

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Ректор СумДУ

\_\_\_\_\_ А. В. Васильєв

«\_\_» лютого 2020 р.

**ІНФОРМАЦІЯ**

про наукову та науково-технічну діяльність  
Сумського державного університету  
за 2019 рік

## ЗМІСТ

I.	Узагальнена інформація щодо наукової та науково-технічної діяльності	3
II.	Результати наукової та науково-технічної діяльності за науковими напрямками	7
	а) Важливі результати за усіма закінченими у 2019 році науковими дослідженнями і розробками, які виконувались за рахунок коштів державного бюджету	7
	б) Важливі результати, отримані під час виконання перехідних науково-дослідних робіт	14
III.	Розробки, які впроваджено у 2019 році за межами ЗВО	45
IV.	Список наукових праць, опублікованих та прийнятих редакцією до друку у 2019 році у зарубіжних виданнях, які мають імпакт-фактор	49
V.	Відомості про науково-дослідну роботу та інноваційну діяльність студентів, молодих учених, у тому числі про діяльність Ради молодих вчених та інших молодіжних структур	60
VI.	Наукові підрозділи, їх напрями діяльності, робота з замовниками	61
VII.	Наукове та науково-технічне співробітництво із закордонними організаціями	64
VIII.	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	70
IX.	Інформація про науково-дослідні роботи, що виконуються на кафедрах у межах робочого часу викладачів	72
X.	Розвиток матеріально-технічної бази наукових досліджень та розробок	76
XI.	Заключна частина	77

### Додатки:

Річний звіт за формою державного статистичного спостереження зі статистики науки № 3—наука (річна)

Показники наукової та науково-технічної СумДУ за 2015 – 2019 рр

Інформація про виконання показників паспортів бюджетних програма за 2019 рік

## I. Узагальнена інформація щодо наукової та науково-технічної діяльності

### а) коротка довідка про заклад вищої освіти

Сумський державний університет (СумДУ) має свою передісторію створення, становлення і розвитку у статусі відокремленого структурного підрозділу інших вищих навчальних закладів у 1948–1989 роках та у наступному періоді в якості самостійного вишу (з 1990 р. – Сумський фізико-технологічний інститут, з 1993 р. – Сумський державний університет зі статусом університету класичного типу). У досить стислі терміни, певною мірою долаючи стереотипи, університет увійшов до числа високореєтингових університетів країни, набув визнання у світовому науково-освітньому просторі, послідовно реалізує модель мультидисциплінарного інноваційно-орієнтованого університету, що передбачає гармонізацію навчальної, дослідницької та активної міжнародної діяльності, генерацію та трансфер знань у бізнес, сектор державних послуг, реалізацію соціальної місії, у тому числі через спорт, культуру, соціально значущі проекти тощо.

У 2016 році відбулась приєднання до СумДУ Української академії банківської справи шляхом її реорганізації, а у 2018 році - Сумського державного науково-дослідницького інституту мінеральних добрив та пігментів. До складу університету входять навчально-наукові інститути: медичний; фінансів, економіки та менеджменту імені Олега Балацького; бізнес-технологій «УАБС»; права, Конотопський та Шосткинський інститути; факультети: електроніки та інформаційних технологій, іноземної філології та соціальних комунікацій, технічних систем та енергоефективних технологій; Конотопський політехнічний та індустріально-педагогічний технікуми; Сумський машинобудівний і Шосткинський хіміко-технологічний коледжі, інші структурні підрозділи.

В університеті навчається більше 13,7 тисяч осіб за різними формами навчання, за освітньо-кваліфікаційними рівнями та освітніми ступенями молодшого спеціаліста, бакалавра, спеціаліста та магістра, за 55 спеціальностями з 23 галузей знань. Здобувають освіту понад 1,7 тисяч іноземних студентів із майже 50 країн світу.

За даними міжнародних та вітчизняних рейтингів СумДУ у 2019 році знаходиться серед лідерів українських університетів:

– входить до Всесвітнього рейтингу дослідницьких університетів світу THE World University Rankings від Times Higher Education на позиції 1001+. Згідно з University Impact Rankings від Times Higher Education – університет серед ТОП-300 університетів світу за рівнем суспільно-економічного впливу. Рейтинг THE кращих дослідницьких університетів світу в галузі інженерії та технологій відзначає СумДУ на позиції 801+;

– за міжнародним рейтингом вищих навчальних закладів QS World University Rankings Сумський державний університет входить до топ-групи 701-750 провідних університетів світу, поділяє при цьому четверту-п'яту позицію серед українських закладів вищої освіти та класифікується як університет з високою дослідницькою продуктивністю. Рейтинг QS також визначив університет на позиції 101-150 серед «молодих» вишів світу, які «стрімко зростають»;

– входить до каталогу кращих дослідницьких університетів світу від Шанхайського рейтингу;

– за даними міжнародного рейтингу Webometrics Ranking of World Universities СумДУ посідає 1 місце та uniRank University Ranking – 3 місце серед ЗВО України, а також займає високі позиції у європейському рейтингу U-Multirank, який визначив більшість показників навчальної, позанавчальної, міжнародної та інших сторін діяльності СумДУ такими, що перевищують середньосвітові значення.;

– згідно з міжнародним рейтингом SciMago Institutions Rankings Сумський державний університет посідає 5 місце серед ЗВО України та входить до ТОП-200 університетів Центральної та Східної Європи.

**б) науково-педагогічні кадри***Таблиця 1.1– Чисельності штатних науково-педагогічних і наукових працівників у 2015–2019р.*

Показник	2015	2016	2017	2018	2019
1. Науково-педагогічні працівники ВНЗ, усього	867	1029	1008	1017	998
у т.ч штатних	744	913	908	933	902
з них: докторів наук	85	114	118	126	128
кандидатів наук	525	654	661	670	648
2. Працівників НДЧ, усього	363	530	612	659	692
2.1. Загальний фонд	172	304	410	519	564
у т.ч штатних	65	119	165	208	134
з них: докторів наук	1	1	1	2	2
кандидатів наук	3	4	10	12	17
2.2. Спеціальний фонд	191	226	202	140	128
у т.ч штатних	51	58	56	50	56
з них: докторів наук	0	1	1	0	2
кандидатів наук	6	6	6	3	5

З початку 2015 до кінця 2019 року в СумДУ зросла кількість штатних науково-педагогічних працівників на 21 %, зокрема, з науковими ступеннями і вченими званнями – з 82 % до 86 %, у тому числі кількість докторів наук збільшилась з 85 до 128 осіб. Кількість осіб, які працюють у наукових структурних підрозділах за 5 роки збільшилась майже у 2 рази.

**в) кількість виконаних робіт та обсяги їх фінансування за останні п'ять років** наведено у таблиці 1.2 та на рисунках 1.1 і 1.2.

*Таблиця 1.2– Кількість робіт, які виконувались у 2015–2019 рр. та обсяги їх фінансування*

Категорії робіт	2015		2016		2017		2018		2019	
	к-сть од.	тис. грн	к-сть од.	тис. грн	к-сть од.	тис. грн	к-сть од.	тис. грн	к-сть од.	тис. грн
Фундаментальні	19	2630,7	21	3247,9	22	3663,8	11	2996,0	7	2218,0
Прикладні	5	676,7	14	2077,2	33	6768,5	45	16309,8	47	18808,7
Госпдоговірні - закрито актами	646	8849,9	852	12289,0	953	18972,0	955	23278,0	1006	23098,0
- надходження коштів		10854,5		13700,4		16606,3		25245,0		20982,0

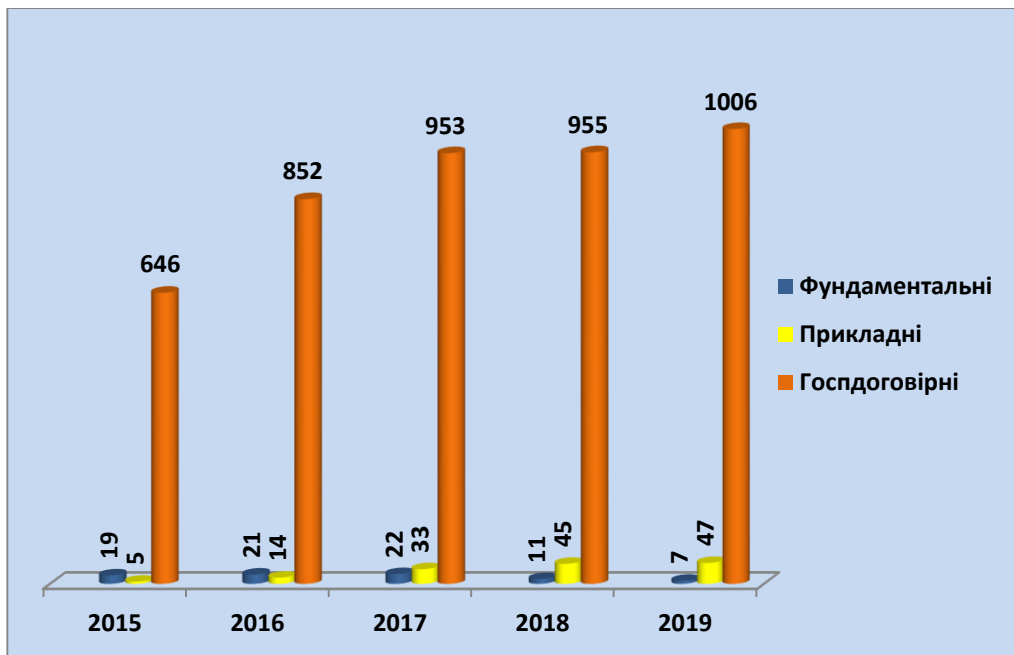


Рисунок 1.1 – Кількість НДР та розробок виконаних у 2015-2019 роках у СумДУ

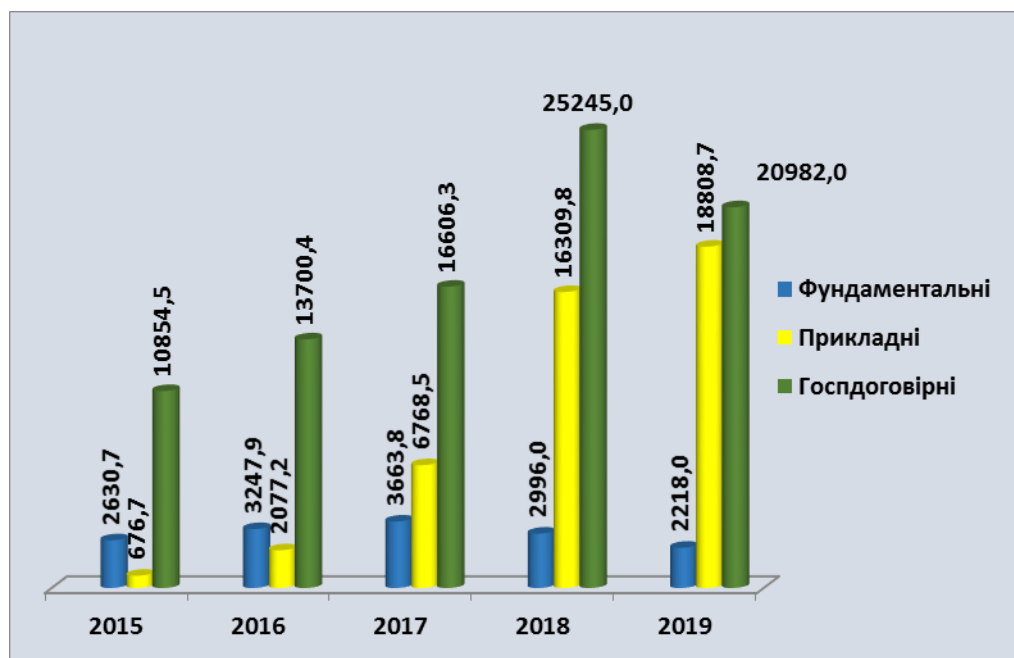


Рисунок 1.2 – Обсяг фінансування (тис.грн) наукових досліджень та розробок, які виконувались у 2015-2018 роках у СумДУ.

**г) кількість відкритих у звітному році спеціалізованих вчених рад із захисту кандидатських та докторських дисертацій, кількість захищених дисертацій**

Протягом року здійснено перереєстрацію 2-х спеціалізованих вчених рад Д 55.051.02 за спеціальностями 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем та 01.04.07 – фізика твердого тіла та Д 55.051.06 за спеціальностями 08.00.03 – економіка та управління національним господарством, та 08.00.08 – гроші, фінанси і кредит. Таким чином, в СумДУ функціонує 7 спеціалізованих вчених рад з правом захисту кандидатських дисертацій за 13-ма спеціальностями (в т.ч. 6 спеціалізованих вчених рад з правом захисту докторських дисертацій за 11-ма спеціальностями).

У спецрадах СумДУ протягом 2019 р. захищено 18 докторських (з них 8 представниками СумДУ) та 36 кандидатських дисертацій (із них 29 представниками СумДУ).

Станом на 31 грудня 2019 року у СумДУ за новим переліком функціонує докторантура із 16-ма спеціальностями та аспірантура із 24-х спеціальностей (у 2019 р. ліцензовано аспірантуру за спеціальністю 035 Філологія).

Протягом 2016–2019 років представниками СумДУ було захищено 47 докторських дисертацій. Динаміка захистів дисертацій за роками була такою: 2016 р. – 9, 2017 р. – 9, 2018 р. – 17, 2019 р. – 12. За цей же період науково-педагогічними і науковими працівниками та аспірантами СумДУ було захищено 187 кандидатські дисертації. Динаміка захистів дисертацій за роками була такою: 2016 р. – 68, 2017 р. – 42, 2018 – 39, 2019 – 38.

## II. Результати наукової та науково-технічної діяльності

**а) Важливі результати за усіма закінченими у 2019 році науковими дослідженнями і розробками, які виконувались за рахунок коштів державного бюджету**

**НДР «Технологічні основи синтезу наноструктурних нанокомпозитних та багатопшарових покриттів тугоплавких сполук для застосування у машинобудуванні», № 0117U002247.** Науковий керівник – д.ф.-м.н, доц. Гончаров О.А.

Обсяг фінансування за повний період: 639 тис. грн., зокрема на 2019 рік 219,5 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Проведено аналіз впливу параметрів ВЧ-магнетронної розпилювальної системи, які визначають енергетику процесів розпилювання та осадження, на процес формування структури плівкових покриттів диборидів перехідних металів. Показано, що енергетичні умови магнетронного розпилювання мають визначальний вплив при формуванні структури плівкових покриттів диборидів та нітридів перехідних металів.

2. Доведено, що керування та контроль над енергетичними параметрами розпилювання та осадження, дозволяє отримувати покриття диборидів перехідних металів різної структурної досконалості від нанокластерних до нанокристалічних, які мають переважну текстуру зростання нормаллю до площини (00.1). Показано, що нанокристалічні покриття з текстурою зростання нормаллю до площини (0.01) мають найкращі фізико-механічні характеристики.

3. На основі аналізу результатів експериментальних досліджень зносостійкості ріжучих пластин, покритих тришаровим захисним покриттям на основі нітридів перехідних металів та без нього, показано меншу інтенсивність зношування різальної пластини з покриттям у порівнянні з непокритою пластиною. Моделювання розподілу теплового поля в різальному інструменті здійснювалось за допомогою 2D методу скінченних елементів. Показано, що зниження температури різання відбувається за рахунок зменшення теплового потоку від тертя в зоні різання, що зумовлено меншим коефіцієнтом тертя у випадку різальної пластини з покриттям.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані наукові результати пройшли апробацію та частково впроваджені на ПрАТ «Дружківський завод металевих виробів» та ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» у вигляді прийнятих до практичного використання при проектуванні технологічних процесів рекомендацій щодо методик підготовки поверхні інструменту; технологій нанесення зносостійкого покриття диборидів перехідних металів на ріжучій інструмент і штампове оснащення холодного деформування тощо. Наукові результати впроваджені у навчальному процесі при викладанні дисциплін: «Нанотехнології та наноматеріали», «Методи дослідження тонкої структури матеріалів».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 18 статей, в тому числі 12 статей у журналах, які індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection (далі – WoS), 5 тез доповідей в матеріалах міжнародних конференцій, які індексуються зазначеними базами даних. Виконавцями НДР захищено докторська і 3 кандидатські дисертації та 5 магістерських робіт.

**НДР «Інтелектуальний протез кінцівки, що самонавчається», № 0117U002248.** Науковий керівник – д.т.н., проф. Довбиш А.С.

Обсяг фінансування за повний період: 600 тис. грн., зокрема на 2019 рік 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено структурну та функціональні схеми і на їх основі створено дослідницький зразок системи керування протезом кінцівки руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів, в якому як концентратор системи використовується Raspberry Pi 3.

2. На основі розроблених в рамках функціонального підходу категорійних моделей когнітивних процесів, притаманних людині при формуванні та прийнятті класифікаційних

рішень, запропоновано новий метод інформаційно-екстремального машинного самонавчання системи керування протезом кінцівки руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів.

3. Запропоновано метод інформаційно-екстремального машинного навчання системи керування протезом кінцівки руки, яка функціонує в режимі кластер-аналізу вхідних даних, що дозволяє автоматично формувати вхідну навчальну матрицю і є необхідною умовою самонавчання системи керування.

4. Розроблено структурну схему здатного самонавчатися протезу кінцівки руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів, яка відрізняється від існуючих аналогів наявністю керованого користувачем блоку комутації системи керування в режимі самонавчання та безпосереднього виконання робочих функцій і блоку кодування класифікованих когнітивних команд, вхід якого підключено до виходу блоку керування, а вихід – до мікроконтролерів, які перетворюють кодові комбінації в керуючі команди для відповідних виконавчих пристроїв.

**Практична значимість отриманих результатів** полягає в створенні інформаційного, алгоритмічного та програмного забезпечення системи здатної самонавчатися системи керування протезом кінцівки руки, що дозволяє розпізнавати біосигнали, отримані неінвазивною системою зчитування, з повною ймовірністю прийняття правильних класифікаційних рішень більше 0,92, що відповідає показникам кращих інвазивних протезів. Основна новизна отриманих результатів полягає в створенні можливості для особи з інвалідністю здійснювати самостійно машинне навчання системи керування протезом кінцівки руки, оскільки біосигнали, які знімаються з міографічних датчиків, є індивідуальними для кожної людини. Таким чином, отримані результати дозволяють створити основи розробки інтелектуальних протезів руки та налагодити їх виробництво в Україні. Результати НДР впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисципліни «Основи проектування інтелектуальних систем».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 14 статей, із них 8 у журналах, які індексуються в БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, та 6 статей і тез доповідей в матеріалах міжнародних конференцій, які індексуються в БД Scopus. Отримано два свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір комп'ютерна програма. Виконавцями НДР захищено кандидатську дисертацію та 2 магістерські роботи.

**НДР «Підвищення трибологічних характеристик торцевих ущільнень і упорних підшипників ковзання високообертових відцентрових машин», № 0117U002249.**  
Науковий керівник – к.т.н., доц. Загорулько А.В.

Обсяг фінансування за повний період: 639 тис. грн., зокрема на 2019 рік 219,5 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Вперше з використанням методів обчислювальної гідродинаміки розв'язані задачі нестационарної течії рідини в зазорі та термогазодинамічного розрахунку торцевих імпульсних ущільнень. Виконана верифікація обчислювальних моделей з експериментальними даними, які отримані на спеціальних експериментальних стендах. Проведений числовий аналіз впливу геометричних параметрів ущільнень на статичні та динамічні характеристики за допомогою методів планування експерименту.

2. Вперше розроблена методика комп'ютерного моделювання термогідродинамічної задачі для упорного підшипника ковзання зі скребками і охолодженням термонавантаженої зони, яка дозволяє проаналізувати тепловий стан упорного підшипника з отворами для охолодження термонавантаженої зони та зі скребками для відведення нагрітого мастила від колодки. Отримані нові наукові дані про гідродинамічний режим мащення в упорному підшипнику ковзання.

3. Вперше розв'язана числова задача гідропружності торцевого сальникового ущільнення з урахуванням шорсткості пари тертя та податливості сальникової набивки. Отримані залежності контактного тиску, гідростатичного тиску та витоків через ущільнення



в залежності від граничних умов.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати можуть бути використані як прикладні розробки, зокрема нові конструкції рідинних торцевих імпульсних і торцевих сальникових ущільнень, газових запірних імпульсних ущільнень і упорних підшипників ковзання та методики їх розрахунку, та дозволяють підвищити надійність та ефективність відцентрових машин. Результати НДР впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін: «Обчислювальна гідроаеромеханіка», «Комп'ютерне моделювання динамічних систем» у вигляді методик розрахунку та моделювання рідинних торцевих імпульсних і торцевих сальникових ущільнень, газових запірних імпульсних ущільнень та упорних підшипників ковзання.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 17 статей, з них 8 статей у журналах, що індексується БД Scopus та/або Web of Science Core Collection; 3 колективні монографії; 2 розділи монографій, в тому числі, один у закордонному виданні англійською мовою; подана заявка на винахід. Основні положення і результати доповідалися та були представлені на міжнародних конференціях в Україні, Польщі, Південній Кореї і Франції та опубліковані у вигляді статей у збірниках праць конференцій відомих європейських видавництв «Elsevier», «IOP Conference Publishing» і «Springer».

**НДР «Створення комплексу універсальних моделей для оптимізації старту, польоту та приземлення реактивних снарядів для реактивних систем залпового вогню», № 0117U002250.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Калашніков В.В.

Обсяг фінансування за повний період: 600 тис. грн., зокрема на 2019 рік 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Створені розрахункова і математична моделі сумісного руху реактивних снарядів та окремих частин мобільної пускової установки (ПУ) реактивної системи залпового вогню при її базуванні на автомобільному шасі, що дозволяють досліджувати динамічні явища, виникаючі під час старту серії реактивних снарядів з ПУ, визначати при цьому параметри сходу реактивного снаряду (РС) з ПУ як початкові умови руху снарядів на активній ділянці з урахуванням збурень, отриманих РС за рахунок коливань ПУ, а також знаходити динамічні реакції у внутрішніх зв'язках між окремими частинами ПУ під час залпу.

2. Розроблена методика розрахунку аеродинамічного опору реактивного снаряда при наявності кутів атаки в межах до-, трас- та надзвукових швидкостей польоту, яка дозволяє створити модель просторового руху реактивного снаряда у всіх діапазонах швидкостей польоту.

3. Побудована математична модель просторового руху РС по траєкторії після сходу з ПУ, що враховує параметри сходу РС з ПУ в якості початкових умов руху РС на активній ділянці траєкторії та наявність вітру на активній і пасивній ділянках траєкторії.

4. Створена методика чисельного дослідження траєкторій польоту і точок падіння окремих снарядів при залповому старті, що дозволяє дослідити вплив конструктивних параметрів ПУ, часу між пусками снарядів, зусилля затяжки стопора, послідовність сходу снарядів, властивості ґрунтової основи і параметри атмосфери, включаючи вітер, на зони розсіювання снарядів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Розроблений єдиний інформаційний комплекс числового моделювання динамічних, аерофізичних та балістичних характеристик ПУ і РС реактивної системи залпового вогню від старту РС і до його приземлення дозволяє значно зменшити обсяг відповідних натурних випробувань, вирішити такі проектні задачі, як аналіз форми снаряда, дослідження параметричної стабільності траєкторії польоту реактивного снаряду, а також оцінити вплив окремих факторів, що збурюють, при відтворенні різних умов польоту. Результати роботи можна використовувати у конструкторських бюро та підприємствах відповідного профілю. Створені моделі та методики дозволять підвищити якісно-експлуатаційні характеристики РСЗВ, скоротити час та зменшити вартість розробки новітніх зразків РСЗВ, які будуть конкурентоспроможні як на

вітчизняному, так і на міжнародному ринках. Результати були використані при виконанні 2-х господарчих договорів загальним обсягом 2,6 млн. грн.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 9 статей і 3 тези у журналах і матеріалах конференцій, що індексуються БД Scopus, 6 статей у фахових журналах, розділ монографії обсягом. Отримано 7 охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

**НДР «Удосконалення національної системи протидії легалізації коштів, отриманих незаконним шляхом в контексті підвищення фінансово-економічної безпеки держави»,** № 0117U002251. Науковий керівник – д.е.н., проф. Леонов С. В.

Обсяг фінансування за повний період: 600 тис. грн., зокрема на 2019 рік 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Удосконалено методичні засади оцінювання ризику використання послуг фінансових установ для легалізації кримінальних доходів шляхом здійснення експрес-оцінки та використання ймовірно-орієнтованого підходу.

2. Розроблено науково-методичні засади до визначення ймовірних збитків фінансовими установами внаслідок легалізації кримінальних доходів шляхом проведення співставлення репутаційних та матеріальних втрат з перевагами, які отримує фінансова установа у випадку уникнення її залучення до підозрілих фінансових операцій.

