПРО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З ЦІЛІ 9

«ПРОМИСЛОВІСТЬ, ІННОВАЦІЇ ТА ІНФРАСТРУКТУРА»

у 2023 році

9 INDUSTRY, INNOVATION  
AND INFRASTRUCTURE



Харків 2024

## Інформація про наукову та науково-технічну діяльність Харківського національного університету радіоелектроніки за 2023 рік

### I. Узагальнена інформація щодо наукової та науково-технічної діяльності закладу вищої освіти або наукової установи

Харківський національний університет радіоелектроніки, ХНУРЕ, є одним з профільних університетів України, в якому інформаційним технологіям та інноваційним підходам до освітнього процесу приділяється велика увага. ХНУРЕ має сучасну матеріально-технічну базу для навчання і досліджень, – це сучасний потужний освітній танауковий центр, до складу якого входить 7 факультетів і 33 кафедри, які ведуть підготовку студентів за 46 спеціальностями із 7 галузей знань. В університеті здобувають освіту близько 8 тисяч студентів. Науковий потенціал університету нараховує близько 100 докторів наук, професорів, 314 кандидатів наук, функціонує відділ аспірантури за 14 спеціальностями.

Наукова бібліотека містить понад 1,5 мільйона примірників на паперових носіях. Електронна бібліотека має доступ до найвідоміших інформаційних баз світового інформаційного простору. Видаються 10 наукових журналів, 7 із яких мають категорію Б. Проводяться наукові конференції під егідою IEEE. Навчальні та наукові лабораторії завдяки найсучаснішому обладнанню проводять дослідження, що дозволяють реалізовувати свій потенціал та інтегруватися у світовий академічний простір.

За даними авторитетних світових рейтингів наукової активності ХНУРЕ займає наступні позиції:

- у світовому рейтингу Times Higher Education World University Rankings 2024 ХНУРЕ зайняв позицію у групі 1001-1200 і третє місце серед українських університетів;
- у предметних рейтингах Times Higher Education по Комп'ютерним наукам ХНУРЕ посів позицію у групі 401-500, по Інженерії та технології – у групі 601–800;
- у рейтингу Times Higher Education Impact Rankings 2023 ХНУРЕ зайняв позицію у групі 1001+;
- у світовому рейтингу QS World University Rankings 2024 ХНУРЕ зайняв позицію у групі 1201-1400;
- у регіональному рейтингу QS Europe 2024 ХНУРЕ зайняв 469 місце;
- у предметному рейтингу QS по Комп'ютерним наукам QS WUR Ranking By Subject 2023 ХНУРЕ посів місце у групі 451-500;
- у Ukrainian National H-index Ranking станом на 2023 рік ХНУРЕ посів 19 місце серед університетів підпорядкованих МОНУ і 5 місце серед технічних університетів України;

Протягом 2019-2023 рр. у науковій діяльності ХНУРЕ приймали щорічно близько 800 штатних наукових та науково-педагогічних працівників, серед яких:

	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Науково-педагогічні працівники, у тому числі:	773	765	635	614	588
доктори наук	89	123	95	96	99
кандидати наук	343	399	347	339	314
Штатні працівники НДЧ, у тому числі:	53	47	40	32	22
доктори наук	3	2	3	3	3
кандидати наук	19	20	17	14	9

Для виконання господарчих договорів у багатьох випадках створювались тимчасові колективи з висококваліфікованих науково-педагогічних штатних працівників, які виконували роботи за договорами підряду: у 2019 р. – 205 осіб; у 2020 – 69 осіб; у 2021 р. – 99 осіб; у 2022 р. – 38 осіб, у 2023 р. – 83 особи.

Категорії робіт	2019 рік		2020 рік		2021 рік		2022 рік		2023 р.	
	кі-сть од.	тис. грн.	кі-сть од.	тис. грн.	кі-сть од.	тис. грн.	кі-сть од.	тис. грн.	кі-сть од.	тис. грн.
Фундаментальні зБФ	5	2712,025	2	1660,357	1	1338,442	2	986,823	2	929,22
Прикладні з БФ	7	6178,637	9	8513,007	10	13301,161	9	8051,94	5	4563,1
Госпдоговірні з НФД	23	4791,489	7	5515,8075	20	12790,820	9	5230,967	9	8297,75

До складу госпдоговірних робіт віднесено також розробки за договором з Національним фондом досліджень. До складу фундаментальних та прикладних НДР віднесено договори БФ.

В університеті на теперішній час функціонує 7 докторських спеціалізованих вчених рад, в яких представлено 12 спеціальностей. Станом на 01.01.2024 в університеті налічується 415 аспірантів (412 – очна форма навчання 3 – заочна) та 11 докторантів. Протягом 2023 р. співробітниками та аспірантами університету захищено 1 кандидатська дисертація, 2 дисертації на здобуття ступеня доктор філософії та 0 докторських дисертацій.

## II. Результати наукової та науково-технічної діяльності

а) важливі результати за усіма закінченими у 2023 році науковими дослідженнями і розробками, які виконувались за рахунок коштів державного бюджету (якщо таких не виконувалось, то зазначити наукові результати науково-дослідних робіт, які виконувались за рахунок коштів з інших джерел).

### Напрямок: Інформатика та кібернетика

**1. «Розробка методів та алгоритмів комбінованого навчання глибинних нейро-нео-фаззі систем за умов короткої навчальної вибірки», науковий керівник – Бодяньський Євгеній Володимирович, д-р техн. наук, проф., обсяг фінансування за повний період 1963,726, зокрема 960,0 тис. грн. на 2023 р.**

#### *Отриманий науковий результат його новизна:*

Створено новий клас гібридних систем обчислювального інтелекту – глибинні стекові каскадні нейро-нео-фаззі системи, що відрізняються від відомих відмовою від традиційних нейронів, традиційних feedforward архітектур, зворотного поширення похибок. Розроблені глибокі гібридні системи дозволяють розв'язувати задачі інтелектуального аналізу даних – Data Mining: емуляції, апроксимації-екстраполяції (прогнозування), класифікації-кластеризації – розпізнавання образів (зображень), тощо применшому рівні апріорної інформації у порівнянні з відомими системами.

Створено новий швидкісний підхід до налаштування запропонованих глибинних стекових каскадних нейро-нео-фаззі систем – комбіноване навчання, що включатиме одночасне використання контрольованого навчання, самонавчання, лінивого навчання, активного навчання, екстремального навчання, тощо, що дозволяє отримати максимальний обсяг інформації з навчальних вибірок з оптимальною швидкістю.

Науково-прикладна новизна полягає в тому, що розроблений підхід дозволяє вирішувати завдання інтелектуального аналізу даних за умов обмеженого обсягу навчальних вибірок та нестационарності об'єктів дослідження, зокрема, у військових застосуваннях.

### ***Науковий рівень:***

Особливістю та відмінністю отриманих результатів є те, що замість традиційних нейронів використовуються так звані стеки, кожен з яких є багатовимірним апроксиматором та за суттю адаптивною системою нечіткого висновування. По-друге, запропоновані системи не мають фіксованої архітектури, а формуються з незалежних каскадів-стеків, кожен з яких навчається незалежно один від одного (відмова від зворотного поширення похибок, тобто підвищення швидкодії). І, нарешті, новий підхід – комбіноване навчання, що включає одночасне використання контрольованого навчання, самонавчання, лінивого навчання, активного навчання, екстремального навчання, тощо, що дозволяють отримати максимальний обсяг інформації з навчальних вибірок.