3. Розроблено методичні рекомендації до оптимізації процесів інспектування та планування перевірок фінансових установ з питань фінансового моніторингу на основі мережевого планування.

4. Розроблено теоретичне підґрунтя та методичний інструментарій визначення факторів-тригерів мультиплікативних трансмісійних взаємозв'язків податкового та інвестиційних каналів легалізації кримінальних доходів шляхом структурного моделювання.

5. Удосконалено методологічні засади оцінювання стійкості та ефективності органів державної влади, задіяних в системі протидії легалізації кримінальних доходів, що базуються на фундаментальних положеннях теорії черг та моделі масового обслуговування, враховують інтенсивність обробки первинних сигналів щодо сумнівності фінансових операцій, масштаби вжитих заходів за результатами контролю, нерегулярність і випадковість надходження заявок.

6. Розроблено методологію комплексного оцінювання ефективності національної системи протидії легалізації кримінальних доходів, яка враховує результативність заходів в сфері фінансового моніторингу, реалізованих НБУ, НЦКПФР, Нацкомфінпослуг, Держфінмоніторингу, правоохоронними органами та судами, скореговану на рівень ефективності функціонування ринку банківських та страхових послуг.

7. Розроблено пропозиції щодо запровадження напрямків її реформування в межах інституційного, процесного, функціонального елементів протидії легалізації кримінальних доходів, що відрізняється від існуючих, врахуванням результативності детермінант реформування в розрізі кожного з них, а також напрямком їх впливу на економічну безпеку.

**Практична значимість отриманих результатів.** Наукові результати стосовно визначення факторів-тригерів трансмісійних ефектів між податковим та інвестиційним каналами легалізації кримінальних доходів використано в практичній діяльності філії Сумського обласного управління АТ «Ощадбанк». Отримані результати стосовно визначення циклічної та сезонної компоненти в дослідженні процесів легалізації доходів, отриманих незаконним шляхом та/або фінансування тероризму розглянуті та прийняті до уваги слідчим управлінням фінансових розслідувань Офісу великих платників податків Державної фіскальної служби (довідка про впровадження № 121/7 від 17.12.2018). Укладено договори на розробку науково-технічну продукцію на суму 2555,8 тис. грн. Результати частково впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін: «Прикладні задачі моделювання економічних процесів», «Оптимізаційні моделі», «Державний фінансовий моніторинг».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 8 статей у журналах,

що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 2 тези у матеріалах конференцій, що індексуються зазначеними базами, 32 статей у фахових виданнях, 2 монографії у вітчизняному виданні, 2 розділи у монографіях у вітчизняних виданнях, 2 монографії у закордонних виданнях (Німеччина, Нідерланди), розділ монографії у закордонному виданні (Великобританія). У межах НДР отримано 2 авторських свідоцтва. Виконавцями НДР захищено докторську та 4 кандидатські дисертації.

**НДР «Мультигармонічні плазмово-пучкові та двопотокові супергетеродинні лазери на вільних електронах з гвинтовими електронними пучками», № 0117U002253.**  
Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Лисенко О.В.

Обсяг фінансування за повний період: 600 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Отримано у кубічно-нелінійному наближенні самоузгоджену систему диференціальних рівнянь для амплітуд гармонік хвиль мультигармонічних двопотокових супергетеродинних лазерів на вільних електронах (ДСЛВЕ) Н-убітронного та клістронного типів з гвинтовими релятивістськими електронними пучками (РЕП). Виявлені та враховані трихвильові резонансні взаємодії різного типу, у тому числі й ті, що пов'язані з обертальним рухом електронів у магнітному полі. Показано, що множинні взаємодії хвиль у таких системах є визначальними для формування електромагнітного сигналу з широким частотним спектром.

2. Отримано, що інкременти зростання хвиль просторового заряду у ДСЛВЕ з гвинтовими РЕП зростають за умови збільшення кута вльоту електронного пучка відносно фокусувального магнітного поля. Уперше показано, що критична частота двопотокової нестійкості у гвинтових двопотокових РЕП зростає зі збільшенням цього кута вльоту. Завдяки цьому формування мультигармонічної хвилі просторового заряду у гвинтових РЕП відбувається на менших довжинах та має більшу ширину частотного спектру порівняно з прямолінійними РЕП.

3. Продемонстровано, що в разі використання мультигармонічного вхідного сигналу з вузьким частотним спектром у мультигармонічних ДСЛВЕ-підсилювачах з гвинтовими РЕП формування потужної мультигармонічної електромагнітної хвилі відбувається на довжинах у два і більше разів менших порівняно з системами, на вхід яких подається монохроматичний вхідний сигнал.

**Практична значимість отриманих результатів.** Розроблена самоузгоджена кубічно-нелінійна теорія мультигармонічних двопотокових супергетеродинних лазерів на вільних електронах з гвинтовими РЕП дозволяє визначити оптимальні параметри пристроїв, які здатні формувати потужні електромагнітні хвилі з широким частотним спектром в міліметровому – інфрачервоному діапазоні довжин хвиль. За допомогою побудованої теорії можна аналізувати варіанти конкретних експериментальних конструкцій, вона може бути основою для розрахунків формувачів надкоротких (у тому числі і фемтосекундних) кластерів електромагнітних хвиль. Отримані у роботі алгоритми дослідження множинних взаємодій різного типу можна використовувати також для аналізу динаміки електромагнітних хвиль в інших пристроях релятивістської плазмової електроніки. Результати частково впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисципліни «Вейвлет-аналіз».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, стаття у фаховому виданні, видано 2 навчальні посібники. Результати дослідження доповідались на міжнародних конференціях, матеріали яких індексуються зазначеними базами даних, у яких опубліковано 5 статей. Виконавцями НДР захищено 2 кандидатські дисертації та 4 магістерські роботи.

**НДР «Організаційно-економічні механізми стимулювання розвитку відновлювальної енергетики України», № 0117U002254.** Науковий керівник – д.е.н., проф. Сотник І.М.

Обсяг фінансування за повний період: 600 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено теоретичні засади організаційно-економічного механізму управління розвитком відновлювальної енергетики на основі системи торгівлі «зеленими» сертифікатами, що полягає у запровадженні на національному рівні обов'язкових квот на споживання електроенергії з відновлювальних джерел енергії та імплементації інструменту компенсації додаткових витрат на її генерацію у формі «зеленого» сертифіката.

2. Сформовано організаційно-економічні етапи впровадження системи торгівлі «зеленими» сертифікатами на національному рівні, що передбачають здійснення акредитації відновлювальних енергогенеруючих потужностей, які матимуть право брати участь у системі торгівлі «зеленими» сертифікатами, встановлення щорічної квоти на споживання електроенергії з відновлювальних джерел енергії, створення єдиного реєстру та рахунків учасників «зеленими» сертифікатами, здійснення емісії «зелених» сертифікатів тощо.

3. Розроблено методичний підхід до оцінки вартості електроенергії в рамках системи торгівлі «зеленими» сертифікатами, що передбачає два етапи, на яких визначається, по-перше, вартість електроенергії, згенерованої на основі різних технологій відновлювальної енергетики, і, по-друге, ціна для кінцевого споживача із врахуванням обов'язкової щорічної квоти на споживання «зеленої» електроенергії.

4. Визначено науково-обґрунтовані ціни «зелених» сертифікатів за різними технологіями виробництва «зеленої» електроенергії на основі комплексу техніко-економічних показників проектів відновлювальної енергетики, що передбачають застосування різних видів відновлювальних джерел енергії (сонячної, вітрової та гідроенергії, енергії біомаси), а також обґрунтовано збільшення ціни одиниці електроенергії для кінцевих споживачів в рамках системи торгівлі «зеленими» сертифікатами за рахунок квотування споживання «зеленої» електроенергії.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати можуть бути використані органами державної влади України для удосконалення чинного законодавства в галузі відновлювальної енергетики, при імплементації положень Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлювальних джерел енергії; для забезпечення реалізації Національного плану дій з відновлювальної енергетики до 2020 року, Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”; інжиніринговими та консалтинговими компаніями у сфері відновлювальної енергетики. Окремі результати роботи були впроваджені у діяльність – Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України та СВК «Колядинець», Сумської області, Липоводолинського району. Результати НДР були впроваджені в навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін: «Економіка і організація виробництва електроенергії», «Економіка ресурсозбереження», «International economic and environmental politics».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 10 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 10 статей у фахових виданнях, стаття у закордонному виданні, 3 монографії (у т.ч. 2 англійською мовою за кордоном), 5 розділів монографій (у т.ч. 3 індексуються БД Scopus та/або WoS), отримано 5 свідоцтв про авторське право. Результати досліджень доповідались на міжнародних науково-практичних конференціях (у т.ч. за 4-ма з них матеріали індексуються БД Scopus та/або WoS). Виконавцями НДР захищено докторську та 2 кандидатські дисертації.

**НДР «Механізм управління знаннями в системі інноваційного розвитку господарюючих суб'єктів», № 0117U002255.** Науковий керівник – д.е.н., доц.. Шипуліна Ю.С.

Обсяг фінансування за повний період: 600 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено та науково обґрунтовано теоретико-методичні засади визначення перспективних напрямів накопичення, використання та комерціалізації нових знань, у т.ч.: уточнено класифікацію напрямів використання знань підприємства; сформовано критеріальну базу та систему оціночних показників для управління вибором; визначено послідовність та зміст формалізованих процедур управління вибором ефективних напрямів використання актуальних знань на підприємстві, які можуть бути втіленими у продуктиві, технологічні, управлінські та інші інновації.

2. Розроблено методологічні, теоретичні та методичні засади формування механізму взаємоузгодженого управління процесами продукування і використання знань на рівні держави, галузі, окремої організації який би сприяв виявленню, посиленню та реалізації їх порівняльних конкурентних переваг шляхом орієнтації на інноваційний розвиток у руслі концепції інноваційного випередження у т.ч.: розроблено теоретико-методологічний підхід до управління формуванням орієнтованої на знання стратегії випереджаючого інноваційного розвитку господарюючого суб'єкта.

3. Сформовані теоретико-методологічні та методичні засади організаційно-економічного механізму управління знаннями господарюючих суб'єктів різних рівнів узагальнення (окремого підприємства, галузі, держави у цілому), визначено структуру і склад його елементів, визначено схему їх взаємодії, розроблено методичний інструментарій реалізації функцій зазначеного механізму.

**Практична значимість отриманих результатів.** Окремі положення наукового дослідження впроваджені в діяльність промислових підприємства Сумської області, за господарськими договорами з ТОВ «Техно», ТОВ «Технолог», ПФ «Спецобладнання» та актами про впровадження.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 17 статей, з них: 12 статей у фахових виданнях України, в т.ч. 1 – у виданні, що індексується БД Scopus або Web of Science Core Collection; 5 статей в закордонних наукових фахових виданнях, в т.ч.: 3 статті у виданнях, що індексуються БД Scopus; 9 підрозділів в монографіях, з них 7 підрозділів у монографіях українською мовою; 3 підрозділи в монографіях закордонних видань офіційними мовами Європейського Союзу.

**б) Важливі результати, отримані під час виконання перехідних науково-дослідних робіт.**

**НДР «Моделювання та прогнозування соціо-економіко-політичної дорожньої карти реформ в Україні для переходу на модель стійкого зростання», № 0118U003569.** Науковий керівник – д.е.н., проф. Васильєва Т. А.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

Під час виконання НДР були одержані такі **нові наукові результати**:

1. Розроблено методичний інструментарій визначення конвергентних зв'язків між соціальними, політичними та економічними процесами в країні. Розроблений підхід відрізняється від існуючих прогнозуванням впливу індексів соціального розвитку, ефективності політичних інститутів та еластичності макроекономічних зрушень до зміни рівня регуляторної спроможності держави на інтегральний рівень стійкості соціо-економіко-політичних взаємозв'язків у національній економіці.

2. Удосконалено науково-методичний підхід до оцінювання рівня трансформацій в соціальному, економічному та політичному розвитку країни на основі теорії біфуркації. Це дозволило визначити динамічні властивості соціо-політико-економічного стану в країні шляхом побудови диференціальних рівнянь та ідентифікувати тип біфуркації (сідло, фокус, вузол).

3. Запропоновано методичний підхід до визначення рівня стійкості соціо-економіко-політичних взаємозв'язків у національній економіці, що відрізняється від існуючих застосуванням методу центру мас та дозволяє встановити ступінь збалансованості впливу регуляторних інтервенцій держави на економіку, соціальний прогрес та ефективність політичних інститутів, урахувати системні взаємозв'язки і комплементарний вплив економічного, соціального та політичного розвитку країни.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати стосовно оцінювання взаємозв'язку між соціальними, політичними та економічними процесами використані при розробці прогнозу економічного та соціального розвитку міста Суми на середньостроковий період. За результатами НДР проведено дослідження за науковим державним грантом та виконано два наукові госпдоговори. Результати частково впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін «Кількісні методи в економіці» та «Моделювання економіки».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей у журналах, що індексуються науково-метричними БД Scopus та/або Web of Science Core Collection; 2 тез доповідей у матеріалах конференцій, що індексуються зазначеними базами; 13 статей у фахових виданнях; 2 англомовні монографії у закордонному виданні; 8 розділів у колективних закордонних монографіях; одноосібна монографія у вітчизняному виданні. За результатами дослідження отримано 3 авторські свідоцтва. Виконавцями НДР захищено 1 докторську та 3 кандидатські дисертації.

**НДР «Ефективність «liquid biopsy» та тканинної біопсії у діагностиці та лікуванні злоякісних пухлин», № 0118U003570.** Науковий керівник – к.мед.н, доц. Винниченко І.О.

Обсяг фінансування за повний період: 1349,9 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 450 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Ідентифіковано кореляцію між статусом PD-1 та PD-L1 у пацієнтів раком легень та результатами лікування, чутливими були пацієнти з рівнем експресії PD-L1 вище 1%.

2. Встановлено, що рівень PD-1 та PD-L1 у хворих на рак нирки мав пряму кореляційну залежність із позитивною динамікою лікування комбінацією імунотерапії та таргетного препарату, що відобразилося в зниженні рівня смертності та ризику рецидиву захворювання.

**Практична значимість отриманих результатів.** Були визначені основні молекулярно-

генетичні особливості пухлин основних локалізацій за допомогою повторного проведення біопсій та імуногістохімічного дослідження неопластичної тканини та їх кореляція з ефективністю лікування. Отримані результати досліджень дозволять покращити та оптимізувати процедуру забору, обробки та зберігання зразків біологічних тканин та рідин пацієнтів. Отримані результати стануть основою для розробки нових діагностичних алгоритмів щодо виявлення злоякісних пухлин, скринінгових програм та визначення можливих маркерів розвитку та прогресії неоплазій, дозволять коригувати лікування пацієнтів відповідно до принципів «персоналізованої медицини».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 8 статей у журналах, що індексується БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 6 статей у фахових наукових виданнях.

**НДР «Інноваційний менеджмент енергоефективних та ресурсозберігаючих технологій в Україні», № 0118U003571.** Науковий керівник – к.е.н., доц. Домашенко М.Д.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено рекомендації щодо усунення недоліків державної енергетичної політики щодо розвитку відновлювальної енергетики та вдосконалення механізмів стимулювання залучення відновлювальних енергетичних ресурсів у сектор приватних домогосподарств України.

2. Науково обґрунтовано перспективи розвитку вітчизняного «зеленого» енергоринку та запропоновано низку додаткових інструментів для його розбудови, що ґрунтуються на оцінці економічної доцільності інвестування коштів суб'єктів господарювання у проекти відновлювальної енергетики.

3. Виявлено економічний ефект від використання енергоефективних автомобілів в ході здійснення основної діяльності підприємства та обґрунтовано роль використання енергоефективних автомобілів в антикризовій стратегії розвитку підприємства.

**Практична значимість отриманих результатів.** Результати НДР можуть бути використані у роботі промислових підприємств при формуванні заходів ресурсо- та енергоефективного виробництва в організаціях державного управління і місцевого самоврядування при формуванні системи мотивування впровадження енергоефективних та ресурсозберігаючих технологій.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР у 2019 році опубліковано 4 статті у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection; 6 статей у фахових виданнях України, 2 англійських тез доповідей, що індексуються зазначеними базами даних), монографія за кордоном англійською мовою; 5 розділів монографій (з них одна, що опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу). Отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір. Захищено кандидатську дисертацію.

**НДР «Розроблення механізму комерціалізації інноваційної продукції», № 0118U003572.** Науковий керівник – д.е.н., проф. Ілляшенко С.М.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Запропоновано науково-методичні засади оцінювання екзогенних економічних факторів, що охоплюють взаємозалежний вплив маркетингових ресурсів та логістичного потенціалу фактичних і потенційних ринків збуту на формування та реалізацію розподільчих відносин промислових підприємств на ринку інноваційної продукції.

2. Досліджено вибір аналітичного та методичного інструментарію комунікаційного та логістичного потенціалу для комерціалізації інноваційної продукції суб'єктів господарювання, що стало основою для розроблення схеми вибору промисловим

підприємством видів і інструментів маркетингу, які забезпечують умови його тривалого виживання і розвитку на ринку.

3. Удосконалено теоретико-методичний підхід до формування оптимальної структури маркетингових каналів інноваційної продукції, що ґрунтується на визначенні співвідношення кількості різних видів учасників каналу, забезпечуючи доведення інноваційного товару чи послуги від виробника до споживача, одночасно враховуючи їх інтереси.

**Практична значущість отриманих результатів.** Отримані результати у порівнянні з вітчизняними та закордонними аналогами носять комплексний характер та охоплюють увесь спектр завдань з управління комерціалізацією інноваційної продукції підприємств, а також ураховують специфіку інноваційної діяльності України. Впровадження результатів дозволить обґрунтовано управляти інструментами просування та каналами збуту інноваційної продукції, об'єктивно визначати шляхи оптимального використання наявного комунікаційного і логістичного потенціалу.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР у 2019 році опубліковано 3 статті у закордонних виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection; 10 статей у фахових виданнях України; 2 статті у закордонних виданнях, що індексуються наукометричними базами; 2 розділи у закордонних монографіях офіційними мовами ЄС; 1 колективну монографію; 4 розділи у колективних монографіях; отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

**НДР «Закономірності структуроутворення покриттів високоентропійних багатоелементних систем на внутрішніх поверхнях труб малих діаметрів», № 0118U003573.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., доц. Космінська Ю.О.

Обсяг фінансування за повний період: 1080 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 360 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено новий технологічний підхід отримання багатокомпонентних покриттів шляхом іонного розпилення стрижня, що складений із шайб різних хімічних елементів і співвісно розташований в трубі з внутрішнім діаметром 39 мм. Для отримання покриттів було використано три варіанти стрижнів, що складені з трьох різних наборів хімічних елементів ((Cr, Ti, Ni, Co, Fe і C), (W, Ta, Hf, Ti, Zr, Ni, Co і C) і (W, Ta, Hf, Ti, Mo, Cr, Al, Rb, V та C)).

2. Дослідження морфології поверхні покриттів за допомогою РЕМ показали, що при значній концентрації однієї з компонент, а саме хрому (~62 ат. %) або вуглецю (~54 ат. %), відбувається формування розвиненої поверхні покриттів за наявності пор. Разом з тим при наближенні до еквіатомних складів формуються ростові поверхні дзеркального типу.

3. Підвищення мікротвердості по Вікерсу від 7 до 27 ГПа відбувається при переході до покриттів за наявності таких хімічних елементів з еквіатомним складом, як W, Ta, Ti, Mo, Cr і Hf. При цьому покриття повинні мати в своєму складі вуглець в межах від 22 до 48 ат. %, а пористість покриттів суттєво погіршує їх механічні властивості.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані нові результати можуть бути використані для формування покриттів у вигляді багатошарових композитів на внутрішніх поверхнях труб відносно малих діаметрів, що є актуальним для атомної енергетики та військової техніки.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 3 статті у журналах, 2 статті у збірнику матеріалів конференції, 2 розділи монографій англійською мовою, які індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection. Отримано 2 патенти на винахід.



**НДР «Кібербезпека в боротьбі з банківськими шахрайствами: захист споживачів фінансових послуг та зростання фінансово-економічної безпеки України»,** № 0118U003574. Науковий керівник – д.е.н., проф. Кузьменко О.В.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено концепцію організації системи внутрішнього аудиту як превентивної складової системи кібербезпеки банку. Розроблено у нотації BPMN 2.0 моделі основних бізнес-процесів, пов'язаних із перевіркою службою внутрішнього аудиту та направлених на виявлення та попередження шахрайств. Запропоновано концептуальний підхід створення інформаційної системи моніторингу банку, як складової системи кібербезпеки та внутрішнього аудиту, спрямованої на виявлення шахрайських операцій щодо відмивання незаконних доходів.

2. Запропоновано та розроблено: модель на основі теорії нечітких множин для оцінювання рівня захищеності банківської установи від кібершахрайств; модель оцінки ризику використання фінансових посередників для відмивання грошей на основі Data-mining; інноваційний підхід до підвищення кібербезпеки транзакцій шляхом протидії відмиванню коштів; модель процесу протидії шахрайству електронних банків через організацію безпеки систем електронного банкінгу; науково-методичний підхід, який базується на біфуркаційному аналізі ризику шахрайських операцій щодо відмивання незаконних доходів фінансовими установами.

3. Проведено критичний аналіз методів виявлення шахрайств у банках, що здійснюються персоналом банку. Розроблено модель оцінки рівня ризику шахрайства банківського персоналу на основі нечітко-множинного методу. Розроблено ієрархічну модель оцінювання рівня ризику шахрайства банківського персоналу. Запропоновано моделі бізнес-процесів аудиту працівників банку на предмет здійснення ними шахрайських дій.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати використовуються у діяльності: філії Сумського обласного управління АТ «Ощадбанк»; відділення «Сумське» ПАТ «Альфа-Банк»; ТОВ Видавництво-газета «Ярославна». Результати впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін «Інформаційні системи у фінансах», «Бізнес-аналітика та прийняття рішень», «Моделювання бізнес-процесів».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 5 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 10 статей у фахових виданнях, монографію. Оформлено 3 авторських свідоцтва. Виконавцем НДР захищено докторську дисертацію.

**«Система критеріїв зовнішнього моніторингу діяльності єдиного правоохоронного органу у сфері забезпечення фінансової та економічної безпеки держави»,** № 0118U003575. Науковий керівник – д.ю.н., проф. Куліш А.М.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Вперше сформовано систему індикаторів оцінки діяльності правоохоронного органу у сфері забезпечення фінансової та економічної безпеки.

2. На основі результатів соціологічного дослідження визначені критерії оцінювання єдиного правоохоронного органу у сфері забезпечення фінансової та економічної безпеки держави.

3. Визначено систему критеріїв та методик оцінювання діяльності єдиного правоохоронного органу у сфері забезпечення фінансової та економічної безпеки, яка буде орієнтована на оцінку ефективності його діяльності за якісним показником.

**Практична значимість отриманих результатів.** Визначена в межах проекту система критеріїв оцінювання діяльності єдиного правоохоронного органу у сфері забезпечення фінансової та економічної безпеки держави, є першим кроком до формування механізму

оцінювання діяльності вказаного органу. Зазначені критерії як і методика оцінювання діяльності єдиного правоохоронного органу у сфері забезпечення фінансової та економічної безпеки України є основою для внесення змін до низки нормативних актів держави, в першу чергу тих, що регламентують діяльність правоохоронних органів відповідальних за протидію та боротьбу з фінансово-економічними правопорушеннями та вже зараз можуть бути успішно імплементовані у практичну діяльність деяких з них, а в майбутньому у діяльність єдиного органу якому будуть передані такі повноваження. Результати дослідження направлені до Комітету ВР України з питань правоохоронної діяльності. Результати були частково впроваджені при виконанні господарського договору. Отримано 2 індивідуальних гранти на наукове стажування (Болгарія, Польща). Результати частково впроваджені у навчальний процес, зокрема при підготовці навчального посібника «Адміністративні правопорушення та відповідальність» та при викладанні дисциплін: «Судові та правоохоронні органи України».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано та подано до друку 8 статей у фахових виданнях та 2 статті у журналах, що індексується БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, підготовлено монографію (іноземною мовою) та отримано 12 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір. Виконавцями НДР захищено докторську і кандидатську дисертацію та 2 магістерські роботи.

**«Отримання та оптимізація властивостей плівок напівпровідників (ZnO, Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub> і металів (Ag, Cu), надрукованих на 3D-принтері, для пристроїв електроніки», № 0118U003576.** Науковий керівник – к.ф.-м.н., с.н.с Курбатов Д. І.