Отримані результати відповідають світовому рівню досліджень у галузі обчислювального інтелекту і не поступаються як у теоретичному, так і практичному значенні тим, що одержані як закордонними, так і вітчизняними колегами. Наукові роботи авторів дослідження увійшли до нещодавнього огляду світового стану досліджень з глибоких нейро-фаззі систем, опублікованого у *International Journal of Fuzzy Systems* (видавництво Springer).

### ***Значимість та практичне застосування:***

Запропоновані нейро-нео-фаззі системи з комбінованим навчанням показали свою перевагу над відомими на цей час у світі за рахунок, по-перше, скорочення обсягів навчальних вибірок шляхом зменшення кількості налаштованих параметрів та можливості одночасного налаштування функцій активації-належності, а по-друге, скорочення часу навчання завдяки каскадному підходу.

Завдяки гібридизації систем обчислювального інтелекту, а саме одночасному використанні елементів штучних нейронних мереж, нейро- та нео-фаззі систем, стекового та каскадного підходів в поєднанні з комбінуванням алгоритмів їх навчання, стало можливим суттєво підвищити якість та швидкодію розв'язання широкого класу задач опрацювання даних, зокрема в умовах обмежених обсягів навчальних вибірок.

Розроблені методи та алгоритми комбінованого навчання глибоких нейро-нео- фаззі систем можуть бути застосовані в автономних системах військового призначення, що функціонують в умовах невизначеності, нестаціонарності, раптових змін в оточуючому середовищі, обмежених обчислювальних ресурсів, коли необхідні швидкодіючі технології обробки інформації, що здатні опрацьовувати інформацію та приймати рішення у найкоротший час на основі мінімального обсягу даних.

## **Напрямок: Електроніка, радіотехніка та телекомунікації**

**1. «Розробка принципів мультипараметричної оцінки антиоксидантної активності біологічних зразків хемі- та електрохемілюмінесцентним методами», науковий керівник – Сніжко Дмитро Вікторович, д-р техн. наук, старш. дослідник (старш. наук. співроб.), обсяг фінансування 884,820 тис. грн. на 2023 р.**

### ***Отриманий науковий результат його новизна***

Розроблено комплекс лабораторного устаткування для проведення електрохімічного, хемілюмінесцентного, електрохемілюмінесцентного аналізу речовин в тестових системах. Розроблена концепція мікроаналітичної система мультиплексної оцінки антиоксидантної активності речовин з можливістю до мініатюризації і адаптації у форматі “point of care testing”. Розроблений апаратний комплекс визначення надслабкого оптичного випромінювання (ЕХЛ) під час дослідження зразків з антиоксидантами. Дані дослідження переважних механізми взаємодії антиоксидантів з компонентами модельних систем.

### ***Науковий рівень***

Перевагами технології є поєднання найбільш ефективних методів аналізу, а саме хемілюмінесцентного та електрохемілюмінесцентного для мультипараметричної оцінки антиоксидантної активності біологічних зразків. Багатофакторність змін антиоксидантного статусу організму людини під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників може бути оцінена шляхом застосування багатопараметричного аналізу. Ефективне поєднання споріднених аналітичних методів дозволяє реалізувати аналітичну систему за допомогою універсальної платформи. Розширення аналітичних методик визначення показників антиоксидантної активності біологічних зразків дозволить пов'язати їх з відповідними факторами впливу на організм, а отже в подальшому використовувати для проведення діагностики та моніторингу в процесі терапії. Технологія відповідає сучасному світовому рівню в цій галузі.

### ***Значимість та практичне застосування***

Технологія мультипараметричного аналізу антиоксидантної активності біологічних зразків методами хемілюмінесцентного та електрохемілюмінесцентного аналізів надасть змогу створити комерційний продукт, що становитиме предметом подальшої комерціалізації. Відповідно будуть створені робочі місця та продукція з високою інтелектуальною ємністю, що конкуруватиме на ринку медичних послуг. Інвестиції до технологій охорони здоров'я є безумовним аспектом сталого розвитку обороноздатності країни. Областями використання результатів НДР стануть різноманітні медичні заклади, та медичні лабораторії, підприємства що займаються виробництвом діагностичного та/або аналітичного обладнання.

**2. «Розроблення інфокомунікаційної технології моніторингу повітряних цілей та видачі цілевказівки на їх ураження мережею оптико-електронних станцій», науковий керівник – Шостко Ігор Святославович, д-р техн. наук, професор, обсяг фінансування 1050,000 тис. грн. на 2023 р.**

### ***Отриманий науковий результат його новизна***

На відміну від існуючих аналогів вперше розроблена інфокомунікаційна технологія (ІКТ) для отримання розвідувальних даних через інфокомунікаційну мережу (ІКМ) від просторово розподілених оптико-електронних станцій (ОЕС) наземного та оптико-електронних пристроїв (ОЕП) повітряного базування, особливістю якої є перерозподіл завдань обробки результатів траєкторних вимірювань між автономної в ОЕС(ОЕП) і сумісної в ІАЦ. Вперше в Україні використано можливості платформи Cesium для відображення положення виявлених повітряних цілей на електронній карті, дані отримуються в режимі реального часу від мережі ОЕС, ОЕП, які виявляють та супроводжують повітряні цілі. Таким чином в ІКТ реалізована ідея коли оператор відстежуватиме ціль у віртуальному світі, а дані надходитимуть від ОЕС, ОЕП.

### ***Науковий рівень***

Розроблено комплекс математичних моделей та методів виявлення, супроводу повітряних об'єктів. Розроблено методи комплексування результатів вимірювань різних типів датчиків ОЕС, ОЕП, що розташовані на землі та в повітрі, та задіяних при визначенні положення в просторі та вимірюванні параметрів руху повітряних об'єктів. Обґрунтовано склад, принципи створення та функціонування, визначені характеристики та функції ІКМ. Виконано науково-технічне обґрунтування методів, алгоритмів і відповідного прототипу ПМЗ на основі платформи Cesium для 3D геопросторової візуалізації фактичних та прогнозованих траєкторій руху всіх цілей, що спостерігаються. Розроблено метод формалізації задачі видачі цілевказівок ракетно-артилерійським засобам для ураження цілі.

### ***Значимість та практичне застосування***

ІКТ застосовується для отримання, обробки і відображення даних від множини просторово розподілених різноманітних ОЕС, ОЕП, що розташовані на землі та в повітрі. Кожна

ОЕС,ОЕП у зоні своєї відповідальності забезпечує виявлення, супровід, розпізнавання повітряних цілей: авіаційних засобів та ін. Дані, отримані від безлічі ОЕС,ОЕП, що об'єднані ІКМ, обробляються в мобільному ІАЦ спільної обробки й аналізу вимірної інформації. ІАЦ обчислює координати розташування цілей. Мітка розташування кожної цілі у просторі, її ідентифікаційний номер та траєкторія її руху відображаються у реальному масштабі часу на електронній карті в системі координат (WGS-84). Відносно мітки розраховуються цілевказівки ракетно-артилерійським засобам для ураження цілі.