Обсяг фінансування за повний період: 1350 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 450 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Сформовані чорнила з контрольованими властивостями шляхом диспергування синтезованих наночастинок Ag, Cu, ZnO, Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub> в екологічно безпечній суміші рідин вода-спирт-гліколь-полівінілпіролідон з низькими температурами випаровування ( $T < 393$  K). Зміна концентрації вказаних складових у розчині дозволяє змінювати в'язкість, густину, температуру плавлення і кипіння чорнил, що використовуються для одержання плівок.

2. Методами дифрактометрії, сканувальної, просвічувальної електронної та атомно-силової мікроскопії, ІЧ Фур'є спектроскопії вивчена залежність фазового складу, якості текстури, розмірів областей когерентного розсіювання, рівня мікрореформацій, густини дислокацій, сталих кристалічної ґратки, хімічного складу наночастинок Ag, Cu, ZnO, Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub> від часу їх синтезу. Проведено порівняння особливостей росту наночастинок сполук Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> та Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub>.

3. Методом спреї-друку з використанням створених чорнил одержані плівки оксиду цинку, які були відпалені для видалення органічних домішок. Утворені плівки ZnO характеризувалися однофазністю та містили нанокристали в органічній матриці, об'єм якої зменшувався при збільшенні температури та часу відпалу, що підтверджувалось результатами досліджень атомно-силової мікроскопії. Встановлено, що структурні та субструктурні характеристики плівок покращувалися при збільшенні температури та часу відпалу. Утворені матеріали характеризувалися надлишком кисню та рівномірним розподілом хімічних елементів за поверхнею.

**Практична значимість отриманих результатів.** Одержані у роботі значення характеристик досліджуваних матеріалів можуть бути використані в подальших експериментальних та теоретичних дослідженнях властивостей плівок напівпровідників (ZnO, Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub>) і металів (Ag, Cu), а також з метою отримання наночастинок з контрольованими властивостями для новітніх пристроїв електроніки. Модифікована друкуюча голівка 3D принтера може бути використана для створення елементів електроніки та сонячної енергетики методом тривимірного друку. У рамках наукових досліджень проводиться співпраця з Вільнюським державним дослідницьким інститутом (Литва) та

Упсальським університетом (Швеція). Результати частково впроваджено у навчальний процес при викладанні курсів: «Комп'ютерні системи 3D друкування», «Фізико-технічні основи перетворення сонячної енергії».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 3 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 2 статті в матеріалах міжнародних конференцій, розділ у колективній монографії (англ. мовою), подано заявку на патент. Виконавцем НДР захищено кандидатську дисертацію.

**НДР «Ефективність протимікробної дії нанокompозитних комплексів (хітозан-нанометали) відносно полірезистентних клінічних ізолятів», № 0118U003577.** Науковий керівник – д.мед.н., доц. Лобода А.М.

Обсяг фінансування за повний період: 1350 тис.грн., зокрема на 2019 рік – 450 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Синтезовано наночастинки срібла, міді і оксиду цинку та досліджено фізико-хімічні характеристики отриманих часточок із застосуванням рентгенівської дифракції, скануючої та трансмісійної електронної мікроскопії, UV-VIS спектроскопії, індуктивної зв'язаної атомної спектрометрії. Узагальнення даних цих досліджень дозволило встановити оптимальні режими отримання частинок із контрольованим розміром і дисперсністю у розчині.

2. Вивчено антимікробні властивості отриманих матеріалів на основі хітозану та встановлені мінімальні інгібуючі концентрації відносно штамів групи ESKAPE та E.coli. Відтворено моделі біоплівки та вивчено особливості впливу синтезованих нанометалів і їх комплексів на мікроорганізми в біоплівках. Визначено ефективні концентрації, які викликають інгібування утворення та руйнування біоплівки.

3. Досліджено особливості впливу нанокompозитів на різні структури бактеріальної клітини і визначено основні механізми дії. Встановлено, що поєднання наночастинок із хітозаном у формі гелю призводить до взаємного підсилення антимікробної активності сполук, а їх додавання до хітозану у формі губки або цирконій-ніобієвих сплавів надає їм антибактеріальних властивостей.

4. Виявлено значні фотолюмінісцентні властивості у оксиду цинку та створено на його основі біолюмінісцентну платформу для діагностики вірусів лейкозу людини та корів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані результати будуть використані для створення та виведення на ринок гемостатичних губок, нанометал/хітозан антимікробних гелів, виготовлення стоматологічних імплантів із антибактеріальними властивостями, розробки біосенсорної платформи для діагностики вірусних та бактеріальних інфекцій. Подано 3 проекти за програмою HORIZON-2020 спільно з партнерами з Латвії, Польщі, Німеччини, Італії та Франції. Отриманий індивідуальний грант на проведення досліджень у Латвійському університеті. Передбачається спільно з компаніями Osteoplant (Poland), NanoPharma (CheckRepublic) та Linary Engineering (Italy) комерціалізація розробок.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, стаття та 3 тез у матеріалах конференцій, що індексуються БД Scopus, 2 статті у фахових виданнях.

**НДР «Розроблення фундаментальних основ відтворювального механізму соціально-економічного розвитку в ході Третьої промислової революції», № 0118U003578.** Науковий керівник – д.е.н, проф. Мельник Л.Г.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено концептуальні положення механізму відтворення економіки на основі синергетичної теорії розвитку соціально-економічних систем, яка включає систему управління процесами відтворення та сестейнізації економіки.

2. Розроблено модель організаційно-економічного механізму й інструментарій сестейнізації економіки, що дозволяє управляти процесами відтворення господарської діяльності в закритому інтегральному циклі «виробництво-взаємодія-споживання-утилізація-виробництво» і забезпечує ефективне функціонування бізнес-процесів за рахунок застосування циклічних бізнес-процесів, які створюють платформу для побудови цифрової економіки і забезпечують стійкість екосистем.

3. Розроблено методи обґрунтування управлінських рішень в умовах біфуркаційних трансформацій на основі урахування неявних соціально-економічних ефектів ресурсокористування в просторово-часових координатах «зеленої» економіки.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати було використано у практичній діяльності, зокрема, було впроваджено в діяльність Управління розвитку сільських територій Сумської районної державної адміністрації. Науковим керівником проведено роботи в якості експерта від України в засіданні програмного комітету Єврокомісії з реалізації програми «Горизонт 2020» (Брюссель). Результати НДР враховані при перегляді робочих програм з 4-х дисциплін кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 наукових статей у фахових журналах та 3 статті у журналах, що індексуються БД БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, розділ в колективній монографії, яку було видано за кордоном англійською мовою.

**НДР «Багатошарові і багатокомпонентні покриття з адаптивною поведінкою в умовах зносу та тертя» № 0118U003579.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Муціл Й.

Обсяг фінансування за повний період: 1350 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 450 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Експериментальне дослідження мультишарових ZrN/CrN покриттів, отриманих вакуумно-дуговим осадженням, виявило формування ZrN і Cr<sub>2</sub>N фаз з ГЦК- та ГЦУ-кристалічною ґратками. У покриттях ZrN/CrN спостерігається збільшення середнього розміру кристалічних зерен (L = 6 – 22 нм для CrN та L = 10 – 15 нм для ZrN) із збільшенням періоду модуляції ( $\lambda = 53 - 732$  нм). Встановлені залежності механічних характеристик (твердість та модуль пружності) від товщини шару та умов осадження, а саме: потенціалу підкладки та тиск робочої атмосфери (азот). Встановлено, що максимальне значення мікротвердості по Віккерсу становить 6600HV0.01, що значно більше від твердості бінарних покриттів CrN і ZrN.

2. Методом диференціальної скануючої калориметрії досліджено вплив процесу високотемпературного відпалу (від 300 до 1670 К) на зміни у структурно-фазовому складі багатошарових покриттів ZrN/CrN та визначені дані теплових (величина теплоємності, температура та теплота фазового переходу) та кінетичних (енергія активації фазового переходу) характеристик. Виявлено перехід від екзотермічних ( $\geq 890$  К) до ендотермічних реакцій ( $\geq 1270$  К) у шарах CrN, що супроводжувався структурно-фазовими змінами та рівномірним ростом кристалітів.

3. Установлено, що структурно-фазовий стан (CrN)/(Cr/Zr) покриття товщиною 56,5 мкм представляє собою формування двох фаз (ZrN і CrN) з ГЦК-кристалічною ґраткою. Середній розмір кристалітів у шарах ZrN складає 12,6 нм, а розмір кристалітів CrN – 9,1 нм.

Для багат шарового покриття (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) максимальне значення нанотвердості складало 34 ГПа.

**Практична значимість отриманих результатів.** Експериментальні результати можуть бути використані у подальших дослідження та розробках перспективних захисних матеріалів, зокрема робочих поверхонь деталей машин, різальних інструментів, конструкційних виробів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей у журналах, які індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection. Результати були апробовані на 5 наукових конференціях.

**НДР «Фазовий склад, електрофізичні та магніторезистивні властивості багатокомпонентних (високоентропійних) плівкових сплавів», № 0118U003580.**  
Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Проценко І.Ю.

Обсяг фінансування за повний період: 1350 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 450 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Величина питомого опору має порядок величини  $10^{-7}$  Ом·м, а ТКО –  $10^{-3}$  К<sup>-1</sup>, що на порядок менше або більше відповідно у порівнянні із масивними зразками. Таку значну відмінність можна пояснити більш структурно досконалою кристалічною структурною плівкових сплавів, що можна пояснити більш інтенсивним протіканням процесів гомогенізації. Одержані концентраційні залежності ТКО для плівкових високоентропійних сплавів.

2. У рамках теоретичних моделей Фукса та Тельє, Тоссе і Пішар, на основі експериментальної залежності ТКО від загальної товщини плівок, розраховані такі параметри електроперенесення СДВП  $\lambda = 73-85$  нм, коефіцієнт дзеркальності  $r \cong 0$  і функція зерномежового розсіювання електронів  $N(\alpha) \cong 0,3$ . Отримані результати стосовно СДВП дуже добре узгоджуються із літературними даними для масивних високоентропійних сплавів із близькою концентрацією елементів.

3. Уперше спостерігався двостадійний ефект тензочутливості, який проявляється в наступному. На першій стадії в інтервалі динамічної поздовжньої деформації при 0,5 % відбувається перехід від пружної до I типу пластичної деформації, що супроводжується збільшенням коефіцієнта тензочутливості від 12 до 300 одиниць. Перехід до II типу пластичної деформації відбувається при 1% і супроводжується збільшенням коефіцієнта тензочутливості від 12,5 до 90 одиниць.

Розроблена і апробована на середньоентропійних плівкових матеріалах феноменологічна модель для ТКО і КТ. В основу моделі покладена ідея інших авторів про можливість формування нанорозмірних гранул інтерметалевих фаз або локальних областей, збагачених атомами однієї із компонент. Отримані граничні співвідношення, які дозволяють здійснити їх експериментальну перевірку, відповідність розрахунків і експериментальних даних – до 12% (ТКО) і 18% (КТ).

**Практична значимість отриманих результатів.** Прикладний аспект НДР пов'язаний із можливістю розробки більш простої методики формування плівкових ВЕС шляхом одночасної або шарової конденсації окремих компонент та створення на основі плівкових ВЕС ефективних чутливих елементів сенсорів різного функціонального призначення (деформації, температури, магнітного поля та ін.) для застосування в галузях приладобудування, виробництва і техніки, в т.ч. військової. Результати НДР впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні навчальних дисциплін «Наноматеріали і нанотехнології в електроніці» та «Матеріали мікро- і наноелектроніки».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей, у т.ч. 6 – виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection та стаття матеріалах міжнародної конференції, які індексуються зазначеними базами даних. За тематикою НДР захищено 2 магістерські роботи.

**НДР «Фізичні основи формування складу апатит-біополімерних пористих матриць для контрольованої доставки лікарських засобів в зону імплантації», № 0118U11003581.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф., чл.-кореспондент НАН України Суходуб Л.Ф.

Обсяг фінансування за повний період: 1350 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 450 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблена методика отримання біоактивного поліелектролітного композиту у вигляді мембрани для лікування захворювань пародонту на основі гідроксиапатиту (НА), альгінату (Alg) та хітозану (CS) з вмістом неорганічних наночастинок фулерену C60 та функцією тривалого вивільнення ліків.

2. Розроблено біоактивний композитний матеріал з покращеними механічними властивостями на основі НА, Alg і оксиду графену (GO) для лікування кісткової тканини. Досліджено максимальні відносні деформації, міцність та модуль Юнга композитів в залежності від вмісту GO. Проведений тест на біоактивність та стабільність форми.

3. Отримано біоактивні покриття з НА та брушиту (DCPD), ZnO та ZnO / Alg на модельних титанових субстратах, оброблених плазмо-електролітичним окисленням (PEO). Досліджена структура та властивості покриттів.

4. Розроблено методику синтезу композиту у формі гранул на основі НА, CS та фулерену C60 для забезпечення пролонгованого вивільнення анаестезину, що контролюється вмістом фулерену.

**Практична значимість отриманих результатів.** Розроблені біоматеріали на основі ГА, кдГА в комбінації з біодеградуєчими полімерами, частинками неорганічного походження та лікарськими засобами у формі гранул, мембран та покриттів після відповідних клінічних досліджень можуть бути застосовані у медичній практиці. Прогнозовано матеріали матимуть відносно невелику собівартість та відзначатимуться простотою їх отримання.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 5 наукових статей у журналах і тези доповіді у матеріалах конференції, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

**НДР «Концепція нової інноваційної моделі державного управління фінансовою системою України» № 0118U003582.** Науковий керівник – д.ю.н. проф. Сухонос В.В.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. На основі дослідження адміністративно-правові засад діяльності правоохоронних та контролюючих органів, що забезпечують економічну безпеку держави як суб'єктів фінансової системи України, сформульовано нове поняття «правоохоронні органи які забезпечують економічну безпеку країни», розкрито механізми їх взаємодії при виконанні повноважень пов'язаних з захистом економічних інтересів України. Запропоновано нову модель функціонування правоохоронних та контролюючих органів, як суб'єктів управління фінансовою системою України та охарактеризовано нові алгоритми їх взаємодії.

2. Визначено діяльність судових органів України як механізму забезпечення правового регулювання економіки України та гаранта фінансової безпеки держави. Встановлено місце судових органів в системі державних органів щодо забезпечення економічної безпеки та окреслені базові проблеми гарантування фінансової безпеки в Україні.

3. Вивчено та удосконалено адміністративно-правовий механізм забезпечення прав суб'єктів фінансової системи України. Розроблено Концепцію реформування державних органів щодо забезпечення ефективного захисту економіки України та обґрунтовано механізми реалізації її основних положень.

**Практична значимість отриманих результатів.** Результати НДР були покладені в основу розробки законопроекту, проекту Закону України «Про Національне бюро фінансової безпеки України» №1208-1 від 10.09.2019 р. За результатами виконання другого етапу НДР

підготовлену Концепцію реформування державних органів щодо забезпечення ефективного захисту економіки України. Дана концепція листом направлена до Комітету Верховної Ради України з питань фінансів, податкової та митної політики. За результатами НДР виконанні 2 господарських договори.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 6 статей у виданнях, які індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 12 статей у фахових виданнях України, монографію, отримано 3 авторських свідоцтва.

**НДР «Модель системи управління ефективністю та прогнозування використання електричної енергії»**, № 0118U003583. Науковий керівник – д.т.н., доц. Сотник М.І.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Удосконалено науково-методичний підхід до формування механізму енергетичного аудиту та діагностики стану електроспоживання; проведено моделювання енергоспоживання та оцінювання техніко-економічного стану на прикладі закладів освіти м. Суми.

2. Розроблено принципи управління ефективністю та прогнозування використання електричної енергії складними господарюючим системами в межах контуру «об'єкт моніторингу електроспоживання – фактори впливу – інструменти регулювання».

3. Вдосконалено методи діагностики та моніторингу техніко-економічного стану складних господарюючих систем з визначенням базових внутрішніх (встановлене електричне навантаження, графік функціонування об'єкту енергоспоживання, номенклатура обладнання енергоспоживання та ін.) та зовнішніх (метеорологічних, екологічних, паливо-енергетичних та ін.) контрольних показників.

**Практична значимість отриманих результатів.** Результати НДР можуть бути використані у прикладних розробках, зокрема схем енерго- і теплопостачання. За тематикою НДР виконано 35 господарчих договорів на загальним обсягом 550 тис. грн., зокрема: «Послуги з розробки енерго- та екологоефективної Схеми теплопостачання міста Лебедин»; «Розробка Схеми теплопостачання міста Суми (IV етап)». Результати НДР доповідались на сьомому засіданні експертної групи з питань теплоенергетики Громадської ради при Міністерстві розвитку громад та територій України. Результати НДР впроваджені в навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін «Організаційні основи енергозабезпечення промислових підприємств», «Ціноутворення на ринках енергії».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті у виданнях, що індексуються в БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 5 статей у фахових виданнях, 2 розділи колективної монографії у закордонних виданнях, отримано 4 та направлено на реєстрацію 2 охоронних документа на об'єкти права інтелектуальної власності.

**НДР «Атомістичне та статистичне представлення формування та тертя нанорозмірних систем»**, № 0118U003584. Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Хоменко О.В.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Методом класичної молекулярної динаміки вивчено тертя Al, Pd, Pt і Co наночастинок, адсорбованих на графені. Промодельовані часові залежності температури системи, швидкості та координати центру маси наночастинок, їх латеральних розмірів, сили підкладки та прикладеної сили, що діють на наночастинок. Розраховано залежності сили підкладки від положення центру маси наночастинок: Al з 5000 та 20000 атомів, Pd з 13000 та 22000 атомів. Сила підкладки є неоднорідною та має пилкоподібну форму, що вказує на переривчастий рух наночастинок.

2. Досліджено залежності зсувних напружень та сили тертя від площі контакту при русі алюмінієвих (утворених з 5-20 тисяч атомів) та паладієвих (утворених з 13-22 тисяч атомів)

наночастинок по поверхні графену. Виявлено, що сила тертя зростає приблизно лінійно із зростанням площі контакту. Лінійні апроксимації нахилів середньої сили тертя при температурі 300 К для алюмінію та паладію складають  $0.007 \text{ нН/нм}^2$  та  $0.015 \text{ нН/нм}^2$ , відповідно. Порівняно залежності сили тертя та напружень від площі контакту при різних методах розрахунку площі та отримані експериментально.

3. Встановлено, що сила тертя стає максимальною при характерній температурі, яка збільшується зі збільшенням швидкості ковзання. Піки функції радіального розподілу розмиті, тобто дальній атомний порядок відсутній, а наночастинок аморфні або мають полікристалічний порядок. Виявлено області локального порядку атомів на нижній поверхні наночастинок. Різні орієнтації і положення металевих частинок на графеновій поверхні генерують різні енергії взаємодії з поверхнею графену.

**Практична значимість отриманих результатів.** Одержані результати можуть бути використані при дослідженні процесів під час проектування пристроїв у мікро-(нано-) механіці й електроніці. Вивчення процесу тертя металевих наночастинок дозволяє аналізувати залежність сили тертя від малої площі контакту. Дослідження залежності сили тертя від напрямку зсуву наночастинок відносно кристалічної решітки підкладки є цінним для розуміння умов реалізації суперзмащування. Екстраординарні властивості графену відкривають широкі горизонти для можливих застосувань, зокрема, в наноелектроніці. Результати НДР впроваджено у навчальний процес, зокрема, при викладанні дисциплін «Нелінійні процеси та моделі», «Прикладне математичне моделювання».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 10 статей у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 3 статті у фахових виданнях України.

**НДР «Формування системи забезпечення прозорості публічних фінансів як передумова боротьби з корупцією в Україні», № 0118U003585.** Науковий керівник – д.е.н., проф. Школьник І.О.

Обсяг фінансування за повний період: 900 тис.грн., зокрема на 2019 рік – 300 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Розроблено науково-методичний підхід щодо оцінювання стану прозорості основних державних органів сфери публічних фінансів шляхом побудови інтегрального показника прозорості з використанням індексного методу.

2. Розвинуто методичні рекомендації щодо формування аналітичних блоків фінансової звітності банківських груп, в тому числі за участі державних банків для підвищення якості розкриття фінансової та пруденційної звітності та запропоновано систему заходів для Національного банку України у напрямі підвищення прозорості як банків так і інших учасників фінансового сектору.

3. Розвинуто науково-методичний підхід щодо виявлення взаємозв'язку між рівнем соціально-економічного розвитку регіону та прозорістю місцевих органів влади на основі побудови інтегрального показника з використанням методу Стерджесса.

4. Розвинуто методичні рекомендації щодо посилення прозорості публічних фінансів у різних регіонах України на основі системного аналізу сайтів органів місцевого самоврядування в частині висвітлення інформації щодо публічних фінансів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати використовуються у діяльності Сумської обласної ради; у проекті фундації Польсько-Української співпраці ПАУСІ «Громадський бюджет на сході України – інтеграція заради розвитку»; у інфраструктурній програмі німецького товариства міжнародного співробітництва GIZ за дорученням Уряду Німеччини для України «Підтримка територіальних громад України: запровадження партисипативних практик в українських громадах». Результати впроваджено в навчальний процес при викладанні дисциплін «Публічні фінанси», «Публічні закупівлі» та «Державний фінансовий контроль».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано статтю у журналі, що



індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 5 статей у фахових виданнях, колективна монографія у закордонному виданні англійською мовою, 1 розділ у колективній монографії. Виконавцем НДР захищено кандидатську дисертацію та 2 магістерські роботи.

**НДР «Малогабаритні енергозберігаючі модулі із застосуванням багатофункціональних апаратів з інтенсивною гідродинамікою для виробництва, модифікації та капсулювання гранул», № 0119U100834.** Науковий керівник – к.т.н., доц., старший дослідник Артюхов А.Є.

Обсяг фінансування за повний період: 1277,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 318 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Створено теоретичні моделі розрахунку деформації краплі у газовому потоці та розрахунку показників руху дисперсної фази в робочому просторі вихрового гранулятора. На основі яких здійснено теоретичний опис та на натурних стендах реалізовано експериментальне дослідження процесу витікання струменя розплаву з перфорованої оболонки вібраційного гранулятора.

2. Створено математичну модель, яка дозволяє обчислити радіальну складову швидкості витікання струменя, а також визначити вплив фізико-хімічних властивостей рідини та діаметра отвору витікання на довжину струменя та швидкість потоку по осі до її розпаду на краплі. Розроблена математична модель, розширена теоретичним описом процесу диспергування розплаву з обертових оболонок, дозволила вдосконалити конструкцію гранулятора для стабілізації гідродинамічних параметрів руху розплаву.

**Практична значимість отриманих результатів.** Вдосконалено експериментальний стенд для дослідження впливу гідродинамічних характеристик потоків на процес створення монодисперсних гранул при накладанні вібрації на струмінь розплаву. Створено експериментальний стенд вихрового гранулятора для дослідження гідродинамічних характеристик вихрового псевдозрідженого шару. Одержано зразки гранульованої продукції (комплексних мінеральних добрив та пористої аміачної селітри), які передані для випробувань потенційним замовникам (ТОВ "За Мир", ТОВ «Е.М.А.»). Результати НДР було впроваджено під час виконання 2-х господарчих договорів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 6 статей у журналах та матеріалах конференцій, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 2 розділи монографії у закордонних виданнях мовами Європейського Союзу. Одержано 2 авторських свідоцтва на програмні продукти та розрахунку елементів грануляційної установки.

**НДР «Спрямований транспорт та дисипація енергії в системах феромагнітних наночастинок і магнітних скірміонів», № 0119U100772.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Денисов С.І.

Обсяг фінансування за повний період: 763 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Використовуючи метод молекулярної динаміки і алгоритм Барнса-Хата вивчено вплив теплових флуктуацій і диполь-дипольної взаємодії на теплові і структурні властивості ансамблю феромагнітних частинок розподілених у в'язкій рідині. Встановлено, зокрема, що у випадку малих частот циркулярно поляризованого магнітного поля теплові флуктуації можуть суттєво знижувати потужність енергетичних втрат. У випадку ж лінійно поляризованого поля потужність втрат майже в два рази менша за ту, що спостерігається у циркулярно поляризованому полі тієї ж амплітуди і частоти.

2. Стохастичним рівнянням, що описують флуктуаційну динаміку намагніченості наночастинок у в'язкій рідині та їх флуктуаційний обертальний рух, поставлено у відповідність рівняння Фоккера-Планка. Це рівняння описує часову еволюцію щільності ймовірності того, що намагніченість частинки та її кутова швидкість мають певні величини і

напрямки. Асоціюючи стаціонарний розв'язок рівняння Фоккера-Планка з розподілом Больцмана, визначені інтенсивності білих шумів, що моделюють дію теплового магнітного поля на намагніченість та теплового обертового моменту на частинку, а також кореляційні властивості цих шумів.