### **Напрямок: Приладобудування**

**1. «Розроблення оптоволоконного модуля на основі фотоннокристалічних структур для просторової стабілізації об'єктів та підвищення точності систем ураження цілей», науковий керівник – Гнатенко Олександр Сергійович, канд. фіз.- мат. наук, доцент, обсяг фінансування 1050,000 тис. грн. на 2023 р.**

#### *Отриманий науковий результат його новизна*

Конструкція та склад модуля обґрунтовані за допомогою аналізу світових аналогів. Принципи роботи та функції спираються на теоретичну основу: теорія розповсюдження світла у середовищах, теорія оптичної спектроскопії, нелінійна оптика, теорія обробки сигналів, теорія нелінійної метрології, теорія інформації та досвід авторів набутий за даною тематикою. В роботі вперше розроблено комплекс математичних моделей та чисельних методів моделювання гіроскопа на основі фотоннокристалічних волокон (розрахунок характеристик фотоннокристалічних структур (дослідження розповсюдження світла по структурі, розрахунок дисперсійних характеристик, розрахунок впливу зовнішніх факторів на фотоннокристалічне волокно)). Експлуатаційні характеристики модуля будуть підтверджені шляхом математичного моделювання, натурних експериментів та випробувань.

#### *Науковий рівень*

В ході досліджень та порівнянні з роботами та аналогами оптоволоконних гіроскопів, які оснований на волокнах SMF 28, з підтримкою поляризації гіроскопи на основі фотоннокристалічних волокон (Hollow-core PM fiber (HC-PM), LMA-PM, SINGLE-MODE PM Photonic crystal FIBER) буде мати ряд переваг: велика поверхнева площа: структура фотоннокристалічного волокна зазвичай створює більшу поверхневу площу волокна, що збільшує чутливість гіроскопа; контроль моди світла: можливість контролювати властивості моди світла, такі як поляризація, є важливим для оптимізації продуктивності гіроскопа; менші втрати світла: фотоннокристалічне волокно забезпечує менші втрати світла, що важливо для збереження сигналу на довгих відстанях (катушка); покращена термостабільність: фотоннокристалічні волокна володіють підвищеною термостабільністю в порівнянні з традиційними волокнами; зменшення шуму оптичного випромінювання, що дає більшу точність в порівнянні з існуючими аналогами; відсутня залежність від довжини хвилі, що значно зменшує вартість джерел випромінювання; відсутня залежність від механічного впливу на оптичне волокно, не важливі радіуси згинів та чітке намотування на катушку. Все вище перераховане, дає можливість стверджувати про високий науковий рівень роботи в цілому.

#### *Значимість та практичне застосування*

Основна ідея проекту полягає у створенні оптоволоконного модуля (гіроскопу) для інформаційно-керуючих систем техніки військового та космічного призначення. Розміри та вага модуля мають задовольняти вимогам до ВОГ, якими оснащуються танки, ракети, літаки, морські судна та безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Для зменшення масо-габаритних параметрів модуля пропонується використання в якості хвилеводу фотонно-кристалічного оптичного волокна, що також сприятиме підвищенню точності вимірювання кутової швидкості об'єкта. Крім цього, фотонно- кристалічне волокно має

бути менш вразливим до зовнішнього впливу: температури навколишнього середовища, вологості, що є одним з вирішальних факторів по підвищенню точності вимірювання та чутливості пристрою.

### **Напрямок: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки**

**1. «Розробка алгоритмічно-програмного забезпечення для кіберстійких інфокомунікаційних систем і мереж критичних інфраструктур», науковий керівник – Єременко Олександра Сергіївна, д-р техн. наук, проф., обсяг фінансування 720,000 тис. грн. на 2023 р.**

#### *Отриманий науковий результат його новизна*

Наукова новизна дворівневого методу ієрархічного управління чергами на основі пріоритетів та балансування полягає в тому, що в його основу покладено принцип прогнозування взаємодії для координації рішень, які отримуються на різних рівнях метода. Новизна системи моделей балансування навантаження полягає в тому, що вони враховують при балансуванні та обмеженні трафіка пакетну швидкість та пріоритет. Наукова новизна моделі багатошляхової QoS-маршрутизації з Traffic Engineering полягає у модифікації умов балансування навантаження та критерія оптимальності маршрутних рішень із забезпеченням диференційованої якості обслуговування потоків пакетів. Наукова новизна моделі швидкої перемаршрутизації пов'язана з оновленням критерію оптимальності маршрутних рішень з реалізацією схеми facility backup.

#### *Науковий рівень*

Розроблено вперше метод ієрархічно-координаційного управління трафіком в кіберстійких інфокомунікаційних системах і мережах (ІКСМ) критичних інфраструктур, а саме дворівневий метод ієрархічного управління чергами на основі пріоритетів та балансування. Удосконалено систему математичних моделей, які оптимізують процеси балансування навантаження в комунікаційних мережах за рахунок управління маршрутизацією та обмеженням трафіку на границі мережі. Набула подальшого розвитку математична модель багатошляхової QoS-маршрутизації з підтримкою концепції Traffic Engineering шляхами, що не перетинаються. Удосконалено математичну модель відмовостійкої маршрутизації на основі швидкої перемаршрутизації.

#### *Значимість та практичне застосування*

Розроблені рішення можуть знайти практичне застосування як частина математичного та алгоритмічно-програмного забезпечення маршрутизаторів традиційних IP-мереж, комутаторів і контролерів кіберстійких програмно-конфігурованих мереж критичних інфраструктур. Застосування запропонованих рішень доцільне на багатоядерних і багатопроекторних обчислювальних архітектурах маршрутизаторів ІКСМ, що функціонують в умовах мережних атак, кібервтогнень, одиночних і групових відмов, пов'язаних у т.ч. із компрометацією зловмисником мережного обладнання. Практична реалізація запропонованих моделей і методів дозволить підвищити масштабованість і продуктивність, забезпечити диференційовану якість обслуговування та кіберстійкість ІКСМ.

**III. Відомості про науково-дослідну роботу та інноваційну діяльність студентів, молодих учених, у тому числі про діяльність Ради молодих учених та інших молодіжних структур.**

При університеті функціонує Наукове товариство молодих учених (НТМУ) для забезпечення представництва, захист прав та інтересів молодих учених, які навчаються або

працюють в університеті. Керівним органом НТМУ є Рада молодих учених, до якої входять представники наукових секцій факультетів.

На кінець 2023 року кількість молодих вчених, які є штатними співробітниками або аспірантами чи докторантами університету, нараховує 430 осіб. Серед них докторів наук – 1, кандидатів наук – 25, аспірантів – 327, докторантів – 4.

Роки	Кількість студентів, які беруть участь у наукових дослідженнях, та відсоток від загальної кількості студентів	Кількість молодих учених, які працюють у закладі вищої освіти або науковій установі	Відсоток молодих учених, які залишаються у закладі вищої освіти або науковій установі після закінчення аспірантури
2019	23,8%	271	44,1 %
2020	23,7%	287	39,9%
2021	24,5%	279	45,7%
2022	18%	246	36,6%
2023	10,3%	430	10,01%

Кількість студентів, задіяних у наукових дослідженнях і розробках які виконувались кафедрами, складає 859 осіб.

#### **IV. Наукові підрозділи, їх напрями діяльності, робота з замовниками**

Науково-дослідна інфраструктура університету має дворівневу архітектуру. До нижнього рівня входить 25 кафедральних лабораторій, тобто лабораторій, які структурно відносяться до складу кафедр і забезпечують навчальний і науково-дослідницький процес у руслі кафедральних наукових напрямів. Лабораторії верхнього рівня входять до складу Науково-дослідної частини (НДЧ) університету і орієнтовані перш за все на проведення наукових досліджень і науково-технічних розробок. До складу НДЧ входять:

##### **Центр колективного користування науковим обладнанням (ЦККНО)**

«Дослідницький центр лазерних та оптоелектронних технологій», призначений для проведення досліджень за наступними напрямками.

##### **Пріоритетні напрями оборонної тематики:**

- лазерні та оптоелектронні технології, системи та прилади;
- радіолокація, радіомоніторинг та супутникова навігація;
- оптичні та радіолокаційні системи спостереження за повітряними об'єктами та системи траєкторних вимірювань;
- системи виявлення та ідентифікації радіовипромінюючих об'єктів;
- системи комплексної обробки оптичних, радіолокаційних та акустичних сигналів в умовах дії завад;
- електромагнітна сумісність і захист радіоелектронних засобів від електромагнітного випромінювання.

##### **Пріоритетні напрями цивільної тематики:**

- промислові системи з використанням лазерних та оптоелектронних технологій різноманітного призначення;
- технології виготовлення полімерних друкарських форм, та технології флексографського друку;
- системи і технології «технічного зору».



## Проблемна науково-дослідна лабораторія автоматизованих систем управління (ПНДЛ АСУ)

В рамках наукового напрямку ПНДЛ АСУ «Гібридні системи обчислювального інтелекту для аналізу даних, обробки інформації і керування» у 2023 р. виконувалось 2 НДР під керівництвом д.т.н., проф. Бодяньського Є.В.: № 342 «Розробка методів та алгоритмів комбінованого навчання глибинних нейро- нео-фаззі систем за умов короткої навчальної вибірки».

*Отримано такі наукові результати.*

Створено новий клас гібридних систем обчислювального інтелекту – глибинні стекові каскадні нейро-нео-фаззі системи, що відрізняються від відомих відмовою від традиційних нейронів, традиційних feedforward архітектур, зворотного поширення похибок. Розроблені глибокі гібридні системи дозволяють розв'язувати задачі інтелектуального аналізу даних – Data Mining: емуляції, апроксимації-екстраполяції (прогнозування), класифікації-кластеризації – розпізнавання образів (зображень), тощо применшеному рівні апріорної інформації у порівнянні з відомими системами.

Створено новий швидкісний підхід до налаштування запропонованих глибинних стекових каскадних нейро-нео-фаззі систем – комбіноване навчання, що включатиме одночасне використання контрольованого навчання, самонавчання, лінивого навчання, активного навчання, екстремального навчання, тощо, що дозволяє отримати максимальний обсяг інформації з навчальних вибірок з оптимальною швидкістю.

Особливістю та відмінністю отриманих результатів є те, що замість традиційних нейронів використовуються так звані стеки, кожен з яких є багатовимірним апроксиматором та за суттю адаптивною системою нечіткого висновування. По-друге, запропоновані системи не мають фіксованої архітектури, а формуються з незалежних каскадів-стеків, кожен з яких навчається незалежно один від одного (відмова від зворотного поширення похибок, тобто підвищення швидкодії). І, нарешті, новий підхід – комбіноване навчання, що включає одночасне використання контрольованого навчання, самонавчання, лінивого навчання, активного навчання, екстремального навчання, тощо, що дозволяють отримати максимальний обсяг інформації з навчальних вибірок.

Отримані результати відповідають світовому рівню досліджень у галузі обчислювального інтелекту і не поступаються як у теоретичному, так і практичному значенні тим, що одержані як закордонними, так і вітчизняними колегами. Наукові роботи авторів дослідження увійшли до нещодавнього огляду світового стану досліджень з глибоких нейро-фаззі систем, опублікованого у International Journal of Fuzzy Systems (видавництво Springer).

№ БФ/21-2021 від 04.08.2021 р. на Виконання завдань перспективного плану розвитку наукового напрямку «Математичні науки та природничі науки» Харківського національного університету радіоелектроніки

Отримано такі наукові результати:

Запропонований F-нейрон в якості вузлів глибоких нейронних мереж та нейро-фаззі систем, що забезпечує покращені апроксимаційні можливості, не потерпаючи від небажаних ефектів «зникаючого» та «вибухаючого» градієнтів. Також введено у розгляд алгоритми його навчання з додатковими регуляризуючими властивостями, що забезпечують підвищену швидкість збіжності.

Запропоновані нейро-нео-фаззі системи з комбінованим навчанням показали свою перевагу над відомими на цей час у світі за рахунок, по-перше, скорочення обсягів навчальних вибірок шляхом зменшення кількості налаштованих параметрів та можливості одночасного налаштування функцій активації-належності, а по-друге, скорочення часу навчання завдяки каскадному підходу.

Завдяки гібридизації систем обчислювального інтелекту, а саме одночасному використанні елементів штучних нейронних мереж, нейро- та нео-фаззі систем, стекового та каскадного підходів в поєднанні з комбінуванням алгоритмів їх навчання, стало можливим суттєво підвищити якість та швидкодію розв'язання широкого класу задач опрацювання даних,

зокрема в умовах обмежених обсягів навчальних вибірок.

Розроблені методи та алгоритми комбінованого навчання глибоких нейро-нео- фаззі систем можуть бути застосовані в автономних системах військового призначення, що функціонують в умовах невизначеності, нестаціонарності, раптових змін в оточуючому середовищі, обмежених обчислювальних ресурсів, коли необхідні швидкодіючі технології обробки інформації, що здатні опрацьовувати інформацію та приймати рішення у найкоротший час на основі мінімального обсягу даних.

Запропонований F-нейрон є адаптивною альтернативою відомим нейронам з кусково-заданими активаційними функціями, що не страждає від ефектів «вибухаючого» та «зникаючого» градієнтів та змінює форму своєї активаційної функції під час навчання, може апроксимувати будь-яку з функцій, які вже використовуються, а також дозволяє синтезувати нові функції, адаптовані для вирішення конкретної задачі. В дослідженні продемонстровано здатність F-нейрону до синтезу спеціалізованих активаційних функцій, що дозволяють поліпшити якість апроксимації в існуючих архітектурах нейронних мереж, що підтверджено експериментально в задачах класифікації зображень (Fashion-MNIST та CIFAR-10) в мережах з двома різними архітектурами (LeNet-5 та KerasNet).

Отримані наукові результати використовуються в освітньому процесі в лекційних курсах «Обчислювальний інтелект», «Глибоке навчання нейронних мереж», «Штучні нейронні мережі: архітектури, навчання, застосування», «Нейро-фаззі системи та еволюційні алгоритми», «Нечіткі моделі та методи аналізу даних», при виконанні дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора наук та доктора філософії, магістерських атестаційних робіт.

За результатами проведених досліджень у 2023 році опубліковано 13 наукових праць:

- 2 розділи в колективних монографіях;
- 4 статті, що проіндексовані у наукометричних базах даних Scopus, Web of Science;
- 3 статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України;
- категорії «А», «Б»;
- 4 публікації в матеріалах конференцій, що входять до наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science.