3. Вперше теоретично передбачено існування зв'язаних прецесійних рухів намагніченості та магнітно-ізотропних феромагнітних наночастинок у в'язкій рідині, що індукуються обертовим магнітним полем. Шляхом точного розв'язку повної системи рівнянь динаміки намагніченості наночастинок та її обертової динаміки встановлено, що прецесія таких наночастинок відбувається завдяки релаксаційним процесам, що відбуваються в їх магнітних підсистемах.

**Практична значимість отриманих результатів.** У рамках цих наукових досліджень проводиться співпраця з університетом Аугсбурга за спільним українсько-німецьким проектом (ДФФД-DFG). Результати частково впроваджено у навчальний процес, як спеціальні підрозділи, при викладанні курсу «Фізичні основи наноелектроніки та спінтроники».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 3 статті в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

**НДР «Основи прийняття рішень при управлінні процесами життєвого циклу складних виробів та об'єктів військової техніки» № 0119U100361.** Керівник НДР – д.т.н., проф. Залога В.О.

Обсяг фінансування за повний період: 763 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Виконано аналіз існуючих підходів до процесного і функціонального управління, а також формування процесної моделі сучасних машинобудівних організацій на основі вимог стандартів ISO, методології розробки та впровадження інтегрованих систем управління якістю виконання процесів. Запропонована модель складної технічної системи (СТС), яка складається з чотирьох взаємопов'язаних компонентів – комплексу технічних засобів, програмного забезпечення, оперативного персоналу і документованої інформації.

2. Розроблені моделі підсистем проектування, виготовлення та експлуатації складних виробів (СВ), що являють собою взаємодію груп елементів, які виділяються за ознакою участі у виконанні деякої функції при формуванні якості складних виробів і забезпечують перехід складних виробів із поточного в заданий стан реалізації технологічних перетворень матеріальних, енергетичних та інформаційних ресурсів.

3. Виконана параметрична оптимізація пристосувань для багатоосної обробки деталей. Для підсистем виготовлення СВ проаналізовано фізико-механічні властивості покриттів на основі нітридів тугоплавких металів, їх структура, фазовий склад та морфологія поверхні залежно від параметрів конденсації.

**Практична значимість отриманих результатів.** Результати досліджень можуть бути використані у подальших прикладних розробках, пов'язаних з вдосконаленням програмного забезпечення інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення (PDM, ERP, SAP та інших систем) та нормативно-методичної документації щодо управління життєвим циклом і моделями самоузгодженої взаємодії процесів при проектуванні, виготовленні та експлуатації складних виробів та об'єктів військової техніки. За результатами роботи виконано господарчих договорів направлених на вдосконалення та розробку нормативного забезпечення. Результати досліджень частково впровадженні в навчальний процес при викладанні дисципліни «Інформаційні системи і технології у машинобудуванні» та при підготовці навчального посібника «Математичне моделювання систем і процесів у машинобудуванні».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 6 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 6 статей у фахових виданнях України, монографії офіційними мовами Європейського Союзу.

**НДР «Синтез та оптимізація властивостей сонячних елементів на основі гетеропереходу n-ZnO/p-Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub>, отриманих методом друку з використанням наночорнил», № 0119U100398.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Опанасюк А. С.

Обсяг фінансування за повний період: 1277,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 318 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Вивчено механізми ядроутворення та росту, синтезованих наночастинок, що дозволило отримати нанокристали з заданими фізико-хімічними характеристиками та прецизійним розміром при відносно низьких температурах росту.

2. Досліджено морфологічні, структурні, субструктурні, оптичні властивості та хімічний склад наночастинок в залежності від часу їх синтезу  $t_{\text{рост}}(\text{ZnO}) = (30-180)$  хв,  $t_{\text{рост}}(\text{CZTS}) = (1-60)$  хв. За результатами досліджень встановлено, що одержані нанокристали були в основному однофазними та змінювали свої розміри в інтервалі  $d = (12,0-17,3) \pm 3$  нм у випадку оксиду цинку і  $(14,5-24,0) \pm 2,5$  нм у випадку Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub>. Цей розмір визначався часом росту наночастинок, що дозволяє його точно контролювати. Показано, що кристали вступають у стадію дозрівання Освальда при  $t_{\text{рост}} = 120$  хв.

. Встановлено, що сталі ґратки матеріалу наночастинок ZnO змінювались у діапазоні  $= (0,32454-0,32588)$  нм,  $c_{\text{ZnO}} = (0,52105-0,52221)$  нм,  $c/a_{\text{ZnO}} = (1,6000-1,6080)$  та були близькими до значень характерних для стехіометричного матеріалу. Період ґратки наночастинок CZTS змінювався в інтервалі  $a_{\text{CZTS}} = (0,52914-0,54185)$  нм,  $c_{\text{CZTS}} = (1,09117-1,09122)$  нм,  $c/2a_{\text{CZTS}} = (1,03108-0,98848)$ , вони були збіднені цинком та збагачені міддю і сіркою.

. Аналіз рентгендифрактометричних та раманівських даних свідчать, що нанокристали CZTS в основному складаються з фази кестериту з невеликою кількістю вторинних фаз Cu<sub>x</sub>S і . На раманівських спектрах спостерігався зсув положення основного піку ( $336 \text{ cm}^{-1}$ ) сполуки CZTS зі збільшенням часу росту наночастинок, що вказує на поліпшення кристалічної структури матеріалу та збільшення розмірів нанокристалів.

**Практична значимість отриманих результатів.** У рамках наукових досліджень проводиться співпраця з Вільнюським Державним дослідницьким інститутом Центр фізичних наук і технологій (Литва) та Уппсальським університетом (Швеція). Результати частково впроваджено у навчальний процес, як спеціальні підрозділи, при викладанні курсів: «Фізико-технічні основи перетворення сонячної енергії», «Нові досягнення в науці та практиці».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті, з яких 2 в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, та 2 статті в матеріалах конференцій, що індексуються БД Scopus, розділ монографії у закордонному виданні.

**НДР «Біологічна ефективність застосування плазмової електроокисації та золь-гель депозиції для створення функціональної поверхні імплантатів», № 0119U100823.** Науковий керівник – д.мед.н., доц. Погорелов М.В.

Обсяг фінансування за повний період: 988,1 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 246 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Проведена обробка поверхні металевих імплантатів складу Ti VT6, ZrTi та STC-125 абразивом складу ZrO<sub>2</sub>, що дало змогу отримати розвинену поверхню. Доведена чистота поверхні, відсутність на ній домішок та її шорсткість, проведені дослідження цитотоксичності з використанням культур клітин (остеобласти) та доведена перевага кубічної форми часточок для піскоструйної обробки. Застосування ZrO<sub>2</sub> дозволило зменшити контактний кут поверхні. На всіх поверхнях проведена плазмова електрохімічна окисація, зразки підготовлені для наступних етапів дослідження.

2. Визначені концентрації наночасточок та режими РЕО для створення пористих керамічних структур з різним співвідношенням кальцію та фосфору. Проведені дослідження

з визначення морфології (SEM) та хімічних патернів (EDX, XPS) та відібрані зразки для біологічних досліджень. Додатково проведена модифікація поверхні із застосуванням лазерної абляції у фемтосекундному діапазоні, визначені фокусні відстані та режими для отримання регулярних наноструктур. Проведені структурні та хімічні дослідження (SEM, EDX, XPS) та оцінка біосумісності, цитотоксичності та бактеріальної адгезії.

3. Проведена плазмова електрооксидация пористих титанових імплантатів, визначені режими оксидации, проведений структурний аналіз зразків. Визначені механізми формування покриття в 3D конструкціях та можливість додавання наночасточок срібла. Визначені параметри біосумісності, що дозволяє в майбутньому застосовувати зразки для виробництва ортопедичних імплантатів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані результати розкривають механізм та особливості формування керамічного покриття на металевих імплантатах різного складу та структури як «чистих» розчинах, так і з додаванням наночасточок. Отримані результати будуть використані для створення експериментальних зразків для досліджень на моделях дефектів кісток та дентальних імплантатах. Результати, отримані при виконанні першого етапу використані при підготовці шести проектів в рамках програми HORIZON-2020, білатеральних українсько-польських проектів. У 2019 році виконавцями проекту отриманий 1 грант на проведення досліджень в Латвійському університеті, 3 тревел-грантів на конференції. Отримані результати будуть впроваджені в спільних дослідженнях з компаніями NanoPure (Poland) та Linari Engineering (Italy).

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

**НДР «Імплантація іонів низьких та високих енергій у багатокомпонентні та багатошарові покриття: мікроструктура та властивості», № 0119U100787.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Погребняк О.Д.

Обсяг фінансування за повний період: 1 277,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 318 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Отримані дані досліджень мікроструктури, фазового та дефектного складу покриттів у залежності від умов осадження багатошарових покриттів  $ZrN/CrN$ ,  $(TiZrNbTaHf)N/MoN$ ,  $(TiAlSiY)N/CrN$ .

2. Структурно-фазовий аналіз за допомогою рентгенівської дифракції показав композити з ізоструктурними багатошаровими покриттями  $ZrN/CrN$  і кубічними ґратками для кожного шару та неізоструктурними  $ZrN/Cr_2N$  з чередуванням кубічної та гексагональної ґраток. Ідентифіковані переважні орієнтації – кубічні структури  $ZrN$  (200) та гексагональні  $Cr_2N$  (111). Середній розмір кристаліту становить від 12,8 до 15,1 нм для шарів нітриду цирконію та від 14,5 до 28,1 нм для нітриду хрому.

3. Для покриттів  $(TiZrNbTaHf)N/MoN$  виявлено епітаксійний ріст  $(TiZrNbTaHf)N$  і  $\gamma$ - $Mo_2N$  фаз із гранецентрованими кубічними решітками типу NaCl. При низьких значеннях потенціалу зміщення, прикладеного до підкладки, спостерігаються сильні (111) і (311) піки  $(TiZrNbTaHf)N$  і (111)  $Mo_2N$ . При більш високих енергетичних умовах (-300 В) рефлексів від щільноупакованої (111) площини зменшуються і згодом зникають (у випадку  $Mo_2N$ ), але відбувається збільшення інтенсивності від площини (200).

4. Показано, що іонне опромінення важкими іонами алюмінію багатошарових наноконструктив  $(TiAlSiY)N/CrN$  призводить до утворення на верхній поверхні локальних аморфних кластерів. Діапазон іонного впливу, що корелює з моделюванням методом TRIM, склав 23,5 нм з видимими дислокаціями і інтерстиціальними петлями, що вказують на створення нанопор уздовж межі розділу.

**Практична значимість отриманих результатів.** Основні результати досліджень важливі, як у плані наукових знань для фізики конденсованого стану, матеріалознавства нерівноважних систем, фізики плазми, так і для практичного використання під час створення

матеріалів для машино- і літакобудування, ядерної енергетики, мікро- та наноелектроніки. За результатами НДР укладено два 2 госпдоговори на загальну суму 350,5 тис. грн. Виконавцями проекту отримано 7 індивідуальних грантів. Результати частково впроваджені у навчальний процес при викладанні дисципліни «Сучасна наноінженерія».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 6 статей, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 4 розділи у колективних монографіях.

**НДР «Магніторезистивні та магнітооптичні властивості композиційних матеріалів з впровадженими наночастинками», № 0119U100777.** Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Проценко С. І.

Обсяг фінансування за повний період: 988,1 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 246 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Реалізована методика формування композитних матеріалів, до складу яких входять феромагнітні сплави NiFe або FeCo та провідна (Ag, Cu) або діелектрична компонента (SiO<sub>2</sub>). Дана методика дозволяє отримати в одному технологічному циклі плівкові системи, в яких концентрація магнітної компоненти змінюється у широких межах (від 5 до 95 ат.%).

2. Розроблено методику формування комбінованих функціональних елементів сенсорів неелектричних величин на основі мультишарового графену (МШГ) і наночастинок (НЧ). Методика базується на почерговому нанесенні шарів наноматеріалу шляхом поєднання методик спін-коатингу і Ленгмюра – Блоджетт. Це дозволило сформувати мультишарові структури типу НЧ/МШГ/П, МШГ/НЧ/П та МШГ/НЧ/МШГ/П.

3. Розроблена методика термічної обробки зразків на основі плівкових сплавів Ni<sub>x</sub>Fe<sub>1-x</sub>, Fe<sub>x</sub>Co<sub>1-x</sub> та Ag, Cu і наночастинок Co, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> і Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в умовах високого вакууму в інтервалі температур 300 – 900 К.

4. Проведено дослідження структурно фазового стану композитних матеріалів на основі пермалою Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> (Py) і срібла, а також тонкоплівкових композитних матеріалів, сформованих на основі наночастинок феромагнітного металу Co впроваджених у діелектричну матрицю SiO. Установлено, що в системі (Py+Ag)/П після конденсації фіксується двофазний склад ГЦК-Ni<sub>3</sub>Fe + ГЦК-Ag з параметрами ґраток  $a(\text{ГЦК-Ni}_3\text{Fe}) = 0,3532$  нм та  $a(\text{ГЦК-Ag}) = 0,4075$  нм. Термообробка до 700 К практично не впливає на кристалічну структуру плівок (Py+Ag)/П (розміри кристалітів 2–5 нм). Структура композитів феромагнітний метал (Co) - діелектрик (SiO) складається із феромагнітних наночастинок з середнім розміром 3–6 нм, розділених діелектричними каналами шириною 1–2 нм. Процес термовідпалювання призводить до монотонного зростання середнього розміру гранул у 1,5 рази.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати можуть дозволяють отримати важливу інформацію про фізичні процеси, що протікають в композитних матеріалах з впровадженими наночастинками різної конфігурації та можуть стати методологічною основою при використанні даного типу матеріалів як одного з функціональних шарів елементної бази наноелектроніки чи спінтроніки, а також безпосередньо для створення надчутливих елементів сенсорів магнітного поля зі стабільним в часі робочими характеристиками. Виконавці НДР отримали індивідуальний Грант польської національної агенції з академічної мобільності NAWA та 2 «East Meets West». Результати частково впроваджено у навчальний процес, зокрема під час викладання дисциплін «Магнітнеоднорідні матеріали в приладобудуванні» та «Матеріали мікро- і наноелектроніки».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection та стаття у матеріалах конференцій, які індексуються зазначеними базами даних. Виконавцем НДР захищено кандидатську дисертацію та 4 магістерських роботи.

**НДР «Моделювання трансферу екоінновацій в системі «підприємство-регіон-держава»: вплив на економічне зростання та безпеку України», № 0119U100364.**  
Науковий керівник – д.е.н, доц. Шкарупа О.В.

Обсяг фінансування за повний період: 763 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 200 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Проаналізовано проблеми функціонування ринку екоінновацій на основі методів статистичного та компаративного аналізу та запропоновано методичні засади регіонального групування підприємств із різними характеристиками інноваційного розвитку, що відрізняються від існуючих застосуванням триетапної процедури кластеризації та дозволили виявити потенційних учасників кластерних об'єднань на ринку збуту інноваційних продуктів для формування регіональної збутової мережі України (на основі FCM-аналізу).

2. Сформовано принципи трансферу екоінновацій й масштабування їх на мезо- та макрорівні, які враховують особливості їх трансферу в системі «підприємство-регіон-держава»: принцип мережецентричності (щодо побудови системи збирання та оброблення потоків статистичної інформації), принцип кон'юнкції (щодо відповідності якості впроваджених нішевих екоінновацій їх ресурсній забезпеченості), принцип розширеної координації (щодо змісту таргетів управління трансфером в системі «підприємство-регіон-держава»), принцип інклюзивності (щодо залучення стейкхолдерів усіх рівнів до регуляторного процесу трансферу екоінновацій).

3. Розроблено науковий підхід до ідентифікації основних каналів дифузії інновацій, що дозволило провести їх типологізацію та виявити канали, через які здійснюється найбільш швидкий та продуктивний трансфер екоінновацій від локальних проектів на мезо- та макросередовище (на основі поєднання GAP-аналізу, методу Хольта та тригонометричного аналізу).

4. Розроблено композитні індикатори вимірювання рівня «зеленого» зростання економіки за допомогою функціонального та ресурсного прирістних Scale-Weight-векторів, що дозволяє вимірювати ефективність окремих екомодернізаційних заходів у натуральному (зіставлення кількості фактично реалізованих і запланованих заходів) та грошовому (зіставлення досягнутих результатів із витратами на їх реалізацію) вимірах та сформулювати методичний інструментарій дослідження ефективності каналів просування екоінновацій для підвищення економічної безпеки країни.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати було частково впроваджено в діяльність підприємства ТОВ «Технохім». Результати використані при виконанні господарчих договорів щодо побудови прогнозів соціального і економічного розвитку 3-х районів Сумської області. Керівником НДР отримано індивідуальний грант на наукове стажування (м. Краків, Польща).

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей у фахових журналах, 4 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, підготовлено докторську та 2 кандидатські дисертації. Опубліковано розділи в колективній монографії, яку було видано закордоном англійською мовою.

**НДР «Каузальне моделювання колаборації стейкхолдерів при чистому виробництві: узгодження соціо-еколого-економічних протиріч», № 0119U101860.**  
Науковий керівник к.е.н., доц. Чигрин О.Ю.

Обсяг фінансування за повний період: 463 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 155 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Знайшла подальшого розвитку система критеріїв класифікації моделей екологічно збалансованого розвитку підприємства, які враховують характер динаміки, тип каузальності організаційних змін, рівень ентропії в процесі реалізації чистого виробництва, поведінкові фактори та парадокси під час побудови моделей розвитку чистого виробництва.

2. Розвинуті теоретичні підходи до класифікації конфліктів стейкхолдерів при реалізації чистого виробництва, яка передбачає критерії їх систематизації за: змістом протиріч,

ступенем залученості стейкхолдерів, етапами (фазами) реалізації проектів чистого виробництва.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у НДР методологічні та практичні засади формалізації взаємозв'язків між витратами, ефектами та ризиками стейкхолдерів при організації чистого виробництва дозволять об'єктивно враховувати потенціальні ризики зростання витрат та недоотримання доходів, а також критичні точки їх виникнення для песимістичного, оптимістичного й реалістичного сценаріїв реалізації інноваційних проектів чистого виробництва. Виконавцями НДР одержано 2 індивідуальних гранти на наукове стажування за програмою Fulbright (Селеймський державний університет та Університет Пурдье, США).

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 17 статей, зокрема 3 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection; 3 розділи монографій. Отримано 2 свідоцтво авторського права. Виконавцями НДР захищено докторська та кандидатська дисертації.

**НДР «Оптимізаційна модель розбудови розумних та безпечних енергетичних мереж: інноваційні технології екологізації підприємств та регіонів», № 0119U100766.** Науковий керівник – к.е.н., доц. Колосок С.І.

Обсяг фінансування за повний період: 1359,8 тис. грн., зокрема на 2019 р. – 330,7 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Сформовано аналітичні матеріали щодо узагальненого світового досвіду використання «розумних» рішень в енергетиці, у тому числі класифікація «розумних» енергетичних технологій залежно від етапу використання: виробництво, розподіл або споживання енергії.

2. Розроблено каталог «розумних» рішень, адаптованих до особливостей вітчизняних енергомереж, що призначено для систематизації «розумних» рішень в енергетиці.

3. Удосконалено методологію та сформовано базис проведення енергетичних реформ із застосуванням «розумних» технологій.

**Практична значимість отриманих результатів..** Отримані у роботі результати можуть бути використані у прикладних розробках, зокрема, результати частково були впроваджені при виконанні господарчого договору. Виконавцями проекту отримано індивідуальний грант. Одержані результати частково впроваджені у навчальний процес підготовки магістрів, зокрема при викладанні дисципліни «Проектний менеджмент».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 2 статті у журналах, що індексуються Web of Science Core Collection та/або Scopus; 5 підрозділів у колективних монографіях англійською мовою та монографію українською мовою; опубліковано 6 статей у фахових виданнях. Отримано 5 авторських свідоцтв.

**НДР «Закономірності формування нанопористих ZnO, C, C/ZnO і ZnO/NiO для потенційного застосування у якості електродів літій-іонних акумуляторів», № 0119U100763.** Науковий керівник – к.ф.-м.н. Корнющенко Г.С.

Обсяг фінансування за повний період: 1782,7 тис. грн., зокрема на 2019 р. – 433,5 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Створений новий розпилювач на базі пустотілого катоду та магнетрону на постійному струмі, що дозволяє реалізувати конденсацію за умови близькості до термодинамічної рівноваги та забезпечує формування пористих наносистем вуглецю, оксиду цинку, окислу нікелю з широким спектром структурно-морфологічних характеристик.

2. Проведені дослідження, фазового, елементного складів, а також морфології поверхні конденсатів ZnO та C. Встановлений взаємозв'язок між морфологічними характеристиками отриманих пористих шарів ZnO і C та технологічними параметрами їх формування.

3. Встановлені оптимальні технологічні параметри квазірівноважної стаціонарної конденсації, такі як тиск робочого газу, потужність розпилювача, та температура ростової поверхні. Отримані нанопористі шари цинку, окислу цинку та вуглецю з різними структурно-морфологічними характеристиками.

**Практична значимість отриманих результатів.** Одержані у роботі нанопористі шари ZnO та C можуть бути використані для виготовлення електродів з метою подальших експериментальних досліджень їх електрохімічних характеристик для потенційного застосування у якості анодів літій-іонних акумуляторів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 3 статті у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, з яких одна у періодичному виданні та дві у матеріалах конференцій.

**НДР «Визначення ефективності застосування плазмової електрооксидзації для модифікації біодеградуючих сплавів для ортопедії», № 0119U100770.** Науковий керівник – к.мед.н. Олешко О.М.

Обсяг фінансування за повний період: 2011 тис. грн., зокрема на 2019 р. – 511 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Визначено типи розчинів для проведення електрооксидзації в залежності від типу сплаву. Розроблено протоколи типів, концентрацій та активності рН розчинів в залежності від типу сплаву в стандартизованих умовах (напруга, сила току та час). Для подальших досліджень відібрані наступні розчини –  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ .

2. Визначено параметри плазмової електрооксидзації (показник сили та напруги електричного струму, а також час анодування) в залежності від хімічного складу розчину та типу сплаву. Створено алгоритми плазмової електрооксидзації магнієвих сплавів – (сила струму 100  $\text{mA}/\text{cm}^2$ ), напруга струму (від 200 до 400 V). Проведено плазмову електрооксидзацію в розчинах  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ .

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані результати є основою для розробки покриттів для біосумісних імплантатів, виготовлених з біодеградуючих сплавів, зокрема магнію та цинку. Отримані режими електрооксидзації дозволяють розробити новітні покриття, які дозволяють зменшити швидкість резорбції сплавів та підвищити їх біосумісність. Результати НДР було використано для підготовки 2-х заявок за програмою HORIZON-2020, спільних українсько-латвійських, українсько-французьких та українсько-польських проєктів. Виконавцями НДР отриманий індивідуальний грант на проведення досліджень в Латвійському університеті. Передбачається впровадження результатів дослідження спільно з компаніями Osteoplast (Poland), Linari Engineering (Italy) та NanoPure (Poland) з метою комерціалізації розробки.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР у 2019 році опубліковано 2 статті у журналах та статтю у матеріалах конференції, які індексуються БД Scopus та Web of Science Core Collection, та стаття у закордонному журналі. Подано заявку на отримання патенту на корисну модуль.

**НДР «Структурно-функціональна мультиплексивна модель розбудови системи екологічних податків в Україні в контексті забезпечення національної безпеки», № 0119U100759.** Науковий керівник – к.е.н. Самусевич Я. В.

Обсяг фінансування за повний період: 1349,2 тис. грн., зокрема на 2019 р. – 328,1 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Обґрунтовано перелік чинників, що є каталізаторами та інгібіторами ефективності проведення екологічних податкових реформ за допомогою факторного аналізу впливу макроекономічних та інституційних чинників на зміну податкового мультиплікатора та панельного регресійного моделювання залежності результату екологічних податкових реформ від рівня їх комплексності та дії контрольних змінних економічного розвитку.



2. Емпірично підтверджено розбалансування бюджетної політики України у сфері екологічної безпеки, неповноцінне виконання фіскальної та регулюючої функцій екологічного податку та наявність тривалих часових лагів досягнення стимулюючих ефектів його застосування.

3. Формалізовано інтегральні індикатори рівнів екологічної, економічної та енергетичної безпеки шляхом агрегування переліку показників, чутливих до дії екологічних податків. Виявлено, що для України найнижчим є рівень економічної безпеки, а найвищим – рівень екологічної безпеки.

4. Розроблено композитний індекс екологічної, економічної та енергетичної безпеки, який враховує мультиплексивні двосторонні зв'язки, що виникають між показниками різних видів безпеки. Моделювання та прогнозування індексу для України засвідчило відсутність позитивних зрушень на період до 2025 року при відсутності ініціатив щодо реформування екологічного податку.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у НДР результати щодо оцінювання та прогнозування екологічної безпеки були використані при виконанні господарчого договору щодо розроблення прогнозу соціального і економічного розвитку Тростянецького району та при підготовці навчального посібника. Виконавцями НДР отримано 2 індивідуальні гранти на зарубіжні стажування, грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано розділ у монографії у закордонних виданнях англійською мовою (Великобританія) та 2 розділи у колективних монографіях українською мовою, опубліковано 3 статті у фахових виданнях України.