– h-індекс наукового керівника Бодяньського Є.В. 20, загальна кількість цитувань 1251.

– Сумарний h-індекс 5 штатних співробітників 33, загальна кількість цитувань 871.

– Отримано грант «Інформоване машинне навчання: системи глибокого навчання з експертними знаннями» (Великобританія), результати якого використовуються при виконанні проекту Горизонт 2020 «Deep Intelligent Optical and Radio Communication Networks».

## **Науково-дослідний центр інтегрованих інформаційних радіоелектронних систем і технологій (НДЦ НІРЕСТ)**

До його складу входять:

- ПНДЛ радіомоніторингу і обробки радіотехнічної інформації (РМОРТИ);
- ПНДЛ електронних та нетрадиційних енерготехнологій (ЕНЕТ);
- ПНДЛ «Радіолокаційних систем спостереження» (РЛСС);
- ПНДЛ супутникових технологій навігації та високоточного позиціонування (СТНВП).

Ці лабораторії повністю задіяні у виконанні наукових досліджень і розробок за темами:

В ПНДЛ РМОРТИ налагоджені зв'язки з вищими навчальними закладами Китайської народної республіки: Харбінським інженерним університетом, Південним науково-технічним університетом, Шеньчженським технологічним університетом, Циндаоським університетом КНР, Дальнянським технологічним університетом, інженерного університету.

Кафедральні лабораторії також здійснюють вагомий внесок у науково-дослідницьку діяльність університету.

Зокрема, при кафедрі фізичних основ електронної техніки функціонує науково-дослідна лабораторія «Фотоніка». Напрями діяльності: оптоелектронні системи та фотонні прилади; конструювання та використання лазерів для вирішення промислових, інформаційних та

медичних завдань; технології розпізнавання образів; нелінійні та хаотичні процеси в складних системах, топологічна фотоніка.

ННДЛ «Електроніка-Оріон». Напрями діяльності: фізика процесів у системах частинок з електромагнітною взаємодією; нелінійні явища, нестійкості і динамічний хаос; обчислювальний експеримент в електродинаміці, мікрохвильовій електроніці і фотоніці; застосування мікрохвильових технологій у медицині і техніці; автоматизація вимірювань в наукових дослідженнях.

Навчально-наукова лабораторія «Цифрових технологій»: розвиток сучасних інформаційних технологій в галузі освіти та економіки, цифрових послуг; дослідження та впровадження ефективних методів викладання цифрових технологій; дослідження ефективності та продуктивності використання цифрових технологій у сфері розвитку цифрових компетентностей громадян.

## V. Наукове та науково-технічне співробітництво із закордонними організаціями

Протягом 2023 року ХНУРЕ продовжує активно розвивати міжнародне співробітництво і зміцнює наукові зв'язки з іноземними партнерами, університетами та компаніями багатьох країн світу, серед яких більшість країн Євросоюзу. Не зважаючи на всі обставини, пов'язані з повномасштабною війною в Україні, ХНУРЕ тримає активно займається міжнародною діяльністю.

Університет успішно співпрацює з зарубіжними ЗВО у сфері освіти і наукових досліджень за наступними напрямками: радіоелектроніка, телекомунікації, інформаційні технології та обчислювальна техніка.

Університет активно продовжує курс на інтернаціоналізацію наукової діяльності, розширюючи коло потенційних партнерів. У 2023 році ХНУРЕ підписано 3 нових угоди з різними університетами світу та міжнародними організаціями, у галузі науки та освіти.

Професорсько-викладацький склад приймав участь в зарубіжних програмах онлайн, онлайн-тренінгах тощо.

Загалом, станом на 2023 рік ХНУРЕ здійснює міжнародне співробітництво із 121 зарубіжними вищими навчальними закладами та організаціями. На цей час виконуються грантові угоди, наведені нижче.

### Перелік грантових угод діючих у 2023 році

№ з/п	Керівник	Назва програми	Назва гранту	Терміни виконання	Сума у валюті всього по гранту	Наукова складова
1	2	3	4	5	6	8
1	Євдокименко М.	Erasmus+	Проект № 101085825 - ERASMUS-JMO-2022-MODULE, акронім ResCE. «Європейський досвід для підвищення стійкості критично важливих об'єктів в Україні» / «The European experience forenhancementtheresilienceofcriticalentitiesin Ukraine» (ResCe)	2022-2025	30000 €	Досліджується європейський досвід з питань забезпечення стійкості критично важливих об'єктів в Україні

2	Євдокименко М.	Erasmu s+	Проект № 400621250 - 621250-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-MODULE - Integrating the EU cybersecurity framework and policies in Ukraine/ Інтеграція системи кібербезпеки ЄС і політики в Україні	2020-2023	28000 €	Досліджуються можливості інтеграції системи кібербезпеки ЄС і політики в Україні
3	Турута О.	Erasmu s+	Проект №101085608,-акронім EU5G4UA. Застосування інструментарію та фреймворків ЄС для мереж 5G для України. (Application of EU toolbox and framework of 5G networks for Ukraine)	2022-2025	30000 €	Досліджуються питання, пов'язані з впровадженням 5G мереж в Україні
4	Турута О.	Erasmu s+	ID 101047552 ERASMUS-JMO-2021-MODULE EU i/c AI policy: European approach in charge of ethical, legal and socio-economic artificial intelligence policy/ Політика ЄС у сфері штучного інтелекту: Європейський підхід до етичної, правової та соціально-економічної політики у сфері штучного інтелекту	2022-2024	26500 €	Досліджуються проблеми етики штучного інтелекту, правила створення наборів даних, які дозволяють уникнути упередженості моделей ШІ
5	Турута О.	Erasmu s+	ID 101127373 -RI4 business - European experience in performing of research and innovation for business development/Європейський досвід проведення досліджень та інновацій для розвитку бізнесу	2023-2026	30000 €	Досліджуються європейські програми зі створення наукоємних продуктів та найкращі практики впровадження наукових рішень в якості продуктів
6	Філатов В.	Erasmus+ KA2	№ проекту: 2021-1-FR01-KA 220-HEED-000032254 Партнерська угода Erasmus+ KA2 проект партнерської співпраці. Назва проекту: JoInME «Спільна мультидисциплінарна програма підприємницької підготовки в галузі штучного інтелекту для індустрії-5.0»	2021-2024	42994 €	Досліджується проблематика створення комплексної програми підготовки підприємців в галузі штучного інтелекту.
7	Філатов В.	NATO	№ G5511 NATO SPS проект «Кібербезпека для інтелектуальних систем»	2019-2023	56740 €	Досліджуються питання кібербезпеки для інтелектуальних систем
8	Філатов В.	TEMPUS	Contract #516935-TEMPUS-1-2011-1-FITEMPUS-SMGR «Національна система забезпечення якості і взаємної довіри в системі вищої освіти – TRUST»	2011-2024		Досліджуються проблеми забезпечення якості в системі вищої освіти
9	Філатов В.	Horizon 2020	N 101008280 Horizon 2020 «Глибинні інтелектуальні мережі оптичного та радіозв'язку – DIOR»	2021-2025	276000 €	Досліджуються питання застосування глибинних інтелектуальних мереж в системах оптичного та радіозв'язку

10	ГришкоС.	Erasmus+	№ 610133-EPP-1-2019-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP. ID 400610133 AcademicResponseToHybridThreats/ Академічна протидія гібридним загрозам	2019-2024	90750 €	Досліджуються підходи щодо академічної протидії гібридним загрозам
11	КолісникМ.	Erasmus+	Проект № 101083077 – UNICOM: Universities-Communities: strengtheningcooperation/ Університети - Громади: посилення співпраці	2023-2027	62760 €	Досліджується проблематика посилення співпраці закладів вищої освіти з громадами
12	КолісникМ.	Erasmus+	№ 2019-1888/001 / 611988-EPP-1-2019-1-UA-EPPJMO-MODULE ID 400611988 EU DigitalSingleMarket: Policy, IntegrationandHarmonization/ Єдиний цифровий ринок ЄС: політика, інтеграція та гармонізація	2019-2023	28560 €	Досліджуються проблеми створення єдиного гармонізованого цифрового ринку ЄС
13	Колупаєва І.	Erasmus+	ID 101047751 – ERASMUS-JMO-2021-MODULE: Ukraine-EU: Digitalinnovationsmakingconnectionsfor changes/ Україна-ЄС: цифрові інновації, для здійснення перетворень	2022-2024	24000 €	Досліджується роль цифрових інновацій для здійснення перетворень
14	Колупаєва І.	Erasmus+	№ 101127659 – DEAPEPL-ERASMUS- JMO-2023-MODULE: Ukraine-EU: CircularEconomySolutions 4 SmartandSustainableCities/ Україна-ЄС: рішення циклічної економіки для розумних та стійких міст	2023-2026	30000 €	Досліджуються підходи і рішення щодо циклічної економіки та проблематика створення розумних та стійких міст
15	РомашовЮ.	Erasmus+	ID 101127076 – ERAS-MUS-JMO-2023-HEI-TCH-RSCH DevelopmentoftheDigitalEducationActionPlanPopularisationWaysinNeighbourCountriesforStrengtheningthe EU PoliticalLeadership / Розробка Плану дій цифрової освіти Шляхи популяризації в сусідніх країнах для зміцнення політично-го лідерства ЄС	2023-2026	11500 €	Досліджуються шляхи популяризації цифрової освіти в Україні та інших країнах для зміцнення політичного лідерства ЄС
16	Филипенко О.	Erasmus+	ID 101083883 – MOVEx - ERASMUS-EDU-2021-VIRT-EXCH DevelopmentoftheModelandCommonInformationSpaceofVirtualExchangePrograms/-Роз-робка моделі та спіль-ного інформаційного простору програм віртуального обміну	2022-2025	44273 €	Досліджується проблематика створення спільного інформаційного простору програм віртуального обміну
17	Гребеннік І.	Erasmus+	ID 400598236 EAC-A05-2017 DigitalcompetenceframeworkforUkrainianteachers andothercitizens/Памки цифрової компетент-ності для українських вчителів та інших громадян.	2018-2023		Досліджується проблематика визначення рамок цифрової компетентності для українських вчителів та суспільства.
18	СмеляковК.	Університети Великої Британії	Warwick-NURE REWARD	2023-2024	21550£	Навчальний грант

### Укладені угоди у 2023 році у сфері науково-навчальної діяльності

Країна- партнер (в алфавітному порядку)	Установа партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати від співробітництва
1	2	3	4	5
Латвійська Республіка. Ріга	Технічний університет Риги	Академічна мобільність та наукова співпраця	Договір з внутрішнім номенклатурним номером 428/23-1	Спільні наукові дослідження, написання спільних статей, проведення спільних конференцій, академічна мобільність
Федеративна Республіка Німеччина, Ганновер	Університет Лейбніца.	Академічна мобільність та наукова співпраця	Договір з внутрішнім номенклатурним номером 276/23-1	Спільні наукові дослідження, написання спільних статей, проведення спільних конференцій, академічна мобільність
Федеративна Республіка Німеччина, Ганновер	FLEXSYS UG	Академічна мобільність та наукова співпраця	Договір з внутрішнім номенклатурним номером 276/23-2	Спільні наукові дослідження, написання спільних статей, проведення спільних конференцій, академічна мобільність

Загалом на 2023 рік діє 3 міжнародних угод між ХНУРЕ та іноземними партнерами.

### VI. Відомості щодо поліпшення рівня інформаційного забезпечення наукової діяльності, доступу до електронних колекцій наукової періодики та баз даних провідних наукових видавництв світу, про патентно-ліцензійну діяльність

Інформаційне забезпечення науково-дослідницької діяльності університету науковою бібліотекою протягом 2023 року здійснювалося у таких напрямках.

1) Забезпечення функціонування електронної бібліотеки університету (<https://lib.nure.ua/el-katalog>), що містить 4147 найменувань повнотекстових наукових матеріалів (монографій, збірників наукових праць, наукових журналів);

2) Наповнення електронного архіву відкритого доступу «EIAg KhNURE» (ISSN 2310-8061) (<http://openarchive.nure.ua/>); зараз у його колекціях представлено 24,5 тис. електронних матеріалів, з яких більше 21 тис. проіндексовано в Google Scholar. У колекціях EIAg: «Винаходи науковців ХНУРЕ» – 250 копій патентів; «Збірники ХНУРЕ» – 4715 статей з 9 збірників; «Звіти з НДР» – 54 звіти; «Дисертації, автореферати та наукові публікації» – 456 документів; «Кваліфікаційні роботи магістрів» – 2742 роботи; «Матеріали конференцій» – 913 доповідей; «Факультети» – 12988 публікацій;

3) Розміщення на веб-сайті бібліотеки (розділ: Патентний пошук: безкоштовні інтернет-ресурси) онлайн-сервісу патентного пошуку Isearch (<http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/searchengines/802-patent-search-sites>), де представлено 15 баз даних та систем;

4) Було подано 14 заявок на отримання об'єктів промислової власності (12 заявок на патент України на корисну модель (каф. МІРЕС, каф. ЕОМ, каф. КІТС, каф. КІТАР і каф. ПІ і 2 заявки на патент України на винахід – каф. ПЕЕА) і 13 заявок на реєстрацію авторського права на службовий твір (каф. КІТАР – 8 заявок; каф. ФОЕТ – 2 заявки; каф. ЕОМ – 1 заявка, а також каф. ПМ і ІКІ ім. В.В. Поповського – 2 заявки), отримано 13 патентів України (2 – на винахід і 11 – на корисну модель), а також отримано 7 свідоцтв про реєстрацію авторського права на службовий твір (кафедри МТС, МІРЕС, ЕОМ і ФОЕТ);

5) Організація доступу та консультування по роботі з наукометричними базами даних:  
– по БД Scopus за рік здійснено 183706 переглядів, 9601 регулярних пошуків; загалом під афіліацією ХНУРЕ відображено 4782 публікацій 1743 авторів; загальна кількість цитувань дорівнює 18176, h-index ХНУРЕ - 41;  
– по БД Web of Science за рік кількість переглядів дорівнює 38600; під афіліацією ХНУРЕ проіндексовано 2575 публікацій, загальна кількість цитувань – 7534, h-index ХНУРЕ – 31;  
– проведено 12 індивідуальних консультацій з питань користування БД SciVal;  
– на сайті бібліотеки представлено інструкції для забезпечення віддаленого доступу до Scopus та WoS з персональних пристроїв поза мереж університету (з домашніх комп'ютерів) (<https://lib.nure.ua/trial/dostup-do-bd>);