**НДР «Фізичні властивості двовимірних наноматеріалів та металевих наночастинок», № 0117U003923.** Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц.Борисюк В.М.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис.грн., зокрема на 2019 рік 581,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Були розроблені комп'ютерні алгоритми та програмні коди для моделювання процесу індентування  $Ti_{n+1}C_n$  зразків з метою дослідження їх механічних властивостей та можливості отримання двовимірних карбідів титану шляхом механічного розшарування сполуки  $AlTi_2C$ . А також розроблені числові схеми для моделювання металевих нанодротів зі структурою ядро–оболонка (англ. core@shell) при деформаціях розтягнення та стискання.

2. За результатами комп'ютерного моделювання для зразків біметалевих нанодротів  $Ag@Pd$ ,  $Pd@Ag$ ,  $Au@Pd$  і  $Pd@Pt$  зі структурою ядро–оболонка побудовані криві навантаження при деформаціях розтягнення та стискання. Шляхом інтерполяції лінійних ділянок отриманих залежностей розраховані модулі пружності досліджуваних зразків.

3. Проведено моделювання процесів індентування зразків двовимірних карбідів титану  $Ti_{n+1}C_n$  абсолютно жорстким індентером при різних параметрах взаємодії зі зразком. Для зазначених матеріалів розраховано криві навантаження та значення ефективних механічних параметрів.

4. Проведено моделювання взаємодії трикомпонентної сполуки  $AlTi_2C$  з абсолютно жорстким індентером. Знайдені значення параметрів взаємодії при яких спостерігається механічне розшарування вихідного зразка з утворенням фрагменту двовимірного карбиду  $Ti_2C$ .

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані в роботі криві навантаження та механічні параметри можуть бути використані в подальших експериментальних та теоретичних дослідженнях фізичних властивостей двовимірних карбідів титану  $Ti_{n+1}C_n$ , та металевих наночастинок, а також при проектуванні компонентів пристроїв наноелектроніки, які в процесі роботи зазнають механічного впливу (мембрани, приводи руху та ін.). Результати дослідження можливості механічного розшарування трикомпонентної сполуки  $AlTi_2C$  можуть бути використані для пошуку нових шляхів отримання двовимірних наноматеріалів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 6 статей у періодичних виданнях та 2 статті у матеріалах конференції, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, а також статтю у фаховому виданні.

**НДР «Економіко-математичне моделювання механізму відновлення суспільної довіри до фінансового сектору: запорука економічної безпеки України»,** № 0117U003924. Науковий керівник – к.е.н., доц. Буряк А.В.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Встановлено та емпірично підтверджено прямий та опосередкований (медіаторний) негативний вплив кризи довіри на показники макроекономічної стабільності шляхом застосування методу моделювання структурними рівняннями. Доведено, що застосування регуляторних заходів (через дію трансмісійного механізму монетарної політики) пом'якшує загострення кризи довіри до фінансового сектору економіки та стабілізує показники макроекономічної стабільності.

2. Виявлено та формалізовано вплив каналу очікувань економічних агентів на формування кризи суспільної довіри до фінансового сектору. Застосування векторно-авторегресійного моделювання інфляційних, девальваційних, кредитних та економічних очікувань домогосподарств та бізнесу в Україні дозволило поглибити механізм формування кризи довіри, формалізувати силу основних шоків для очікувань.

3. Обґрунтовано механізм впливу кризи втрати довіри на розгортання банківської кризи та розроблено науково-методичний підхід до розрахунку композитного індикатора кризи довіри до банківської системи. Використання статистичних тестів, оригінальних підходів до вирівнювання рядів даних, властивостей закону нормального розподілу, тесту Гренджера, лагового кореляційно-регресійного аналізу дозволило емпірично підтвердити предикативні властивості індикатора кризи довіри щодо темпів кредитування резидентів – лагом 2 місяці, щодо показників фінансової стійкості банків (капітальної стійкості та прибутковості активів і капіталу) – лагом 3 місяці.

**Практична значимість отриманих результатів.** Укладено господарський договір з Управлінням фінансів та економічного розвитку Березівської сільської ради на надання наукових послуг з розробки методології оцінки та аналізу проблем громади щодо забезпечення соціальної згуртованості та суспільної довіри. Отримані у роботі результати можуть бути використані в діяльності Національного банку України з підвищення прозорості монетарної політики та вдосконалення комунікацій із суспільством для ефективного управління очікуваннями економічних агентів. Отримано індивідуальний грант на участь у міжнародному науковому обміні імені Фулбрайта (США). Результати впроваджено у навчальний процес університету при викладанні дисциплін «Банківське регулювання та нагляд», «Дослідження грошово-кредитного ринку».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті у журналах, що індексуються БД Scopus, 9 статей у фахових виданнях, 2 розділи у монографії у закордонних виданнях англійською мовою (Польща, Данія (індексуються Scopus та WoS)). Отримано 3 авторських свідоцтва.

**НДР «Дослідження процесів формування багаточасткових анізотропних нанорозмірних структур адсорбату при конденсації та епітаксимальному рості»,** № 0117U003927. Науковий керівник – к.ф.-м.н. Дворниченко А.В.

Обсяг фінансування за повний період: 1224,9 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Показано, що флуктуації напруженості електричного поля біля підкладки індукують упорядкування адсорбату на підкладці, приводячи до утворення окремих нано-розмірних

островів адсорбату. Збільшення інтенсивності флуктуацій призводить до морфологічного перетворення поверхні з розділених островів адсорбату через перколяційну структуру адсорбату до відокремлених нанотворів всередині матриці адсорбату та прискорення процесів упорядкування.

2. Встановлено, що анізотропія поверхневої дифузії адатомів на підкладці, що представляє модель високоентропійного сплаву, індукує формування відокремлених отворів на першому шарі. Збільшення міри розупорядкованості підкладки приводить до зниження концентрації адсорбату на шарі; морфологічного перетворення поверхні з реалізацією відокремлених структур адсорбату та прискорення процесів формування структур. При підвищених значеннях міри розупорядкованості підкладки виділяються нанорозмірні острови адсорбату, які характеризуються дробовою фрактальною розмірністю та степеневим розподілом за розмірами.

3. Виявлено, що збільшення напруженості підведеного до підкладки електричного поля, направлено вдовж підкладки, приводить до формування видовжених у напрямку поля структур адсорбату; при перевищенні напруженістю порогового значення, яке залежить від основних параметрів системи, формуються перколюючі кластери адсорбату, які поєднують протилежні краї підкладки. Збільшення коефіцієнту адсорбції приводить до зменшення порогового значення напруженості поля для виникнення перколюючого кластеру, тоді як збільшення коефіцієнту вертикальної дифузії адатомів між шарами навпаки збільшує його.

**Практична значимість отриманих результатів** полягає у можливості їх використання у фундаментальних дослідженнях, спрямованих на вивчення закономірностей процесів самоорганізації складних конденсованих систем. Отримані результати можуть бути використані у прикладних дослідженнях при вирощуванні наноструктурованих тонких плівок в системах газ/плазма-конденсат для оцінювання часу осадження, необхідного для формування поверхневих структур, прогнозування типу структур із заданими властивостями, керування морфологією поверхні за рахунок додаткових чинників, а також при конденсації на розупорядковану підкладку та в умовах ефектів електроміграції.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано розділ монографії і 3 статті в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

**НДР «Інноваційні драйвери національної економічної безпеки: структурне моделювання та прогнозування», № 0117U003922.** Науковий керівник – к.е.н., доц. Захаркіна Л.С.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Проведено емпіричне дослідження впливу макроекономічного середовища на інноваційну активність підприємництва в Україні, що базувалося на розрахунку парних коефіцієнтів кореляції та регресійній моделі log-log. Встановлено, що людський капітал є одними з найважливіших факторів формування інноваційно орієнтованого підприємництва.

2. Формалізовано визначено інструменти державної підтримки інноваційного розвитку суб'єктів господарювання в Україні на різних рівнях (макро-, мезо-, мікрорівень) з урахуванням галузевої специфіки з позиції формування національної економічної безпеки. Основними з них визначено фіскальні та грошово-кредитні інструменти, інструменти інституційної, інфраструктурної та нормативно-правової підтримки, а також інструменти підтримки розвитку стартап культури в освітньому середовищі.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати можуть бути використані у прикладних розробках, зокрема, при побудові сценаріїв забезпечення національної економічної безпеки держави. Виконавцями проекту виконувався міжнародний індивідуальний грант. Отримані у роботі результати використовуються у програмі підвищення кваліфікації державних службовців Сумської області. Одержані результати

частково впроваджені у навчальний процес підготовки магістрів, зокрема при викладанні дисципліни «Фінансовий менеджмент», «Фінансове регулювання та нагляд».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 3 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або БД Web of Science Core Collection, 4 розділи у колективних монографіях, 6 статей у фахових виданнях. Отримано 2 авторські свідоцтва та подано заявку на 2 авторських свідоцтва. Виконавцем проекту подано до розгляду докторську дисертацію.

**НДР «Синтез та оптимізація властивостей напівпровідникових плівок  $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{Ge})\text{SSe}_4$ , отриманих без вакуумними методами, для сонячних перетворювачів третього покоління», № 0117U003929.** Науковий керівник – к.ф.-м.н. Іващенко М.М.

Обсяг фінансування за повний період: 1930,6 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 657,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Встановлено фізико-технологічні умови осадження однофазних плівок кестеритів  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  (CZTS) та їх легування атомами Ge для синтезу  $\text{Cu}_2\text{ZnSnGeS}_4$  (CZTGeS) за допомогою методу спреї-піролізу з оптимальними розмірами областей когерентного розсіювання (ОКР), низьким рівнем мікронапружень, якісною текстурою, структурою та стехіометрією для створення фотоелектричних перетворювачів (ФЕП).

2. Досліджений вплив концентрації елементів сірки у початковому прекурсорі на основі диметилсульфоксиду на структурні властивості плівок CZTS та їх подальший вплив на ефективність ФЕП. Встановлено, що підвищення концентрації сірки відіграє значну роль у формуванні CZTS з високою кристалічною якістю і позитивно впливає на робочі характеристики приладів.

3. Уперше проведено детальний аналіз впливу не типових, надвисоких температур осадження плівок CZTS ( $T = 723 - 823 \text{ K}$ ) при використанні методу спреї-піролізу на хімічний склад, морфологію поверхні та структурні властивості. Надвисокі температури сприяють утворенню структурованої полікристалічної плівки з переважною орієнтацією кристалітів у напрямі (112), з низьким рівнем структурних дефектів і дефектів у кристалічній ґратці, гарними електричними властивостями і гладкою поверхнею плівки.

4. Для плівок CZTGeS уперше детально досліджено зміни питомого опору плівки ( $\rho$ ), концентрації основних носіїв заряду ( $N_v$ ) та рухливості ( $\mu$ ) в залежності від концентрації Ge у  $\text{Cu}_2\text{ZnSn}_x\text{Ge}_{1-x}\text{S}_4$ , виміряних за методом Холла. Була виявлена тенденція до зменшення параметрів  $\rho$  та  $\mu$  зі збільшенням концентрації Ge, при цьому параметр  $N_v$  збільшувався, що пов'язано з поліпшенням кристалічності плівки, збільшенням розміру ОКР та стехіометрії.

**Практична значимість отриманих результатів.** Розроблена методика та установлені зв'язки між фізичними та хімічними умовами синтезу плівок CZTS/CZTGeS та структурними, субструктурними, опто-електричними властивостями і елементним складом можуть бути використані для створення ФЕП з високою ефективністю фотоперетворення та низькою собівартістю. Продовжується практична співпраця з Ризьким технічним університетом (Латвія), Упсальським університетом (Швеція) та налагоджена співпраця зі Словацьким технологічним університетом (Словаччина) з метою участі у міжнародних проектах. За тематикою проекту у 2019 р. успішно завершено виконання українсько-литовського грантового проекту. Результати частково впроваджено у навчальний процес, як спеціальні підрозділи, при викладанні курсів: «Фізико-технічні основи перетворення сонячної енергії», «Відновлювальні джерела електричної енергії».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР у 2019 році досліджень опубліковано 4 статті, з яких 3 в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, отримано патент України на корисну модель. Виконавцями НДР захищено 3 дисертації на здобуття ступеня кандидата фізико-математичних наук.

**НДР «Механізм управління формуванням стратегій випереджаючого інноваційного розвитку промислових підприємств»**, № 0117U003928. Науковий керівник – к.е.н., доц. Ілляшенко Н.С.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Запропоновано теоретико-методичний підхід до процесу вибору стратегій інноваційного розвитку промислового підприємства за допомогою економіко-математичного моделювання, в основу якого покладено комплексну оцінку їх відповідності тенденціям техніко-технологічного розвитку галузі з подальшим уточненням вибору шляхом урахування масштабу підприємства-інноватора та типу його інноваційного бізнесу.

2. Розроблено методичний підхід до вибору стратегій випереджаючого розвитку промислового підприємства з точки зору оптимізації за критерієм відповідності параметрів його інноваційної діяльності інтересам суб'єктів інноваційного процесу.

3. Розроблено методичний підхід до визначення пріоритетних напрямів використання знань підприємства, який на відміну від існуючих, передбачає можливість вибору розширеного спектру напрямів – від комерціалізації продукції, що створена на основі знань, до внесення коректив в систему управління підприємством або напрями отримання знань.

4. Запропоновано методичний підхід до визначення стратегій інноваційного розвитку промислового підприємства, який передбачає застосування таблиць рішень – для вибору типів стратегій у залежності від рівня складових його потенціалу інноваційного розвитку, а також їх різновидів – у залежності від обраного типу інноваційного бізнесу і варіантів інноваційного циклу нової продукції.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані результати частково впровадженні при виконанні господарчого договору з ТОВ «Технохім», а також пройшли практичну апробацію в діяльності ТОВ «Сумський машинобудівний завод». Отримані у роботі результати використовуються у програмі підвищення кваліфікації державних службовців Сумської області. Виконавцем проекту отримано стипендію програми ім. Лейна Кіркланда від Польсько-Американського фонду Свободи та фонду «Лідери Змін». Окремі результати впроваджено у навчальний процес СумДУ при викладанні дисциплін «Маркетинг інновацій», «Інноваційна культура».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 9 статей у фахових виданнях України, стаття в іноземному виданні, стаття у виданні, що індексується БД Scopus, підрозділ у монографії, одноосібна монографія. Отримано авторське свідоцтво.

**НДР «Економетричне моделювання механізму запобігання тіньовим схемам виведення капіталу через податкові та інвестиційні канали в Україні»**, № 0117U003930. Науковий керівник – д.е.н., проф. Кобушко І.М.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,4 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено методичний підхід до оцінювання ефектів від застосування багатоканальних схем легалізації доходів, отриманих злочинним шляхом, що дозволяє визначити позитивні та негативні впливи застосування тіньових схем виведення коштів на економічні та екологічні показники розвитку країни. Обґрунтовано концепцію податкових розривів як індикатора ефективності існуючої податкової системи в країні.

2. За допомогою інструментів економіко-математичного моделювання визначено латентні зв'язки між податковим та інвестиційним каналами виведення капіталу.

3. Розроблено модель оцінювання мультиплексивних трансмісійних ефектів використання інвестиційних та податкових каналів виведення капіталу, що базується на комбінації метрики Мінковського та функції Харінгтона та дозволяє визначити фактори, що мають найвищий мультиплікативний ефект у розрізі даних каналів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Аналіз основних напрямків впливу тінізації економіки на основні показники розвитку країни дозволив обґрунтувати суттєвий вплив тінювих схем виведення коштів на обсяг податкових надходжень в країні, дослідити рівень їх впливу на обсяги експортно-імпортних платежів, економічних податків та зборів, ПДВ та ПДФО, ідентифікувати латентні зв'язки між податковим та інвестиційним каналами виведення капіталу, розробити модель оцінювання мультиплексивних трансмісійних ефектів використання інвестиційних та податкових каналів виведення капіталу.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР у 2019 році опубліковано 2 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та Web of Science Core Collection, 2 розділи у колективних монографіях та одноосібну монографію, 8 статей у фахових виданнях України.

**НДР «Форсайт-прогнозування стійкості національної економіки: від соціо-еколого-економічних протиріч до конвергентної моделі», № 0117U003932.** Науковий керівник – к.е.н, доц. Люльов О.В.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено методичні засади визначення основних детермінант розривів та протиріч між соціальними, екологічними та економічними пріоритетами розвитку країни шляхом побудови економіко-математичної моделі залежності частки тінювого сектору у ВВП від рівня добробуту населення, безробіття та податкового навантаження, енергоефективності країни, ціни на основні енергоресурси та ефективності малої й великої приватизацій, членства країни в Євросоюзі. Емпіричне дослідження на вибірці країн із перехідною економікою дозволило визначити напрямки першочергової концентрації зусиль під час реалізації конвергентної моделі національної економіки.

2. Розроблено методологічне підґрунтя оцінювання коінтеграційних зв'язків між зростанням обсягів зелених інвестицій підприємницького сектору та еколого-економічними ефектами, яке на відміну від існуючих підходів здійснено шляхом побудови економіко-математичної моделі, що дозволило обґрунтувати напрямки врахування виявлених коінтеграційних зв'язків при формуванні ланцюгової комунікативної мережі взаємодії зі стейкхолдерами.

3. Запропоновано методичний інструментарій обґрунтування драйверів розвитку інвестиційного ринку як ключової детермінанти макроекономічної стабільності, який відрізняється від існуючих використанням методів головних компонент та агломераційної ієрархічної кластеризації. Використання даного підходу дозволило виокремити кластер країн, управлінські та маркетингові інструменти інвестування яких рекомендовані для запровадження у вітчизняній практиці.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у НДР результати виявлених дивергентних та конвергентних ланцюгів взаємодії прийнятих соціо-еколого-економічних рішень по переходу до конвергентної моделі розвитку економічних систем були використані при виконанні господарчих договорів щодо побудови прогнозів соціального і економічного розвитку Тростянецького району, а також економічного обґрунтування щодо штучного створення обмеження подальшого сталого розвитку населених пунктів встановленням при розробленні його генеральних планів, планів зонування та детальних планів територій максимально допустимої висоти (поверховості) житлової забудови від існуючих чисельності населення та класифікації. Виконавцями проекту отримано чотири міжнародні індивідуальні гранти. Результати роботи були частково впровадженні при виконання двох господарських договорів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР у 2019 році опубліковано 9 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection. Отримано 3 свідоцтво авторського права. Виконавцями проекту захищено докторську та кандидатську дисертації.

**НДР «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання», № 0117U003931.** Науковий керівник – д.т.н., доц. Ляпошенко О.О.

Обсяг фінансування за повний період: 1930,6 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 657,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розвинуто науковий підхід до статичних та динамічних оптимізаційних моделювань процесів компримування, сепарації та тепломасообміну в установках промислової підготовки нафти і газу, первинної переробки і газофракціонування з застосуванням інструментальних засобів САЕ-систем термодинамічного моделювання.

2. Вперше визначено основні гідродинамічні та сепараційні характеристики, які представляють можливість оцінити гідравлічний опір та прогнозувати розрахункову ефективність сепарації високодисперсних систем в сепараційних пристроях і багатофункціональних модульних сепараторах за результатами фізичних та математичних моделювань.

3. Розширено уявлення про теоретичні основи процесів газодинамічної, інерційно-фільтруючої, вібраційно-інерційної сепарації газокраплинних потоків, які пояснюють основні закономірності процесів осадження та інерційного захоплення краплин, їх осадження на сепараційні поверхні та плівку вловленої рідини.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані результати були використані при розробці 7 нових способів та пристроїв, захищених патентами України на корисну модель. Результати НДР використано при підготовці техніко-комерційних пропозицій та комплектів тендерної документації з проектування енергоефективного комбінованого багатофункціонального сепараційного і тепломасообмінного обладнання блочно-модульних промислових установок та при наданні наукових послуг і розробці науково-технічної продукції за двома господарчими договорами на замовлення ТОВ «ПРОМ-ЕНЕРГО ПРОДУКТ» і ПАТ «Азот». Виконавцями НДР отримано 6 міжнародних індивідуальних грантів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 9 статей у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection. Виконавцями НДР отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір, 4 патенти України на корисну модель та подано 3 заявки на отримання патентів. Виконавцем НДР захищено докторську дисертацію.

**НДР «Корпоративна соціально-екологічна відповідальність для сталого розвитку: партнерство стейкхолдерів реального, фінансового та державного секторів економіки», № 0117U003933.** Науковий керівник – д.е.н., доц. Макаренко І.О.

Обсяг фінансування за повний період: 1680,4 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 572,2 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Аналітично підтверджено прямий статистично значимий зв'язок між регулюванням розкриття компаніями інформації за ESG – критеріями та загальною конкурентоспроможністю 50 країн світу з застосуванням t-критерій Стьюдента, дисперсійного аналізу (ANOVA), U-критерію Манна-Уїтні, регресійних моделей з фіктивними змінними). Це дозволило визначити найбільш ефективні інструменти такого регулювання для підвищення конкурентоспроможності країн світу і України.

2. Здійснено обґрунтування та кількісну оцінку соціальних, екологічних та економічних ефектів КСЕВ: на рівні компаній (на основі впливу концепції Інтегрованого бережливого виробництва шести сигм; на регіональному рівні через міжсекторні взаємовідносини; на національному рівні з урахуванням найбільш релевантних ЦСР. Це дозволило підтвердити позитивний вплив цих ефектів на конкурентоспроможність компаній, регіонів і країн.

3. Доведено доцільність відповідального способу інвестування компаніями як джерела

фінансування ЦСР на основі компаративного аналізу інвестиційних портфелів відповідальних компаній та компаній «блакитних фішок» з використанням оптимізаційної моделі Марковіца. Це дозволило розробити концепцію відповідального інвестування ЦСР в Україні як основу підвищення її конкурентоспроможності

**Практична значимість отриманих результатів** полягає у визначенні напрямів підвищення конкурентоспроможності компаній, регіонів та країн засобами КСЕВ. Результати роботи були частково впроваджені при виконанні двох господарських договорів. Отримано 4 індивідуальних гранти.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано монографію англійською мовою; 2 розділи у колективних монографіях; 14 наукових статей (8 – у фахових виданнях України та 6 у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection). Отримано 2 авторські свідоцтва. Виконавцями проекту захищено докторську та кандидатську дисертації.

**НДР «Інтелектуальна автономна бортова система безпілотного літального апарату для ідентифікації об'єктів на місцевості», № 0117U003934.** Науковий керівник – к.т.н. доц., Москаленко В.В.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Вперше розроблено процесну діаграму та діаграму відображення множин для опису процесів:

– синтезу вирішальних правил, що полегшує аналіз та реінжиніринг алгоритмів функціонування бортової системи в режимі навчання;

– прийняття рішень бортовою системою, що полегшує аналіз та реінжиніринг алгоритмів функціонування бортової системи в режимі екзамену.

2. Вперше розроблено метод навчання бортової системи безпілотного апарату на основі моделей з інкрементальним ускладненням, що дозволяє формувати оптимальні в інформаційному та вартісному сенсі регресійні та класифікаційні вирішальні правила.

3. Удосконалено алгоритм локалізації і трекінгу рухомих об'єктів шляхом використання оцінки гомографії за сусідніми кадрами, що дозволяє зберігати працездатність за умов рухомої камери.

4. Удосконалено алгоритм формування навчальних даних для глибокої моделі детектора об'єктів шляхом поєднання технік активного навчання, самонавчання та методів детектування і трекінгу рухомих об'єктів, що дозволяє зменшити складність і вартість розмітки навчальних даних.

**Практична значимість отриманих результатів** полягає в зниженні вимог до обсягу обчислювальних ресурсів і навчальних даних для задач детектування об'єктів на місцевості. Крім того запропоновані алгоритми дозволяють знизити трудомісткість формування розміченого навчального набору даних для донавчання глибоких моделей детектування об'єктів на зображенні. У рамках роботи виконавцями НДР за госпдоговірною темою наданні послуги пов'язаних з впровадженням проекту «Minect.ai» на госпдоговірних умовах. Результати частково впроваджені у навчальний процес кафедри комп'ютерних наук, зокрема при викладанні дисциплін: «Мови програмування інтелектуальних систем»; «Інтелектуальні системи керування» та «Introduction to Data Science», а також при підготовці 5-ти магістерських кваліфікаційних робіт.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті у фахових виданнях, 2 з яких обліковуються базою даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 3 тези доповіді у матеріалах міжнародних наукових конференціях, дві з яких обліковуються базами даних WoS і Scopus. Отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір комп'ютерна програма та подано заявку на свідоцтво.