6) Продовжено роботу сумісно з НДЧ над електронним ресурсом «Журнали Q1-Q3». Ресурс призначений для полегшення підбору журналів категорій Q1, Q2, Q3 для публікацій, які згруповані у каталоги за тематичними напрямками з інформацією про умови для публікацій (у т. числі фінансові). Перелік журналів категорії Q1 охоплює 26 тем, 1140 журналів; здійснено 216 переглядів. Перелік журналів категорій Q2-Q3 містить 26 тем, 1991 журнал; здійснено 234 переглядів. Протягом року оновлено посилання у журналах Q2 та Q3. У розділі Informations додано посилання на Цілі сталого розвитку (SDG);

7) Здійснення інформаційної та технічної підтримки 27-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті»: повідомлення, реєстрація та прийом тез студентських доповідей (подано 1053 заявки), створення тематичного рубрикатора індексів УДК, в якому представлені 387 індексів щодо тематик конференцій та секцій форуму; організація науково-технічної виставки учасників форуму (надано 51 експонат). У 2023 році 12 томів 27-го молодіжного форуму поставлено в електронний архів;

8) Представлення на сайті бібліотеки покажчика «Дисертації, захищені у Харківському національному університеті радіоелектроніки»: онлайн-версія (доповнення до друкованого видання покажчика) з додаванням повних текстів 455 авторефератів дисертацій (<https://lib.nure.ua/collections/bibl-prod/on-line-ukaz>);

9) Забезпечено доступи:

– до повнотекстових електронних ресурсів на платформі Research4Life. Через портал надається доступ до електронних колекцій книг (163 тис.) і журналів (40 тис.) міжнародних видавництв Elsevier, Springer Nature, John Wiley & Sons, Taylor & Francis, Emerald, Sage Publications, Oxford University Press, Cambridge University Press, IOP Publishing та інші;

– до БД eLibraryUSA. Це велика електронна бібліотека, що включає в себе академічні та дослідницькі ресурси (Gale Academic OneFile, JSTOR, ProQuest Dissertations & Theses Global), періодичну пресу різними мовами світу (PressReader, Magazines on Flipster), а також освітні ресурси англійською мовою

– до баз даних від компанії Elsevier: Science Direct, Springer Nature, Researcher Discovery, Researcher Academy та Mendeley;

10) Для аналізу публікаційної активності у базі даних Scopus використано аналітичний інструмент SciVal (Elsevier), безплатний доступ до якого був наданий університету (одному з десяти вишів в Україні). Співробітниками бібліотеки здійснено пошуки за різними параметрами: розподіл публікацій авторів Університету за квартилями журналів; дані щодо цілей сталого розвитку SDG; звіти щодо співавторства з вченими інших країн; визначення h-індексу кожної кафедри тощо;

11) У 2023 році особами, які призначені відповідальними за створення, підтримку та

внесення змін до профілів Університету в БД Scopus та WoS від бібліотеки, здійснено: перевірено список альтернативних назв університету; отримано обліковий запис ХНУРЕ, офіційно підтверджений в ORCID, та активовано його на ORCID Member Portal (завдяки чому надано доступ до інструменту Affiliation Manager в обліковому записі ХНУРЕ); отримано API-ключі для можливості інтегрувати ORCID в «ELAr KhNURE»; завантажено в ORCID більше однієї тис. відомостей про співробітників/студентів/аспірантів університету; усунуто більше 4,5 тис. помилок, які виникли при завантаженні CSV-файлу в систему ORCID; створено на сайті бібліотеки розділу “ORCID” ([https://lib.nure.ua/el\\_res/orcid](https://lib.nure.ua/el_res/orcid)), де представлено інформацію про порядок додавання до запису науковців в ORCID з різних параметрів та інше;

12) Для допомоги аспірантам та науковцям на сайті бібліотеки у розділах «Науковцям» та «Електронні ресурси» розміщено інформацію з методології наукових досліджень за наступними темами: Як знайти актуальне рейтингове дослідження за своєю тематикою; Як підібрати журнал для публікації наукової статті в Scopus (додано посилання на пошукову систему Journal Finder); Як знайти журнал необхідного кuartиля в Scopus та Web of Science Core Collection; Загальна інформація щодо принципів індексації наукових видань в Scopus; оновлено списки журналів, реферованих БД Scopus та тих, які більше не індексуються; доданий банер до платформи Open Monograph Press (OMP), на якій розміщено неперіодичні видання для подальшої активації DOI; а також банери БД Scopus, Elsevier, Web of Science, Clarivate Analytics та Research4Life;

13) Для оформлення списків використаних джерел інформації та посилань для наукових публікацій поновлюються сторінки на сайті бібліотеки:

– основні вимоги до дисертацій та авторефератів дисертацій (<https://lib.nure.ua/scient/osnovni-vimogi>);

– ДСТУ з оформлення бібліографічних посилань (<https://lib.nure.ua/scient/inf-scient-nauch-ped-sotr/stand-bibopis>) (додано приклади бібліографічних посилань згідно ДСТУ 8320:2015 *Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання* до оформлення матеріалів ММФ «Радіоелектроніка та молодь» (42 посилання);

– бібліографічні менеджери: Mendeley, EndNote, Zotero, «Grafati» (<https://lib.nure.ua/bibliograficheskie-menedzheri>).

## **VII. Інформація про науково-дослідні роботи, що виконуються на кафедрах у межах робочого часу викладачів**

В межах кафедральної тематики викладачами проводились різноманітні наукові дослідження відповідно до індивідуальних планів та напрямів їх наукової діяльності. Результати досліджень наведені у публікаціях та доповідях на конференціях. Теми досліджень не реєструвались в УкрІНТЕІ.

### **Тематика НДР на кафедрі МТС:**

– розробка пристроїв на мікроконтролерах і програмованих логічних інтегральних схемах;

– моделювання цифрових сигналів;

– розробка методів підвищення завадозахищеності радіолокаційних систем. Наукові результати: публікація статей, тез доповідей, навчальних посібників, монографій; отримання патентів на корисну модель, авторських свідоцтв на твір.

Свідоцтво про реєстрацію авторського права – 3:

1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права № 116508 від 22.02.2023 р. на твір «Монографія «Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій- чужий»» // Автори: І.В. Свид, І.І. Обод; власник Харківський національний університет радіоелектроніки; бюл. №74. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1731252/>

2. Свідоцтво про реєстрацію авторського права № 116509 від 22.02.2023 р. на твір



«Навчальний посібник «Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах»» // Автори: О.В. Зубков, І.В. Свид, О.В. Воргуль, В.В. Семенець; власник Харківський національний університет радіоелектроніки; бюл. №74. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1731255/>

3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права № 116511 від 22.02.2023 р. на твір «Монографія «Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору»» // Автор: І.В. Свид; власник Харківський національний університет радіоелектроніки; бюл. №74. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1731414/>

**На кафедрі ВМ** працює один молодий вчений, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри Жила Ольга Володимирівна. Науковий напрям – метод інтегральних рівнянь у моделюванні асиметричних електромагнітних явищ у неоднорідному середовищі; проф. Нерух О.Г. продовжує роботу за темою “An integral equation approach in non-stationary electromagnetics” сумісно з prof. M. Marciniak, Institute of Telecommunication, Warsaw, Poland.

Роботи **на кафедрі ІКІ** здійснюються за наступними напрямками наукової діяльності:

Науково-дослідна робота викладачів кафедри виконується в межах наукового напрямку "Інформаційно-комунікаційні технології та мережі", що включає такі складові:

- дослідження та розвиток методів підвищення ефективності, завадостійкості та інформаційної безпеки інформаційно-комунікаційних технологій.
- дослідження та розвиток методів моделювання та багатокритеріальної оптимізації при проектуванні та плануванні інформаційних мереж зв'язку.

**На кафедрі МІРЕС** проводяться роботи з тематики дистанційного зондування атмосфери, розробки мультимедійних стрілецьких тренажерів, навігації мобільних роботів.

Опубліковано 10 доповідей на наукових конференціях.

Проводиться робота з замовниками по тематиці виявлення безпілотних літальних апаратів і розробці мультимедійних стрілецьких тренажерів.

**На кафедрі ІІІ** ведеться підготовка та подача заявок на тендери на госпрозрахункове фінансування

1) Від МОН України (2023 р.):

– НДР «Інформаційно-аналітична система обробки багатовимірних даних на основі інтерпретації знань для формування управлінських рішень в умовах оборони та відбудови України». Від кафедри - Власенко Л. А., Смеляков К. С., Четвериков Г. Г., Шубін І. Ю, Кириченко І. В., Груздо І.В., Копоть М. А..

2) Підготовка та подача грантових заявок:

Програма подвійних дипломів з University of Warwick, Чуприна А. С., Смеляков К.С. Erasmus №101127942 UAEDU-BUSINESS – Mobile App for Education and Business Cooperation for Ukrainian HEIs. Від кафедри – Турута О.П.

Erasmus №101127373. RI4business – European experience in performing of research and innovation for business development. Є позитивна оцінка, проєкт буде профінансовано, загальний бюджет 30к євро. Від кафедри – Турута О.П.

Horizon Europe №LEXICA. Від кафедри – Турута О.П.

2 рази в навчальний рік кафедра КІТАМ випускає збірник студентських наукових статей «Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023.

Кількість самостійних публікацій студентів (статті) – 86 + 1 співавторстві та 48 на міжнародних конференціях.

**На кафедрі КІТС** була отримана корисна модель «КОМПЛЕКС МОНІТОРИНГУ РАДІОВИПРОМІНЮВАНЬ ПО ЧАСТОТІ І ПО НАПРЯМУ». Заявку на патент було подано 15.07.2023 року. Зареєстровано у УКРНОІВІ №663/ЗУ/24 від

15.01.2024. Винахідники: пров. нс ндл каф. КІТС – Сотніков О.М.; д.т.н., проф., зав. каф. КІТС – Руденко О.Г.; к.т.н., доц. каф. КІТС – Ілюнін О.О. Комплекс моніторингу радіовипромінювань по частоті і по напрямку, що містить п каналів напрямку, які працюють паралельно, і кожен канал містить з'єднані послідовно вузьконаправлену антену та радіоприймальний модуль з синтезатором частоти, а також мікроконтролер, у якого перший вихід М05І послідовного інтерфейсу з'єднаний зі входами послідовних інтерфейсів М08І синтезаторів частоти усіх каналів, а другий вихід послідовного інтерфейсу мікроконтролера підключений до входу послідовного інтерфейсу мінікомп'ютера, який відрізняється тим, що окремі п виходів С8 послідовного інтерфейсу мікроконтролера підключені до входів С8 усіх радіоприймальних модулів кожного каналу, а усі виходи М150 послідовних каналів радіоприймальних модулів з'єднані через додаткові резистори з загальним дротом і підключені до входів додаткового елемента АБО, вихід якого підключено до входу послідовного інтерфейсу М180 мікроконтролера.

**На кафедрі ПМ** продовжують виконуватись роботи:

«Відеоаналітика повітряних об'єктів», науковий керівник проф. А.Д. Тевяшев.

«Розробка та впровадження інтелектуальної системи автоматичної класифікації, встановлення справжності та авторства творів живопису», науковий керівник проф. А.Д. Тевяшев.

Науково-дослідні роботи, що виконувались **на кафедрі ПЕЕА** в межах робочого часу викладачів охоплювали основні наукові напрямки кафедри, а саме неруйнівний контроль радіоелектронної апаратури, розробка вбудованих систем керування літальними апаратами, літаючі сенсорні мережі та їх захист, підвищення точності виготовлення деталей за технологією 3-D друку.

**На кафедрі ЕК** виконуються такі роботи:

Організаційно-економічне забезпечення інноваційного розвитку та економічної безпеки суб'єктів господарювання (Organizational and economic support of innovative development and economic security of economic entities). Державний реєстраційний номер 0122U000510. Керівники: д.е.н., проф. Колупаєва І.В., д.е.н., проф. Полозова Т.В. Загальний обсяг фінансування: власна ініціатива (робота виконується з власної ініціативи за кошти виконавця НДР).

## Висновки

ХНУРЕ постійно розвиває і вдосконалює свою наукову базу шляхом залученням наукового обладнання, отриманого за рахунок виконуваних розробок, грантових угод за проектами матеріально-технічної допомоги (МТД) та дарунків спонсорів. Зокрема, у 2023 році університетом було отримано наукового обладнання у вигляді дарунків від спонсорів на суму 1139 тис.грн. Все придбане обладнання надійшло у розпорядження кафедр або лабораторій відповідно до свого призначення. Регулярно обладнання поповнюється за рахунок виконуваної тематики та грантової діяльності (у межах дозволеного):

У 2023 році придбано обладнання, матеріали та ліцензійне програмне забезпечення:

- за кошти загального фонду, на суму 300,00 тис. грн;
- за кошти спеціального фонду, на суму 1300,28 тис. грн;
- у вигляді спонсорської допомоги, на суму 1139,1 тис. грн;

Для підвищення результативності наукової та науково-технічної діяльності, пропонується:

1. З метою стимулювання інноваційності проєктів а також збільшення кількості технологій як окремого виду науково-технічної продукції з можливістю їх подальшого трансферу, пропонуємо при експертній оцінці проєктів надавати додаткові бали за обґрунтування інноваційності проєкту, а також за створення конкретної технології у складі розробки з відповідним оформлення її як окремого виду науково-технічної продукції.

2. В бюджеті ЗВО передбачити фінансові ресурси на оплату заробітної плати персоналу, який забезпечує технічне обслуговування Центрів колективного користування науковим обладнанням (ЦККНО), виходячи з того, що всі ЦККНО створені відповідними наказами МОН України, а також з того, що МОН України фінансує придбання обладнання для ЦККНО і контролює правильність його використання.

3. Збільшити об'єми фінансування об'єктів, що є національним надбанням у складі ЗВО, тобто за своєю суттю є унікальними з точки зору їх технічних можливостей. Надаватиме тільки фінансову мінімальну підтримку їх існування, але й на технічний розвиток цих об'єктів та можливість їх залучення до майбутніх проектів, у тому числі європейських.

Заст. начальника НДЧ



Олександр ЗЕЛЕНИЙ