**НДР «Розробка методу діагностики пухлин органів репродуктивної системи з використанням молекул клітинної адгезії раково-ембріонального антигену», № 0117U003937.** Науковий керівник – д.мед.н., доц. Москаленко Р.А.

Обсяг фінансування за повний період: 1691,3 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 576,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Шляхом проведення імуноферментного аналізу (ELISA) встановлено наявність молекул клітинної адгезії раково-ембріонального антигену 1 (CEACAM1) у біологічних рідинах (кров, еякулят, виділення з матки). При виконанні імуногістохімічного дослідження встановлено специфічність варіабельності CEACAM 1,5,6 при пухлинній трансформації та прогресування злоякісних пухлин додатків матки, простати, ендометрію та молочної залози.

2. Аналізуючи результати імуноферментного та імунофлюоресцентного дослідження, виявлено залежність експресії прогностичних білків від патерну CEACAM 1,5,6 у досліджуваній тканині органів репродуктивної системи.

3. Досліджуючи експресію прогностичних маркерів (p53, Ki-67, E-cadherin та VEGF) та молекул клітинної адгезії, виявлено чіткі взаємозв'язки між ступенем їхньої вираженості. Імуноферментний та вестернблотинг аналіз показали кореляцію рівня вмісту CEACAM 1,5,6 у тканинах пухлин у залежності від диференціювання новоутворень.

**Практична значимість отриманих результатів.** Встановлені основні закономірності участі молекул клітинної адгезії раково-ембріонального антигену у регулюванні проліферативної активності нормальних та пухлинних клітин матки, маткових труб, передміхурової і молочної залози. Отримані результати дозволяють прогнозувати перебіг доброякісних та злоякісних пухлинних процесів органів репродуктивної системи. Результати роботи були частково впровадженні при виконання ряду господарських договорів.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 3 статті у наукових фахових виданнях України та 5 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 8 тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються БД WoS. Подано 3 заявки на отримання патентів на корисну модель.

**НДР «Розробка науково-методичних засад та практичного інструментарію фінансової політики сталого розвитку об'єднаних територіальних громад», № 0117U003935.** Науковий керівник – д.е.н., проф. Петрушенко Ю.М.

Обсяг фінансування за повний період: 1642,4 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 558,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Розроблено науково-методичний підхід до оцінки відповідності стратегій соціально-економічного розвитку об'єднаних територіальних громад (ОТГ) та пов'язаної з їх виконанням фінансової політики стратегічним завданням регіонального і національного рівня та глобальним Цілям сталого розвитку.

2. На основі факторного економетричного аналізу процесу добровільного об'єднання територіальних громад в Україні в період з 2015 року визначено соціально-економічні фактори, що є значущими при прийнятті громадами рішення про добровільне об'єднання: зокрема, це середній розмір площі землі ОТГ в розрахунку на одне домогосподарство; кількість ОТГ, створених у попередньому році в даному районі; розмір паїв землі в одному домогосподарстві (власних та орендованих) та прибутковість фермерських господарств.

3. Обґрунтовано релевантні екологічні детермінанти сталого розвитку територіальних громад на основі формалізації взаємозв'язків між набором потенційних екологічних факторів та інтегральним показником сталості розвитку території на основі використання інструментарію регресійного аналізу на панельних даних. Отримані результати дозволяють конкретизувати найбільш пріоритетні напрямки використання фінансових ресурсів територіальних громад у контексті досягнення їх екологічної сталості.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати були використані у прикладних розробках, зокрема при пілотуванні методики визначення пріоритетів фінансування сталого розвитку ОТГ (Комишанська та Березівська ОТГ), розробці стратегій сталого місцевого розвитку та при плануванні бюджетів ОТГ Сумської області на 2020 рік. Результати НДР були використані у роботі Сумського Центру розвитку місцевого самоврядування, зокрема, при проведенні навчальних семінарів «Державні інвестиції для місцевого економічного розвитку об'єднаних територіальних громад» для фахівців ОТГ. Розроблено практичні рекомендації для підвищення сталості й фінансової ефективності поточної діяльності ОТГ Сумської області, зокрема, надано консультації щодо оптимізації фінансування медичних закладів в ОТГ та створенні госпітальних округів в Сумській області.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 8 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 5 статей у фахових виданнях України, розділи у 4 закордонних і 1 вітчизняній монографії. Прийнято участь у роботі 5 міжнародних конференцій. Виконавцями НДР отримано 3 охоронні документи

**НДР «Моделювання та прогнозування поведінки фінансових ринків як інформаційний базис забезпечення фінансової стійкості та безпеки держави», № 0117U003936.** Науковий керівник – д.е.н., проф. Пластун О.Л.

Обсяг фінансування за повний період: 1680,4 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 572,2 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати:**

1. Розроблено дискримінанту модель аналізу фінансової стійкості на основі методів математичної статистики та економіко-математичного моделювання. Інтегральний індикатор, як вихідний результат моделі, розрахований для певної установи фінансового сектору, дозволяє визначити її майбутній фінансовий стан та спрогнозувати ймовірність банкрутства.

2. Розвинуто науково-методичні засади механізму трансмісії стійкості фінансового сектору на рівень фінансової безпеки держави, які враховують ендогенні та екзогенні фактори забезпечення стійкості за основними складовими фінансового сектора (домогосподарства, нефінансові корпорації, ринок нерухомості, фондовий ринок, депозитні установи, інші фінансові корпорації) дозволяють визначити ключові канали такої трансмісії з прив'язкою до видів фінансової безпеки (боргова, банківська, бюджетна, безпека небанківського фінансового ринку).

3. Проведено періодизацію еволюції фінансового нагляду в Україні та запропоновано науково-методичний підхід до оцінювання інституційної, операційної та фінансової незалежності органів фінансового нагляду на основі розрахунку дифузних індексів, який дозволяє визначити роль незалежності НБУ, Нацкомфінпослуг та НКЦПФР у забезпеченні фінансової безпеки держави.

4. Створено програмний комплекс Trading Robot, що дозволяє автоматизувати моделювання, аналіз та прогнозування значних масивів інформації з фінансових ринків, провести симуляцію дій трейдера та оптимізувати його торгові стратегії у контексті забезпечення фінансової стійкості окремих учасників ринку.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі результати будуть використані при розробці та алгоритмізації методів моделювання поведінки фінансових ринків. Результати роботи були частково впроваджені при виконанні наукових госпдоговорів. Результати можуть бути впроваджені у навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін: «Аналіз міжнародних інвестицій», «Аналіз фінансових ринків».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 9 статей у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection, 8 статей у фахових виданнях. Результати досліджень було використано при підготовці до друку 3-х монографій, 2 з яких були опубліковані англійською мовою. Отримано 2 авторських свідоцтва.

**НДР «Молекулярно-генетичні та морфологічні особливості регенерації тканин нижньої кінцівки за умов хронічної гіперглікемії», № 0117U003926.** Науковий керівник – к.мед.н. Тимошенко О.О.

Обсяг фінансування за повний період: 1930,6 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 657,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. Виконано генотипування представників української популяції – пацієнтів із синдромом діабетичної стопи та осіб контрольної групи за поліморфними локусами rs1044498, rs997509, rs3025039, rs1800247 генів ENPP1, VEGF-A та BGLAP. Виявлено асоціацію rs1044498-поліморфізму гена ENPP1 із розвитком синдрому діабетичної стопи: у носіїв мінорного Q-алеля ризик настання цієї патології в 1,9 рази вищий, ніж у гомозигот за основним K-алелем. Встановлено зв'язок поліморфізму rs997509 гена ENPP1 із ризиком виникнення синдрому діабетичної стопи в осіб із ожирінням. Показано, що у пацієнтів із ожирінням мінорний T-алель підвищує ризик розвитку вказаного ускладнення в 9,7 разів. Не знайдено зв'язку досліджуваних поліморфних локусів генів VEGF-A і BGLAP із розвитком синдрому діабетичної стопи у вітчизняній популяції.

2. Досліджено на ультрамікроскопічному рівні особливості регенерації тканин задньої кінцівки щурів за умов хронічної гіперглікемії. Встановлено, що посттравматичне відновлення скелетних м'язів щурів із хронічною гіперглікемією характеризується незавершеним міогенезом, надмірним розвитком сполучної тканини, порушенням утворення нових судин, та зменшенням кількості та площі регенеруючих м'язових волокон.

**Практична значимість отриманих результатів.** Одержані дані про розподіл алелів і генотипів за поліморфізмами генів BGLAP, ENPP1 та VEGF-A, а також дані про силу зв'язку вказаних локусів із ризиком виникнення синдрому діабетичної стопи у мешканців України дозволять, використовуючи сучасні методи статистичного прогнозування, розробити і впровадити нову математичну модель із високою прогностичною точністю для прогнозування ризику виникнення синдрому діабетичної стопи. Отримані в досліді дані стосовно особливостей ультрамікроскопічної картини різних фаз регенерації тканин задньої кінцівки щурів за умов надмірного вмісту глюкози крові виступають необхідним фундаментом для встановлення конкретних способів корекції процесів відновного міогістогенезу на фоні хронічної гіперглікемії. Одержані наукові результати частково використані при виконанні науково-господарчих договорів. Подано заявку на конкурс проектів для медичних університетів та факультетів за підтримки посольства Чеської Республіки в Україні.

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 4 статті у фахових наукових виданнях та 3 статті у журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

**НДР «Термостабільні металеві спіні-клапани для реалізації спінових каналів в компонентах гнучкої сенсорної електроніки», № 0117U003925.** Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Чешко І. В.

Обсяг фінансування за повний період: 1930,6 тис. грн., зокрема на 2019 рік – 657,3 тис. грн.

При виконанні НДР були отримані наступні **нові результати**:

1. За результатами експериментальних досліджень магніторезистивних та магнітооптичних властивостей було показано, що металеві плівкові системи спінівентильного типу на основі Fe, Co, та Au, Cu, Ru доцільно модифікувати, використовуючи мультишар  $[\text{Co}/\text{Cu}]_n$  або  $[\text{Fe}/\text{Au}]_n$ . Встановлено, що дана модифікація призводить до підвищення швидкості перемикавання з одного магнітного стану в інший, збільшує величину магнітоопору до максимальних значень  $MO \approx 0,5 \%$ , зменшує магнітну чутливість до значень  $S_B = (0,1 \div 0,2) \times 10^{-2} \%$ /(мТл) та сприяє температурній стабільності роботи всієї наносистеми.

2. Встановлені розмірні залежності магнітоопору для функціональних елементів гнучкої електроніки на основі тонких плівок Fe, Co, Au, Cu, Ru та магнітних наночастинок різних конфігурацій та показана їх кореляція з структурно-фазовим станом, особливостями протікання дифузії в інтервалі температур 300÷900 К .

3. Показано, що запропоновані конфігурації гнучких функціональних елементів у вигляді багатошарових металевих плівкових систем спін-клапанного типу на основі Co і Cu, Fe і Au та Co і Ru мають стабільні тензорезистивні властивості та для них характерні значення коефіцієнта повздовжньої тензочутливості  $\gamma_l$  що лежать в інтервалі від 3 до 9 одиниць. Для цього була здійснена розробка інформаційної системи контролю стабільності тензорезистивних властивостей на згин металевих багатошарових плівкових елементів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Отримані у роботі нові наукові результати були використані для прикладної розробки функціонального металевого елемента гнучкої електроніки спін-клапанного типу на основі мультишарів, на яку був отриманий патент. Ця розробка може бути використана для створення нової та вдосконалення існуючої компонентної бази функціональних елементів спітроніки та сенсорної наноелектроніки. У процесі виконання поставлених завдань була розроблена інформаційна система контролю стабільності тензорезистивних властивостей плівкових металевих систем, що дає змогу тестувати функціональні елементи в процесі їх розробки. Результати частково впроваджено у навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін «Фізичні основи електроніки» та «Функціональна електроніка».

**Оприлюднення результатів.** За результатами НДР опубліковано 7 статей і 2 розділи монографій у виданнях, що індексується БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

### III. Розробки, які впроваджено у 2019 році за межами ЗВО

№	Назва та автори розробки	Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Дата акту впровадження	Практичні результати, які отримано університетом від впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо)
1	Оптимізація структури і фазового складу сполук $Sn_xS_y$ та $Zn_{1-x}Mg_xO$ для плівкових сонячних елементів третього покоління. Опанасюк А.С.	Оптимізована структура плівкових сонячних елементів	Міністерство освіти і науки України, м. Київ, просп. Перемоги, 10	24.12. 2019	Договір № М/36-2019, обсяг – 100,0 тис. грн.
2	Розроблення технічної документації на установку іонно-плазмового азотування. Погребняк О.Д.	Розроблена робоча документація установки азотування	ТОВ «НВП «Машбурсервіс», м. Суми, вул. Машинобудівників, буд. 1	Робота продовжується	Господарський договір № 52.22-2019.СП/01, обсяг – 210,0 тис.грн.
3	Дослідження ефективності очищення стічних вод на очисних спорудах. Лазненко Д.О.	Результати гідробіологічних досліджень параметрів стічних вод у біоставках	Швейцарський центр ресурсів та консультацій з питань розвитку, Україна, Швейцарія	20.12. 2019	Господарський договір № 51.16-2019.СП/42, обсяг – 17,0 тис. грн.
4	Розроблення оцінки впливу на навколишнє середовище проекту реконструкції очисних споруд. Васькін Р.А.	Нові дані щодо впливу реконструкції очисних споруд на екологічний стан довкілля с.Юнаківки	ФОП Ярем С.В., Сумська область, с. Юнаківка, вул. Суджанська, буд 21	31.10. 2019	Господарський договір № 51.16-2019.СП/104, обсяг – 23,0 тис. грн.
5	Розробка прогресивної технології, механічної обробки та випробування запасних частин компресорів. Папченко А.А.	Прогресивна технологія механічної обробки деталей	ТОВ "Ексцентрик", м. Суми, вул. Охтирська, буд. 19/3	Робота продовжується	Господарський договір № 51.17-2019.СП/16, обсяг – 1804,1 тис. грн.

№	Назва та автори розробки	Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Дата акту впровадження	Практичні результати, які отримано університетом від впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо)
6	Першопринципний підхід та розробка нових надтвердих нанокompозитних покриттів. Погребняк О.Д.	Параметри технологічного процесу отримання надтвердих нанокompозитних покриттів	Український науково-технологічний центр, м. Київ (Європейський комітет)	Робота продовжується	Договір № 6372, обсяг – 3,1 тис. грн.
7	Розроблення та виготовлення дослідно-промислового зразка багатофункціонального теплогенеруючого агрегату ТГА-2. Папченко А.А.	Дослідно-промисловий зразок агрегату для отримання кормосумішів	ПП Агрофірма "Зірка", Кіровоградська область, Новоукраїнський район, с. Сотницька балка	10.12. 2019	Господарський договір № 51.17-2019.СП/26, обсяг – 62,5 тис.грн.
8	Виготовлення за власно розробленою прогресивною технологією підсилювачів вібратора ТЕСН 999005.029 Склабінський В.І.	Дослідно-промисловий зразок підсилювача вібратора	ПАТ «Азот» м. Черкаси, вул. Героїв Холодного яру, буд. 72	11.09. 2019	Господарський договір № 401-411, обсяг – 216,0 тис.грн.
9	Розроблення універсальних алгоритмів управління роботизованою ділянкою завантаження – вивантаження деталей в токарні верстати Криворучко Д.В.	Нові алгоритми управління роботизованою виробничою ділянкою	ТОВ "Центр технологічних ініціатив", м. Суми, вул. Тополянська, 24	27.12. 2019	Господарський договір № 51.20-2018.СП/02, обсяг – 105,0 тис.грн.
10	Розроблення дослідного зразка гранул модифікованого полікарбонату модифікованого вуглецевими нанотрубками. Марченко С.В.	Дослідні зразки гранул модифікованого вуглецевими нанотрубками полікарбонату	TEAM–TRADE s.r.o., Чехія	01.10. 2019	Господарський договір № 51.19-2019/01, обсяг –40,9 тис.грн.

№	Назва та автори розробки	Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Дата акту впровадження	Практичні результати, які отримано університетом від впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо)
11	Розробка прогнозу економічного і соціального розвитку Тростянецького району на середньостроковий період. Васильєва Т.А.	Прогнозні показники розвитку Тростянецького району на середньостроковий період	Тростянецька РДА, м. Тростянець, вул. Благовіщенська, буд. 3	15.03.2019	Господарський договір № 7/11, обсяг – 117,0 тис.грн.
12	Розробка наукового висновку "Економічне обґрунтування щодо штучного створення обмеження подальшого сталого розвитку населених пунктів встановленням при розробленні його генеральних планів, планів зонування та детальних планів території максимально допустимої висоти житлової забудови від існуючих чисельності населення та класифікації. Люльов О.В.	Нові дані щодо економічного обґрунтування негативного впливу норм законодавства	ФО Гец І.В., м. Суми	31.08.2019	Господарський договір № 53.00-2019.СП/01, обсяг – 50,0 тис.грн.
13	Оптимізація виробничого циклу виготовлення деталей складної форми з	Рекомендації щодо оптимізації виробництва деталей	Міністерство освіти і науки України, м. Київ, просп. Перемоги, 10	24.12.2019	Договір № Ф82/215-2019, обсяг – 60,0 тис. грн.

№	Назва та автори розробки	Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Дата акту впровадження	Практичні результати, які отримано університетом від впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо)
	використанням модульної технологічної оснастки. Дегтярьов І.М.				
14	Технологічне забезпечення точності циліндричних отворів авіаційних компонентів у складі пакетів вуглепластик/титановий сплав, шляхом зниження впливу вібрацій різального інструменту при свердлінні. Колесник В.М.	Математичні моделі визначення точності для виготовлення отворів у складі пакетів вуглепластик/тита новий сплав в залежності від режиму різання	Міністерство освіти і науки України, м. Київ, просп. Перемоги, 10	24.12.2019	Договір № Ф82/182-2019, обсяг – 60,0 тис. грн.
15	Розроблення та вдосконалення методики підготовки спортсменів національних збірних команд України щодо участі в Олімпійських іграх, Юнацьких олімпійських іграх та інших міжнародних змаганнях за темою "Вдосконалення медичного забезпечення підготовки спортсменів» Атаман Ю.О.	Нова методика підготовки спортсменів-олімпійців	ГО "Національний олімпійський комітет", м. Київ, вул. Хорива, 39-41	18.12.2019	Договір № 2019/08/12-1, обсяг – 150,0 тис.грн.



№	Назва та автори розробки	Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Дата акту впровадження	Практичні результати, які отримано університетом від впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо)
16	Розробка наноструктурної поверхні для виробництва зубних імплантів". Погорелов М.В.	Нові підходи до отримання структурованої поверхні дентальних імплантів	EUROPEAN COMMISSION Research Executive Agency	Робота продовжується	Грант № 777926 за програмою Горизонт 2020 "NanoSurf.", обсяг – 1787,5 тис. грн.
17	In vitro дослідження біологічної активності титану після модифікації поверхні з використанням процесу РЕО. Погорелов М.В.	Нові результати біологічної активності покриттів дентальних імплантів	Сілезький технологічний університет, Польща	30.04. 2019	Договір № ZP/008857/18, обсяг – 630,0 тис. грн.
18	Розроблення схеми теплопостачання міста Суми. Сотник М.І.	Нова схема теплопостачання м.Суми	Департамент інфраструктури міста Суми, м Суми, вул. Горького, 21	31.10. 2019	Договір № 422-б, обсяг – 198,7 тис. грн.
19	Дослідження та розроблення шляхів вдосконалення структури та рівня зайнятості населення працездатних територій Сумської області. Світайло Н.Д.	Нові дані щодо рівня зайнятості населення Сумської області	Департамент соціального захисту населення СОДА, м. Суми, пров. 9-го Травня , 2	28.12 2019	Договір № 129, 85 обсяг – 1116,9 тис.грн.
20	Розробка проекту тимчасової настанови з бойового застосування мобільного мінометного комплексу. Ляпа М.М.	Нова настанова з бойового застосування мобільного мінометного комплексу	ДП «Укроборонсервіс», м. Київ, вул. Росошанська, буд. 3А	12.03. 2019	Договір № 35.00-02.18.СП/ Д29-2.1.1/452, обсяг – 25,0 тис. грн.
21	Розроблення та виготовлення дослідного зразка сульфату калію, за власною лабора-	Лабораторна методика виготовлення гранульованого сульфату калію та	TEAM-TRADE s.r.o., Чехія	10.07. 2019	Договір № 15.01.09-2019/22, обсяг – 350,4 тис. грн

№	Назва та автори розробки	Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Дата акту впровадження	Практичні результати, які отримано університетом від впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо)
	торною методикою відповідно до технічних характеристик товарного сульфату калію. Вакал С.В.	дослідження структури гранул			
22	Розробка блок-схеми виробництва гранульованого суперфосфату з єгипетських фосфоритів та визначення параметрів основного обладнання. Вакал С.В.	Нова блок-схема технологічного процесу	ТОВ "Ченко-Буд", М. Харків, вул. Плеханівська, буд. 126/1	21.02.2019	Господарський договір № 62-18, обсяг –30,0 тис.грн
23	Розробка автоматизованої програми диференційної діагностики новоутворень молочної залози Романюк А.М.	Нова методика діагностики	Міністерство освіти і науки України, м. Київ, просп. Перемоги, 10	24.12.2019	Договір № М/115-2019, обсяг – 90,0 тис. грн.
24	Розробка прототипу автоматизованого модулю фінансового моніторингу діяльності економічних агентів для протидії легалізації кримінальних доходів. Кузьменко О.В.	Прототип автоматизованого модуля фінансового моніторингу	Міністерство освіти і науки України, м. Київ, просп. Перемоги, 10	24.12.2019	Договір № Ф84/180-2019, обсяг – 150,0 тис. грн.
25	Розробка автономної станції екологічного моніторингу Закусило Р.В..	Програмне забезпечення станції екологічного моніторингу	Управління житлово-комунального господарства Шосткінської міської ради, м. Шостка, вул. Садовий бульвар, 8	28.12.2019	Договір 80.13-2019.СП/03, обсяг – 27,0 тис. грн.

**IV. Список наукових статей, опублікованих та прийнятих редакцією до друку у 2019 році у зарубіжних виданнях, які мають імпакт фактор**

№ з/п	Автори	Назва роботи	Назва видання, де опубліковано роботу	Том, номер (випуск, перша-остання сторінки роботи)
1	2	3	4	5
<b>Опубліковані статті у виданнях, які одночасно індексуються БД Scopus та Web of Science Core Collection</b>				
1	Maksakova, O.V. Simoës, S. Pogrebnyak, A.D. Bondar, O.V. Kravchenko, Y.O. et al	Multilayered ZrN/CrN coatings with enhanced thermal and mechanical properties	Journal of Alloys and Compounds	776, pp. 679-690
2	Vorobiov, S. Tomasova, D. Girman, V. You, H. et al.	Optimization of the magnetocaloric effect in arrays of Ni <sub>3</sub> Pt nanomagnets	Materials Letters	211, pp. 316-318
3	Denisov, S.I. Bystrik, Y.S.	Statistics of bounded processes driven by Poisson white noise	Physica A: Statistical Mechanics and its Applications	515, pp. 38-46
4	Khokhlov, D.L.	Two-slit experiment with two screens	Optik	179, pp. 557-559
5	Lyutyi, T.V. Hryshko, O.M. Yakovenko, M.Y.	Uniform and nonuniform precession of a nanoparticle with finite anisotropy in a liquid: Opportunities and limitations for magnetic fluid hyperthermia	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	473, pp. 198-204
6	Shpetnyi, I.O. Kondrakhova, D.M. Vorobiov, S.I. Protsenko, I.Y. et al.	The structural-phase state and magnetoresistive properties of thin film alloys obtained by co-evaporated Cu and Co	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	474, pp. 624-631
7	Pogrebnyak, A. Sukhodub, L. Sukhodub, L. Bondar, O. Kumeda, M. et al.	Composite material with nanoscale architecture based on bioapatite, sodium alginate and ZnO microparticles	Ceramics International	45(6), pp. 7504-7514
8	Shkurdoda, Y.O. Basov, A.G. Chornous, A.M. Shabelnyk, Y.M. et al.	The giant magnetoresistance effect in Co/Cu/Co three-layer films	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	477, pp. 88-91

9	Knyaz, I. A.	Directed Transport in Symmetrically Periodic Potentials Induced by Cross-Correlation among Colored Gaussian Noises	International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation	20(2), pp. 105-114
10	Viter, R. Savchuk, M. Starodub, N. Balevicius, Z. Tumenas, S. et al.	Photoluminescence immunosensor based on bovine leukemia virus proteins immobilized on the ZnO nanorods	Sensors and Actuators, B: Chemical	285, pp. 601-606
11	Borysiuk, V. Mochalin, V.N.	Thermal stability of two-dimensional titanium carbides Tin +1Cn (MXenes) from classical molecular dynamics simulations	MRS Communications	2019, pp. 1-6
12	Dvornichenko, A.V. Kharchenko, D.O. Lysenko, I.O. Kharchenko, V.O.	Islands growth control in adsorptive multilayer plasma-condensate systems	Journal of Crystal Growth	514, pp. 1-7
13	Pogrebnyak, A. Smyrnova, K. Bondar, O.	Nanocomposite multilayer binary nitride coatings based on transition and refractory metals: Structure and properties	Coatings	9(3), 155
14	Kharchenko, V.O. Dvornichenko, A.V.	Nano-structured thin films growth in stochastic plasma-condensate systems	European Physical Journal B	92(3), 57
15	Odnodvoretz, L.V. Protsenko, S.I. Shumakova, M. Tkach, O.P. et al.	Electrophysical properties of granular film alloys	Vacuum	164, pp. 165-169
16	Nepijko, S.A. Cheshko, I.V. Shabelnyk, Y.M. Protsenko, I.Y. et al.	Matching emission centers of electrons and photons in current-carrying silver nanoparticle films	Applied Optics	58(9), pp. 2382-2384
17	Vynnychenko, I. Rini, B.I. Plimack, E.R. Stus, V. Gafanov, R. et al.	Pembrolizumab plus axitinib versus sunitinib for advanced renal-cell carcinoma	New England Journal of Medicine	380(12), pp. 1116-1127
18	Denisov, S.I. Bystrik, Y.S.	Exact stationary solutions of the Kolmogorov–Feller equation in a bounded domain	Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	74, pp. 248-259

19	Tamashevski, A. Harmaza, Y. Viter, R. Jevdokimovs, D. et al.	Zinc oxide nanorod based immunosensing platform for the determination of human leukemic cells	Talanta	200, pp. 378-386
20	Vasylieva, T. Lyulyov, O. Pimonenko, T. Pavlyk, A. et al.	Linking between renewable energy, CO <sub>2</sub> emissions, and economic growth: Challenges for candidates and potential candidates for the EU membership	Sustainability (Switzerland)	11(6), 1528
21	Protsenko, I.Y. Odnodvoretz, L.V. Tyschenko, K. Cheshko, I.V. et al.	Strain effect in film materials Ni X Fe 1-X /S	Vacuum	165, pp. 113-117
22	Caporale, G.M. Gil-Alana, L. Plastun, A.	Long memory and data frequency in financial markets	Journal of Statistical Computation and Simulation	89(10), pp. 1763-1779
23	Plastun, A. Sibande, X. Gupta, R. Wohar, M.E.	Rise and fall of calendar anomalies over a century	North American Journal of Economics and Finance	49, pp. 181-205
24	Kravchenko, Y.O. Maksakova, O.V. Natalich, B.V. Dvornichenko, A.V. et al.	Experimental and numerical study of multicomponent nitride coatings based on TiAlSiY fabricated by CA-PVD method	Materials Research Express	6(6), 066406
25	Trigub, R.M.	Chebyshev Polynomials and Integer Coefficients	Mathematical Notes	105(1-2), pp. 291-300
26	Pazukha, I.M. Shuliarenko, D.O. Pylypenko, O.V. Odnodvoretz, L.V.	Concentration and heat treatment effects on magnetoresistive properties of Ag-added Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub> film systems	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	485, pp. 89-94
27	Shamardin, A. Kurbatov, D. Medvids, A.	Effect of deposition temperature on the growth mechanism of chemically prepared CZTGeS thin films	Surface and Interface Analysis	51(7), pp. 733-742
28	Lyashenko, I.A.	Dynamic Model of Elastoplastic Normal Collision of a Spherical Particle with a Half-Space with Allowance for Adhesion Interaction in a Contact Zone	Physics of the Solid State	61(2), pp. 163-173
29	Sukhodub, L.F. Sukhodub, L.B. Simka, W.	Hydroxyapatite and brushite coatings on plasma electrolytic oxidized Ti6Al4V	Materials Letters	250, pp. 163-166

	Kumeda, M.	alloys obtained by the thermal substrate deposition method		
30	Voitenko, Y.I. Zakusylo, R.V. Wojewódka, A.T. Gontar, P.A. et al.	New functional materials in mechanical engineering and geology	Central European Journal of Energetic Materials	16(1), pp. 135-149
31	Pazukha, I.M. Shkurdoda, Y.O. Chornous, A.M. Dekhtyaruk, L.V.	Magnetic and magnetoresistive properties of nanocomposites based on Co and SiO	International Journal of Modern Physics B	33(12), 1950113
32	Lyashenko, I.A. Popov, V.L.	Transition between Modes of Adhesion and Sliding Friction in Contacts of Axially Symmetric Bodies	Journal of Friction and Wear	40(1), pp. 39-45
33	Pogorenko, Y.V. Pshenychnyi, R.M. Omelchuk, A.O. Trachevskiy, V.V.	Conductivity of aliovalent substitution solid solutions $Pb_{1-x}R_xSnF_{4+x}$ (R = Y, La, Ce, Nd, Sm, Gd) with $\beta$ - $PbSnF_4$ structure	Solid State Ionics	338, pp. 80-86
34	Kubatko, O.V. Kubatko, O.V.	Economic estimations of air pollution health nexus	Environment, Development and Sustainability	21(3), pp. 1507-1517
35	Lytvynenko, A. Yukhymenko, M. Pavlenko, I. Pitel, J et al.	Ensuring the reliability of pneumatic classification process for granular material in a rhomb-shaped apparatus	Applied Sciences (Switzerland)	9(8), 1604
36	Shamardin, A. Kurbatov, D. Grase, L. Vecstaudža, J. et al.	Quality improvement of CZTS thin films deposited by spray pyrolysis method using pulsed Nd: YAG laser irradiation	Applied Surface Science	488, pp. 827-835
37	Li, Q. Pohrt, R. Lyashenko, I.A. Popov, V.L.	Boundary element method for nonadhesive and adhesive contacts of a coated elastic half-space	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology	234(1), pp. 73-83
38	Mikhalev, A.D. Dyadyura, K.A. Lebedinskyi, I. Bratushka, S.N. Kravchenko, Y.O.	Structure, morphology, and elemental-phase composition of j02002 steel as a result of electrolytic-plasma processing	High Temperature Material Processes	23(1), pp. 25-36
39	Vynnychenko, I. Mok, T.S.K. Wu, Y.-L. Kudaba, I. et al.	Pembrolizumab versus chemotherapy for previously untreated, PD-L1-expressing, locally advanced or metastatic non-small-cell	Lancet	393(10183), pp. 1819-1830

		lung cancer (KEYNOTE-042): a randomised, open-label, controlled, phase 3 trial		
40	Dobrozhan, O. Baláž, P. Hegedus, M. Baláž, M. et al.	Photovoltaic materials: Cu <sub>2</sub> ZnSnS <sub>4</sub> (CZTS) nanocrystals synthesized via industrially scalable, green, one-step mechanochemical process	Progress in Photovoltaics: Research and Applications	27(9), pp. 798-811
41	Dobrozhan, O. Diachenko, O. Kolesnyk, M. Stepanenko, A. et al.	Morphological, structural and optical properties of Mg-doped ZnO nanocrystals synthesized using polyol process	Materials Science in Semiconductor Processing	102, 04595
42	Diahovchenko, I. Volokhin, V. Kurochkina, V. Špes, M. et al.	Effect of harmonic distortion on electric energy meters of different metrological principles	Frontiers in Energy	13(2), pp. 377-385
43	Sukhodub, L.B Sukhodub, L.F. Kumeda, M.O. Prylutska, S.V. et al.	C60 fullerene loaded hydroxyapatite-chitosan beads as a promising system for prolonged drug release	Carbohydrate Polymers	223, 115067
44	Gnilitskyi, I. Pogorielov, M. Viter, R. Oleshko, O. et al.	Cell and tissue response to nanotextured Ti6Al4V and Zr implants using high-speed femtosecond laser-induced periodic surface structures	Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine	21, 102036
45	Radwan-Pragłowska, J. Piatkowski, M. Deineka, V. Janus, Ł. et al.	Chitosan-based bioactive hemostatic agents with antibacterial properties— synthesis and characterization	Molecules	24(14), 2629
46	Bilan, Y. Brychko, M. Buriak, A. Vasilyeva, T.	Financial, business and trust cycles: The issues of synchronization [Ciklusi financiranja, poslovanja i povjerenja: pitanja za sinkronizaciju]	Zbornik Radova Ekonomskog Fakultet au Rijeci	37(1), pp. 113-138
47	Turlybekuly, A Pogrebnjak, A.D. Sukhodub, L.F. Sukhodub, L.B. et al.	Synthesis, characterization, in vitro biocompatibility and antibacterial properties study of nanocomposite materials based on hydroxyapatite-biphasic ZnO micro- and nanoparticles embedded in Alginate matrix	Materials Science and Engineering C	104, 109965
48	Kalosi, A Demydenko, M Bodik, M	Tailored Langmuir-Schaefer Deposition of Few-Layer MoS <sub>2</sub> Nanosheet Films for	Langmuir	35(30), pp. 9802-9808

	Hagara, J et al.	Electronic Applications		
49	Khomenko, A. Troshchenko, D. Metlov, L.	Effect of stochastic processes on structure formation in nanocrystalline materials under severe plastic deformation	Physical Review E	100(2), 022110
50	Lyashenko, I.A. Borysiuk, V.N. Popov, V.L.	Dynamical model of asymmetric actuator of directional motion	Meccanica	54(10), pp. 1681-1687
51	Vasylieva, T. Lyulyov, O. Bilan, Y. Streimikiene, D.	Sustainable economic development and greenhouse gas emissions: The dynamic impact of renewable energy consumption, GDP, and corruption	Energies	12(17), 3289
52	Khovanskyi, S. Pavlenko, I. Pitel, J. Mizakova, J. et al.	Solving the coupled aerodynamic and thermal problem for modeling the air distribution devices with perforated plates	Energies	12(18), 3488
53	Psarova, V. Kyrychenko, N. Shalimova, A. Fadieienko, G. et al.	The role of genetic polymorphism in the formation of arterial hypertension, type 2 diabetes and their comorbidity	Current Pharmaceutical Design	25(3), pp. 218-227
54	Maksakova, OV Pogrebnyak, AD Yerbolatova, G Beresnev, VM et al.	Triple sandwich design of multilayered (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) hard coating with nanoscale architecture: Microstructure and composition	Materials Research Express	6(10), 106438
55	Khomenko, Alexei Zakharov, Miroslav Persson, Bo N. J	Frictional Anisotropy of Al, Pt, and Pd Nanoparticles on a Graphene Substrate	Tribology Letters	67(4), 113
56	Lyutyy, T.V. Denisov, S.I. Hänggi, P.	Dissipation-induced rotation of suspended ferromagnetic nanoparticles	Physical Review B	100(13), 134403
57	Panda, A. Nahorny, V. Pandová, I. Harničárová, M. et al.	Development of the method for predicting the resource of mechanical systems	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	105(1-4), pp. 1563-1571
58	Lyashenko, I.A. Popov, V.L.	Theoretical Estimation of The Influence of Plastic Deformation on Average Coefficient of Friction in the Process of Nanostructuring Burnishing of Metal Samples	Journal of Friction and Wear	40(5), pp. 384-391
59	Mishchenko, O. Filatova, V.	Chemical and structural characterization of sandblasted surface of dental implant	Coatings	9(4), 223



	Deineka, V. Pogorielov, M. et al.	using ZrO <sub>2</sub> particle with different shape		
60	Trigub, R.M.	On the Approximation of Functions by Polynomials and Entire Functions of Exponential Type	Ukrainian Mathematical Journal	71(2), pp. 333-341
61	Kovalenko, O. Kondratenko, P. Lopatkin, Y.	A computational investigation of molecular switch based on the spiropyran molecule	Physica Scripta	94(10), 105401
62	Caporale, G.M. Plastun, A.	The day of the week effect in the cryptocurrency market	Finance Research Letters	31, pp. 258-269
63	Lyeonov, S. Pimonenko, T. Bilan, Y. Štreimikiene, D. et al.	Assessment of green investments' impact on sustainable development: Linking gross domestic product per capita, greenhouse gas emissions and renewable energy	Energies	12(20), 3891
64	Sklabinskyi, V Artyukhov, A Kononenko, M Krmela, J	Decay of the melt stream during dispersion in granulation devices	Hemijska Industrija	73(5), pp. 295-310
65	Caporale, G.M. Plastun, A.	On stock price overreactions: frequency, seasonality and information content	Journal of Applied Economics	22(1), pp. 602-621
66	Oleshko, O. Deineka, V.V. Husak, Y. Korniienko, V. et al.	Ag nanoparticle-decorated oxide coatings formed via plasma electrolytic oxidation on ZrNb alloy	Materials	12(22), 3742
67	Maksakova, O.V. Pogrebnyak, A.D. Beresnev, V.M. Plotnikov, S.V. et al.	High-temperature in situ DSC studies of multilayer ZrN/CrN coatings obtained by CA-PVD	High Temperature Material Processes	23(3), pp. 221-237
68	Chumachenko, Y.D. Harbuzova, V.Y. Ataman, A.V.	Association study between BGLAP Gene Hind III polymorphism and type 2 diabetes mellitus development in Ukrainian population	Journal of Diabetes Research	2019, 9302636
69	Plyatsuk, L. Balintova, M. Chernysh, Y. Demcak, S. et al.	Influence of phosphogypsum dump on the soil ecosystem in the sumy region (Ukraine)	Applied Sciences (Switzerland)	9(24), 5559
<b>Опубліковані статті у виданнях, які індексуються БД Web of Science Core Collection</b>				
1	Pavlenko, I	Study on Interfacial Surface	Processes	7(8), 532

	Ochowiak, M Wlodarczak, S et al.	in Modified Spray Tower		
2	Piddubna, A Vasylyev, M Davtyan, H Denisiuk, O et al.	Anxiety, depression, and quality of life among HIV positive injection drug users in Ukraine, 2017	Journal of Infection in Developing Countries	13(7), pp. 111S-117S
3	Vynnychenko, L Demokhova, N Sluzhynska, M Sluzhynska, O et al.	Linagliptin Effects on Heart Failure and Related Outcomes in Individuals With Type 2 Diabetes Mellitus at High Cardiovascular and Renal Risk in CARMELINA	Circulation	139(3), pp. 351-361
4	Vynnychenko, L Demokhova, N Coles, A Rosenstock, J Perkovic, V et al.	Effect of Linagliptin vs Placebo on Major Cardiovascular Events in Adults With Type 2 Diabetes and High Cardiovascular and Renal Risk The CARMELINA Randomized Clinical Trial	Jama-Journal of the American Medical Association	321(1), pp. 69-79
5	Vynnychenko, L Paz-Ares, Luis Dvorkin, Mikhail Chen, Yuanbin et al.	Durvalumab plus platinum-etoposide versus platinum-etoposide in first-line treatment of extensive-stage small-cell lung cancer (CASPIAN): a randomised, controlled, open-label, phase 3 trial	Lancet	394(10212), pp. 1929-1939
<b>Статті, які прийняті редакціями до друку</b>				
1	Gritsenko, V.G. Lazarenko, A.D. Lyubchenko, K.Y. Martsinkovskii, V.S. Tarel'nik, V.B.	Increasing the Life of the Slider Bearings of the Turbines of High-Speed Compressors	Chemical and Petroleum Engineering	Стаття у друці
2	Kalashnikov, V. Kalashnykova, N. Flores-Muñiz, J.G.	Special Issue on Variational Inequalities: Consistent Conjectural Variations Coincide with the Nash Solution in the Meta-Model	Networks and Spatial Economics	Стаття у друці
3	Ivanov, V. Pavlenko, I. Liaposhchenko, O. Gusak, O. Pavlenko, V.	Determination of contact points between workpiece and fixture elements as a tool for augmented reality in fixture design	Wireless Networks	Стаття у друці
4	Perekrestov, V. Latyshev, V. Kornushchenko, A.	Formation, Charge Transfer, Structural and Morphological Characteristics of ZnO Fractal-Percolation	Journal of Electronic Materials	Стаття у друці

	Kosminska, Y.	Nanosystems		
5	Ivanov, V. Pavlenko, I. Liaposhchenko, O. Gusak, O. Pavlenko, V.	Determination of contact points between workpiece and fixture elements as a tool for augmented reality in fixture design	Wireless Networks	Стаття у друці
6	Kharchenko, V.O. Dvornichenko, A.V. Zhylenko, T.I.	Nano-sized islands growth control in plasma-condensate devices	Applied Nanoscience (Switzerland)	Стаття у друці
7	Kalashnikov, V. Kalashnykova, N. Flores-Muñiz, J.G.	Special Issue on Variational Inequalities: Consistent Conjectural Variations Coincide with the Nash Solution in the Meta-Model	Networks and Spatial Economics	Стаття у друці
8	Pazukha, I.M. Koloskova, O.A. Protsenko, I.Y.	Peculiarities of Magnetoresistive Properties of Co/Ag/Py Pseudo Spin Valves Under Heat Treatment	Journal of Superconductivity and Novel Magnetism	Стаття у друці
9	Viter, R. Nada, A.A. El Rouby, W.M.A. Bekheet, M.F. et al.	Highly textured boron/nitrogen co-doped TiO <sub>2</sub> with honeycomb structure showing enhanced visible-light photoelectrocatalytic activity	Applied Surface Science	Стаття у друці, 144419
10	Yefremenko, V. Zhang, J. Lisovenko, M. Barry, P. et al.	Synthesis and Characterization of Mo–Nb Films Superconducting at 100–200 mK	Journal of Low Temperature Physics	Стаття у друці
11	Buranich, V.V. Pogrebnyak, A.D. Zhurerova, L.G. Rakhadilov, B.K. et al.	Effect of the PEN/C surface layer modification on the microstructure, mechanical and tribological properties of the 30CrMnSiA mild-carbon steel	Journal of Materials Research and Technology	Стаття у друці
12	Viter, R. Kunene, K. Genys, P. Jevdokimovs, D. et al.	Photoelectrochemical Bisphenol S Sensor Based on ZnO-Nanorods Modified by Molecularly Imprinted	Macromolecular Chemistry and Physics	Стаття у друці, 1900232
13	Pogrebnyak, A.D. Kong, C.-H. Webster, R.F. Tilley, R.D. et al.	Antibacterial Effect of Au Implantation in Ductile Nanocomposite Multilayer (TiAlSiY)N/CrN Coatings	ACS Applied Materials and Interfaces	Стаття у друці
14	Baitimirova, M. Andzane, J. Viter, R. Fraisie, B. et al.	Improved Crystalline Structure and Enhanced Photoluminescence of ZnO Nanolayers in Bi <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> /ZnO	Journal of Physical Chemistry C	Стаття у друці

## V. Відомості про науково-дослідну роботу та інноваційну діяльність студентів, молодих вчених, у тому числі про діяльність Ради молодих вчених та інших молодіжних структур

В університеті відповідно Закону України «Про вищу освіту» діє Наукове товариство студентів (слухачів), аспірантів, докторантів і молодих вчених (далі – НТСА). У теперішній час воно об'єднує близько 2,5 тис. осіб. Правління НТСА виконує функцію Ради молодих вчених університету. Одним з головних завдань НТСА є захист прав та інтересів молодих вчених, які навчаються або працюють в університеті. Правління НТСА займається розробкою нормативних документів, які направлені на забезпечення та стимулювання наукової діяльності студентів, аспірантів та молодих вчених. Воно проводить заходи інформаційного характеру щодо популяризації наукової діяльності, зокрема такі як студентська конференція «Перший крок в науку», футквестів, тренінгів тощо та супроводжує реалізацію **Цільової комплексної програми «Організація наукової роботи студентів в органічному поєднанні з навчальним процесом на 2019–2022 роки»**, яка була розроблена у новій редакції у звітному році, та організацію участі студентів СумДУ конкурсах і олімпіадах. У **Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт** за кількістю призових місць СумДУ має **найвищий** показник, а за кількістю призових місць у **Всеукраїнській олімпіаді з навчальних дисциплін, напрямів підготовки, спеціальностей** знаходиться у лідерах серед вишів України.

У 2018 р в рамках грантів НТСА здійснювалась фінансова підтримка наукових досліджень та прикладних розробок тринадцяти (2018 – дванадцяти) колективів молодих вчених, аспірантів і студентів та проведено черговий конкурс.

Кількість студентів, які беруть участь у наукових дослідженнях, та молодих вчених наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Окремі статистичні дані про наукову роботу студентів і молодих вчених

Рік	Кількість студентів, які беруть участь у наукових дослідженнях та відсоток від загальної кількості студентів	Кількість молодих вчених, які працюють у СумДУ	Відсоток молодих вчених, які залишаються у СумДУ після закінчення аспірантури
2015	1901 (28,2%)	522	68 %
2016	2376 (27%)	590	38 %
2017	2416 (27,2%)	492	45 %
2018	2580 (31%)	568	43 %
2019	2475 (31%)	689	45 % (75%*)

Примітка: \*випускників денної аспірантури

В університеті діє ряд положень, які **стимулюють** наукову роботу студентів та молодих вчених, у розробці яких приймало участь правлінням НТСА, зокрема: «Положення про гранти НТСА СумДУ для його членів», «Положення про стимулювання студентів та їх керівників за досягнуті результати у конкурсах студентських наукових робіт та предметних олімпіадах», «Положення про преміювання за досягнення високого рівня оприлюднення результатів наукових досліджень», «Положення про стимулювання роботи із підготовки науково-педагогічних і наукових кадрів» тощо.

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

Наукова інфраструктура СумДУ включає 3 науково-дослідні інститути, 20 наукових центрів, зокрема колективного користування науковим обладнанням, та 37 проблемних науково-дослідних лабораторій. Далі наведено інформацію про найбільш ефективні у звітному році наукові структурні підрозділи.

### ***Центр колективного користування науковим обладнанням медичного інституту***

У 2019 р. у медичному інституті було створено Центр колективного користування науковим обладнанням інституту. До Центру увійшло обладнання, яке протягом 2017–2018 років було придбано за рахунок субрахунку інституту і кафедр, накладних НДЧ, коштів договорів та грантів. У складі центру функціонують лабораторії клітинних культур, бактеріологічна та ІФА лабораторія, а також Регіональний Центр «ЕКОМЕДХІМ». В Центрі працюють 5 штатних наукових співробітників, в тому числі доктор наук, проходять підготовку 4 аспіранти. Оплата праці співробітників здійснюється за рахунок коштів держбюджетних НДР, договірної і грантової тематик, та накладних НДЧ. У 2020 році у Центрі виконувався міжнародних договір із Сілезійською політехнікою, проект в рамках програми HORIZON-2020, 3 держбюджетних НДР. Наукові співробітники, аспіранти та студенти отримали більше 10 індивідуальних грантів на стажування та участь у закордонних конференціях. Упродовж року подано 7 заявок за програмою Горизонт 2020 та 3 проекти на фінансування за кошти державного бюджету. Створення центру дозволило стимулювати розвиток міждисциплінарних досліджень за рахунок тісного співробітництва з 6-ма кафедрами Медичного інституту та 4-ма кафедрами фізичного і хімічного напрямку з інших факультетів. За рік представниками центру опубліковано 14 статей у журналах, які індексуються БД БД Scopus та/або Web of Science Core Collection.

### ***Міжгалузева науково-дослідна лабораторія «Гідродинамічні приводи та установки»***

Основними задачами лабораторії є дослідження робочого процесу насосів динамічного та вільновихрового типу, багатофункціональних роторнодинамічних агрегатів. Отримані прикладні наукові результати використовуються у розробках сучасного енергоефективного гідродинамічного обладнання (насоси СВН, СКМ, АНС, агрегати ТГА, агрегати-гідромлини, агрегати гомогенізатори), які впроваджуються на промислових підприємствах. У 2019 році створено стенд параметричних випробувань, який використовується для визначення параметрів насосів як власного виробництва, так і українських підприємств партнерів. Активно велись роботи щодо створення вискоєфективних клапанів поршневіх компресорів. Дослідні зразки протягом 2019 р. проходили випробування на ПАТ «Укртатнафта». Протягом 2019 р. лабораторією виконано близько 50 господарських договорів на суму понад 11 млн. грн.

### ***Науково-дослідний інститут енергоефективних технологій***

Основне завдання НДІ пов'язане з проведенням комплексних міждисциплінарних наукових досліджень та виконання науково-технічних робіт і проектів з проблем ефективного використання енергії, нетрадиційної та відновлюваної енергетики, впливу традиційної енергетики на довкілля і сталий розвиток, підвищення енергоефективності функціонування насосного обладнання та систем централізованого опалення. Інститутом у 2019 році виконано понад 30 господарчих договорів обсягом майже 1 млн. грн. У 2019 році завершено формування та узгоджено технічне завдання на проектування головного циркуляційного насосу ядерної енергетичної установки морського базування для потреб Китайського інституту ядерної енергії. Розроблено та передано замовникам схеми теплопостачання міста Суми та міста Конотоп, модернізовано функціонуючу у м. Суми автоматизовану систему прогнозування та моніторингу теплоспоживання будівлями, алгоритм та архітектура якої є оригінальною на теренах України. Також за зовнішніми

замовленнями протягом року проводились роботи з енергетичних аудитів систем теплозабезпечення мікрорайонів міста Суми, розроблялись комплексні проектні рішення щодо побудови систем теплозабезпечення будівель нового будівництва з урахуванням екологічних показників та проводилось числове моделювання аеродинамічних процесів повітрообміну на територіях забудов. У рамках держбюджетної НДР виконано попередні роботи щодо створення алгоритму та архітектури оригінальної системи прогнозування і моніторингу електроспоживання закладом освіти.

***Центр колективного користування науковим обладнанням «Лабораторія матеріалознавства геліоенергетичних, сенсорних та наноелектронних систем»***

У 2019 р. розпочав діяльність Центр колективного користування науковим обладнанням «Лабораторія матеріалознавства геліоенергетичних, сенсорних та наноелектронних систем» (далі –ЦКНО «Матеріалознавства»), який був створений у 2018 р. відповідно до наказу МОН України від 02 травня 2018 р. № 444. ЦКНО «Матеріалознавства» розміщений у спеціально капітально відремонтованому приміщенні, з окремо виділеною аналітичною зоною у якій забезпечені необхідні вимоги до мікроклімату і виробничої гігієни. Резервування приладів для дослідження здійснюється в on-line режимі через заповнення google-форми.

Протягом 2019 р. у ЦКНО «Матеріалознавства» виконувались матеріалознавчі дослідження для 12 держбюджетних НДР, двох міжнародних проектів медичного інституту, двох господарчих договорів, які виконуються на факультетах ЕЛІТ та ТеСЕТ. Всього виконано дослідження різними методами більше 900 зразків. Найбільшим попитом користується растровий електронний мікроскоп Inspect S50-B, який придбано у 2018 р. за виділені кошти МОН.

Для потреб ЦКНО «Матеріалознавства» у 2019 р. було придбано за рахунок:

- власних коштів СумДУ: рентгенівський мікроаналізатор з дисперсією за енергіями AZtecOne X-MaxN20 виробника Oxford Instruments вартістю 2,088 млн.грн;
- виділених МОН: раманівський мікроспектрометр inVia Reflex компанії Renishaw plc. (Великобританія) вартістю 1,989 млн.грн.

Крім цього було капітально відремонтовано просвічуючий електронний мікроскоп ПЕМ–125К.

***Науково-дослідний інститут мінеральних добрив і пігментів***

Науково-дослідний інститут мінеральних добрив і пігментів відповідно до наказу МОН України у січні 2019 року увійшов до складу СумДУ і є міжфакультетським структурним підрозділом у складі науково-дослідної частини. Головна мета діяльності Інституту – проведення комплексних міждисциплінарних наукових досліджень з проблем виробництва і застосування мінеральних добрив та неорганічних пігментів, іншої похідної продукції, виконання науково-технічних робіт і проектів з питань виробництва мінеральних добрив та неорганічних пігментів. Інститутом в 2019 році виконано понад 35 господарчих договорів обсягом майже 673 тис. грн., зокрема один з іноземною компанією «Team-Trade» (Чехія) на дослідження процесу грануляції сульфату калію. У кінці 2019 році підписаний і почав виконуватись договір з ТОВ «Михайлівські вогнетриви» про розробку нових видів вогнетривких матеріалів. Крім цього, отримане позитивне рішення КБ «Південне» (м. Дніпро) про замовлення ними у 2020 році НДР «Застосування агрегатів термічної нейтралізації компонентів ракетного палива для утилізації небезпечних відходів в Україні», яка буде виконуватись інститутом спільно з кафедрою прикладної екології.

Представники інституту в 2019 році в складі авторського колективу одержали премію КМУ України за 2018 рік за роботу «Розробка та впровадження інноваційної технології виробництва екологічно чистих агроєфективних мінеральних добрив на базі нових видів фосфатної сировини».

### ***Центр патоморфологічних досліджень***

Центр функціонує на базі кафедри патологічної анатомії та проводить дослідження, які пов'язані з:

- впливом екологічних чинників на розвиток та прогресування онкологічних захворювань;
- механізмами онтогенезу;
- процесами біомінералізації;
- розробкою методів ранньої діагностики злоякісних пухлин.

У 2019 році у центрі виконувалось три дербюджетні НДР, зокрема «Розробка методу діагностики пухлин органів репродуктивної системи з використанням молекул клітинної адгезії раково-ембріонального антигену», та спільний україно-білоруський проект. З метою впровадження методу liquid biopsy для ранньої діагностики злоякісних пухлин, Центр співпрацює з кафедрою хірургії та онкології та лабораторією молекулярно-генетичної діагностики.

Отримані результати реалізуються в наукових розробках з діагностики пухлинних новоутворень. Нові методи діагностики впроваджуються через надання наукових послуг, зокрема Сумському обласному онкологічному диспансеру та ряду приватних клінік. Обсяг господарчих договорів у 2019 році становить понад 500 тис. грн.

Крім того в рамках наукових досліджень Центру реалізується активна міжнародна співпраця через участь в проектах DAAD, ERASMUS+ та спільних досліджень з університетами Швеції, Німеччини, Білорусії, Латвії та Польщі. Щорічно більша частина співробітників Центру приймає участь в міжнародних стажуваннях, конференціях та програмах обміну. Результати досліджень публікуються у провідних виданнях, зокрема Nature Publishing Group.

## **VII. Наукове та науково-технічне співробітництво із закордонними організаціями**

СумДУ системно підходить до питання інтеграції до європейського та світового науково-освітнього простору, що підтверджується поступовим розвитком міжнародного співробітництва з відомими зарубіжними університетами, організаціями, асоціаціями, агентствами, фондами й установами.

Університет є підписантом Великої Болонської Хартії Університетів (м. Болонья, Італія), Таллуарської декларації (Вашингтон, США) та членом найбільш авторитетних академічних асоціацій світу зокрема: Міжнародної асоціації університетів (штаб-квартира у м. Париж, Франція), Європейської асоціації університетів (штаб-квартира у м. Брюссель, Бельгія), Мережі інститутів міжнародної освіти (штаб-квартира у м. Нью-Йорк, США) тощо. Географія міжнародних зв'язків університету охоплює більшість регіонів світу. У теперішній час СумДУ має 267 іноземних партнерів. Детальні дані щодо тематик співробітництва із зарубіжними партнерами (окремо по кожній країні) приведено у таблиці 7.1.

Аспірантами і співробітниками університету у 2019 році було отримано 263 міжнародних індивідуальних грантів від іноземних ЗВО, наукових установ та міжнародних фондів (2016 р. – 179, 2017 р. – 206, 2018 р. - 233). Це дозволило представникам університету взяти участь у міжнародних освітніх програмах і проектах, проходити наукове стажування та підвищити кваліфікацію за кордоном, проводити наукові дослідження у сучасних лабораторіях, а також взяти участь у міжнародних наукових конференціях, семінарах та форумах.

У цілому з метою виконання наукових досліджень, проходження наукового стажування та участі в міжнародних конференціях за кордон у 2019 році виїжджав 131 представник СумДУ (до таких країн як Польща, Словаччина, Німеччина, Швеція, Латвія, США).

У 2019 р. СумДУ став організатором 11 Міжнародних наукових конференцій. Серед яких можна відмітити наступні, матеріали яких та/або рекомендовані доповіді опубліковані у виданнях, які індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection:

– 9-та Міжнародна конференція «Наноматеріали: застосування та властивості» (NAP 2019), в якій прийняли участь 73 закордонних представників, зокрема, із США, Японії, Польщі, Казахстану, Чеської Республіки, Молдови, Словаччини, Білорусії, Франції, Канади, Великобританії, Німеччини, Туреччини, Південної Кореї, Іспанії, Латвії, Литви, Греції, Австралії, Португалії, Швеції, Норвегії;

– Друга Міжнародна конференція «Конструювання, моделювання, виробництво: обмін інноваціями» (International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange) в якій прийняли участь 36 закордонних представників, зокрема, із Австралії, Бельгії, Грузії, Індії, Іспанії, Італії, Китаю, Латвії, Німеччини, Польщі, Португалії, Румунії, Саудівської Аравії, Словаччини, США, Туреччини, Узбекистану.

У 2019 році в СумДУ виконувалось 8 міжнародних наукових грантів. Обсяг виконаних (закритих актами) робіт за міжнародними науковими грантами склав 2,248 млн.грн. (2018 р. – 1,829 млн.грн.), а обсягом надходження коштів 0,456 млн.грн. (2018 р. – 3,62 млн.грн.).

Протягом 2019 року в університеті виконувалось 152 (2018 р. – 142) міжнародних договорів (контрактів) на розробку і виготовлення науково-технічної продукції та проведення досліджень загальним обсягом більше 2 млн. грн. (2018 р. – 3,977 млн. грн.).

У 2019 році продовжується виконання наукового грантового проекту (науковий керівник: Погорелов М.В.) у рамках програми Європейського союзу Horizon 2020 (програма Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange (MSCA-RISE)), що передбачає виконання наукових досліджень із забезпеченням академічних обмінів науковців з країн-партнерів. До складу консорціуму, поряд із СумДУ, увійшли університети Латвії, Великобританії, Італії, а також компанії, які працюють в галузі біотехнологій з Польщі, Чехії та Естонії.

Продовжує активну роботу Національний контактний пункт в рамках програми Horizon



2020 за тематичним напрямком «Здоров'я, демографічні зміни та добро-бут». У рамках основних напрямів його діяльності модернізовано офіційний сайт, продовжено консультування науковців при подачі проектних заявок. Обсяг фінансування НКП від МОН України у 2018 р. склав 94 тис. грн. (2017 р. – 79 тис. грн.).

У 2019 році також продовжувалась системна робота щодо пошуку замовлень на науково-технічну продукцію університету, зокрема на міжнародному рівні. Найбільш значущою подією 2019 року у частині пошуку і укладання договорів із іноземними замовниками стало підписання контракту і відповідного договору комісії з ДК «Укрспецекспорт» на замовлення Нанкінського НДІ електронних технологій (м. Нанкін, КНР) щодо виконання проекту «Розробка методів і алгоритмів радіолокаційного розпізнавання повітряних цілей». Обсяг робіт – 2 млн. дол. США з терміном виконання 30,5 місяців. Роботи будуть виконуватись структурними науковими підрозділами НДЧ і факультету ЕлІТ спільно із Харківським університетом повітряних сил імені Івана Кожедуба за посередництва державного спецекспортера.

У 2019 році проведено низку переговорів проведено низку переговорів з Головним управлінням озброєнь та військової техніки армії КНР, Нанкінським електронно-інженерним інститутом (м. Нанкін), корпорацією «CEIEC International Co., Ltd.» (м. Пекін), НДІ комп'ютерних технологій (м. Шанхай) та Китайським інститутом ядерної енергії (м. Ченду).

У 2019 році започатковано співробітництво з компанією «Team-Trade» (Чехія). Підписано базову угоду про співробітництво та укладені і виконано два контракти на розробку технології і виготовлення дослідної партії гранул полікарбонату, модифікованого вуглецевими нанотрубками та дослідження процесу грануляції сульфату калію.

Інформацію про співробітництво з іноземними закладами вищої освіти ілюструє таблиця 7.1.

Таблиця 7.1 – Тематики співробітництва із зарубіжними партнерами

Країна партнер	Установа - партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
Білорусь	Брестський державний університет імені О.С. Пушкіна	Академічний обмін викладачами; Двосторонній розвиток в сфері області культури, науки та підготовки спеціалістів	Угода про співпрацю 10.01.2016 -2021	Підвищення кваліфікації
Білорусь	Вітебський державний університет ім. П.М. Машерова	Підготовка запитів на спільну розробку наукових проектів, міжнародних грантів, обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 2016-2021 рр.	Підвищення кваліфікації
Болгарія	Варненський вільний університет Чорноризця Храбра	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 2017 -2022 рр.	Підвищення кваліфікації
Болгарія	Медичний університет в	Академічний обмін студентами і	Угода про співпрацю	Спільне виконання міжнародних

Країна партнер	Установа - партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
	м. Плевен	викладачами, обмін інформацією, спільні наукові проекти	18.10.2013 р. – безстроково	грантових проектів в рамках програми ЄС Erasmus+, участь у міжнародній науково-практичній конференції
Великобританія	Університет Бат Спа	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 02.09.2015 р. – 02.09.2020 р.	Спільне виконання міжнародного грантового проекту в рамках програми ЄС Erasmus+, участь у підготовці проектних заявок за грантовою програмою Erasmus+, підвищення кваліфікації
Великобританія	Шеффілдський університет	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 31.03.2014 р. – 31.03.2024 р.	Спільне виконання міжнародного грантового проекту в рамках програми Horizon 2020
Греція	Університет Арістотеля	Академічний обмін студентами, аспірантами і викладачами	Угода про співпрацю 2016 – 2018 рр.	Спільне виконання міжнародного грантового проекту в рамках програми ЄС Erasmus+
Естонія	Університет м. Тарту	Академічний обмін студентами, аспірантами і викладачами	Угода про співпрацю 2016 р. – 2019 р.	Спільне виконання міжнародного грантового проекту в рамках програми ЄС Erasmus+
Італія	Університет Лінк-Кампус	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 15.03.2013 р. – 15.03.2018 р.	Участь у підготовці проектних заявок за грантовими програмами ЄС Erasmus+
Іспанія	Університет м. Валенсія	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 23.03.2014 р. – 28.04.2018 р.	Проведення наукових досліджень
Казахстан	Інститут інформаційних та обчислювальних технологій	Обмін інформацією, співпраця в області наукових розробок, організація конференцій, спільна участь в конкурсах та грантових програмах	Угода про співпрацю 24.09.2018-2023 рр.	Участь у Міжнародній науковій конференції
Латвія	Університет Латвії	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення	Угода про співпрацю 20.04.2018 р. –	Участь у Міжнародній науковій конференції

Країна партнер	Установа - партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
		конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	20.04.2023 р.	
Латвія	Ризький технічний університет	Академічний обмін студентами і викладачами, обмін інформацією, спільні наукові проєкти	Угода про співпрацю 2015 – 2020 рр.	Наукове дослідження та наукове стажування в рамках програми латвійських стипендій для дослідників
Німеччина	Університет Кобленц-Ландау	Академічний обмін студентами і викладачами, обмін інформацією, спільні наукові проєкти	Угода про співпрацю 28.03.2010 р. – 28.03.2020 р.	Підвищення кваліфікації в рамках програми ЄС Erasmus+, участь у підготовці проєктних заявок за грантовими програмами ЄС Erasmus+
Німеччина	Університет Дуйсбург-Ессен	Академічна співпраця (обмін інформацією, спільні наукові дослідження та зустрічі)	Угода про співпрацю 30.04.2019-2024	Наукове дослідження в рамках ДААД
Німеччина	Берлінський технічний університет	Наукова діяльність (дослідження), проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 16.06.2014-2019	Наукове стажування, наукове дослідження в рамках програми академічних обмінів німецької служби DAAD
Німеччина	Центр освіти для дорослих Об'єднання народних університетів VHS	Наукова діяльність (дослідження) та академічна співпраця	Угода про співпрацю 20.01.2017-2022 рр.	Підвищення кваліфікації
Нігерія	Університет Бінгем	Обмін студентами, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 31.07.2018-2023 рр.	Наукове стажування
Польща	Люблінська політехніка	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 05.05.2008 р. – безстроково	Проведення досліджень та обмін науковим досвідом
Польща	Познанський технологічний університет	Академічний обмін студентами, аспірантами і викладачами	Угода про співпрацю 2017 р.	Наукове стажування в рамках грантової програми ЄС Erasmus+
Польща	Природничий університет в Любліні	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних	Угода про співпрацю 31.07.2019-2024 рр.	Наукове стажування

Країна партнер	Установа - партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
		наукових проєктів, обмін науковою інформацією		
Польща	Технологічний університет м. Кельце	Співпраця в науковій діяльності, обмін інформацією та матеріалами, академічна співпраця, дослідження, публікації. Обмін студентами та викладачами.	Угода про співпрацю 20.09.2002, переп. 26.06.2013-2018 рр.	Підвищення кваліфікації в рамках програми ЄС Еразмус+
Польща	Технічний університет м. Лодзь	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 15.02.2007 р. – безстроково	Участь у підготовці проєктних заявок за грантовими програмами ЄС Erasmus+, підвищення кваліфікації в рамках курсу для викладачів Балтійської університетської програми
Польща	Вища Банківська Школа м. Познань	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 11.11.2016 р. – 11.11.2021 р.	Викладання в рамках грантової програми ЄС Erasmus+
Польща	Вища школа екології та управління	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 24.11.2014 р. – безстроково	Участь у підготовці проєктних заявок за грантовими програмами ЄС Erasmus+
Польща	Університет ім. Адама Міцкевича	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 14.06.2017 р. – 14.06.2022 р.	Спільне виконання міжнародних грантових проєктів в рамках програми Erasmus+, тренінг в рамках програми Erasmus+
Польща	Вища школа бізнесу в Домбровій Гурничі	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 13.05.2016-безстроково	Участь у науковій міжнародній конференції
Польща	Вроцлавський технологічний університет	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проєктів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 10.07.1998 – безстроково	Спільне виконання міжнародних грантових проєктів в рамках програми Erasmus+

Країна партнер	Установа - партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
		інформацією		
Польща	Сілезький технологічний університет	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 16.04.2018-2023 рр.	Участь у науковій конференції
Словаччина	Технічний університет Кошице	Обмін професорсько-викладацьким складом	Угода про співпрацю 07.08.2013 р. – безстроково	Наукові дослідження в рамках національної стипендіальної програми Словацької Республіки
Словаччина	Університет Коменського	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів,	Угода про співпрацю 25.01.2016 р. – 25.01.2021 р.	Наукове стажування в рамках національної стипендіальної програми Словаччини
Словаччина	Університет ім. Александра Дубчека в м. Тренчин	Співпраця в дослідженнях , навчанні, науковій співпраці та підвищенні кваліфікації.	Угода про співпрацю 11.07.2019-2024 рр.	Наукове дослідження в рамках національної стипендіальної програми Словацької Республіки
Словаччина	Словацький технічний університет м. Братислава	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів, виконання спільних наукових проектів, обмін науковою інформацією	Угода про співпрацю 25.01.2016 р. – 25.01.2021 р.	Наукові дослідження, наукове стажування
Швеція	Університет Уппсала	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів	Угода про співпрацю 09.03.2011 р. – 05.03.2019 р.	Довготривале наукове стажування, наукове дослідження та викладання
Швеція	Університет Умео	Академічний обмін студентами, аспірантами і викладачами	Угода про співпрацю 2016 р. – 2018 р.	Стажування та наукове дослідження в рамках грантової програми ЄС Erasmus+
Франція	Університет Савой Мон-Блан	Обмін професорсько-викладацьким складом, проведення конференцій, семінарів	Угода про співпрацю 20.02.2017-2022 рр.	Підвищення кваліфікації рамках програми ЄС Erasmus+
Хорватія	Пульський університет ім. Юрала Добріле	Академічна співпраця , обмін студентами, аспірантами, дослідження , стажування та навчання.	Угода про співпрацю 10.05.2019-2024 рр.	Підвищення кваліфікації
Чехія	Західночеський університет	Обмін студентами, проходження практики, організація конференцій, семінарів, зустрічей.	Угода про співпрацю 04.07.2017-безстроково	Наукове стажування
Чехія	Метрополітний університет	Обмін інформацією, студентами спільні наукові дослідження та програми.	Угода про співпрацю 27.12.2018-2021 рр.	Підвищення кваліфікації

### **VIII. 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**

Інтегрована бібліотечно-інформаційна система (далі – АБІС) СумДУ забезпечує віддалений доступ до інформації для всіх категорій користувачів в режимі online 24/7. Єдиною точкою доступу до інформації, необхідної для забезпечення освітньої, наукової та дослідницької діяльності, є сайт бібліотеки library.sumdu.edu.ua. До електронних ресурсів, представлених на сайті бібліотеки, входять електронний каталог, електронна бібліотека, ліцензовані тестові та передплачені бази даних, відкриті ресурси СумДУ (інституційний репозитарій, наукова періодика, навчальні он-лайн курси, бібліографічні покажчики), авторитетні наукові ресурси вільного доступу тощо.

Протягом 2019 р. здійснювався розвиток функціональних можливостей АБІС «УФД Бібліотека». Відповідно до запланованого переліку робіт щодо переходу на нову версію АБІС «УФД Бібліотека», було проведено конвертацію та інтеграцію метаданих фондів віддалених бібліотек та бібліотеки СумДУ з метою їх подальшої інтеграції в єдину бібліотечну мережу; розроблено новий сайт зведеного Електронного каталогу. Триває розробка нового функціоналу системи для адаптації програмної оболонки відповідно до усіх автоматизованих бізнес-процесів бібліотеки, інтеграції з АСУ «Університет» та налаштування нових сервісів в Особистому кабінеті користувачів.

У 2019р. завершено перехід на **нову версію сайту бібліотеки**, що містить навчальні модулі, каталогізатор інформаційних ресурсів СумДУ та відкритих освітніх ресурсів, дайджести подій тощо. Сайт має універсальний адаптований для різних пристроїв дизайн, сервіси он-лайн чату, зворотнього зв'язку, замовлення книг та приміщень.

Було реалізовано комплекс програмних заходів з переходу на більш безпечний протокол https та нову версію репозитарію DSpace 6.0; також упорядковано структуру репозитарію із додаванням нових опцій метаданих, модернізовано можливості виведення статистики. Синхронізовано з антиплагіатною системою. Розміщено всього документів – 4 381, у т.ч. – 2 501 кваліфікаційних робіт.

У 2019 р. було продовжено роботу щодо **диверсифікації джерел інформації** – надано доступ до 10 міжнародних баз та сервісів: 4 передплачених (USMLE-Rx – за кошти СумДУ; **Scopus, Web of Science, Springer Nature** – за кошти МОУ) та 6 тестових (SAGEJournals, BioOne, The New England Journal of Medicine, USMLE-Rx, Statista, EBSCO EP Package), систематично проводилися семінари щодо користування ресурсами. У 2019 році до баз даних Scopus та Web of Science було зроблено представниками СумДУ **більше 30 тис пошукових запитів**.

Збільшено кількість та частоту **персоналізованої розсилки інформації** – оброблено більше 10 тис. документів для щотижневих та щомісячних дайджестів за галузями знань (ІТ, техніка, медіа, економіка, право, медицина, вища освіта). Проведено роботу щодо виявлення індивідуальних потреб аспірантів та докторантів.

Протягом року проводилось інформування науковців з питань доступу до баз даних та їх використання, само-архівування тощо. Систематично проводилося індивідуальне консультування, семінари для науковців університету щодо роботи з наукометричними та науковими базами даних, бібліографічними менеджерами, сервісами перевірки академічних робіт на плагіат, роботи з репозитарієм тощо.

Наприкінці 2019р. введено в експлуатацію коворкінг-центр Універ-СІТУ, встановлено сучасне ліцензійне та відкрите програмне забезпечення, хмарні сервіси з метою їх популяризації, навчання та активного впровадження в освітній процес та науку.

Постійно ведеться робота по підвищенню кваліфікаційних компетенцій співробітників бібліотеки з питань інформаційної, цифрової, медіаграмотності шляхом участі у конференціях, тренінгах, вебінарах, семінарах, проходження он-лайн-курсів з отриманням відповідних сертифікатів.

У рамках програми впровадження **академічної доброчесності** в університеті, в 2019 році перевірки підлягали всі академічні тексти видавництва СумДУ (монографії, навчальні посібники, дисертації, публікації наукових журналів, кваліфікаційні роботи здобувачів вищої освіти тощо). Перевірки проводилися платними системами «Антиплагіат» компанії Unicheck та «Плагіат» компанії StrickePlagiarism.

Патентний фонд університету налічує 1,5 млн. примірників. Збирання, ведення обліку, аналітичне і синтезне опрацювання та створення довідково-пошукового апарату всієї патентної інформації, яку отримує університет, забезпечує Центр науково-технічної і економічної інформації СумДУ.

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

У 2019 році на кафедрах університету виконувалось 83 науково-дослідні роботи в межах робочого часу викладачів, зокрема у:

- медичному інституті – 22,
- факультету електроніки та інформаційних технологій – 13,
- факультету технічних систем та енергоефективних технологій – 13,
- інституті фінансів, економіки та менеджменту ім. О. Балацького – 5,
- інституті бізнес-технологій «УАБС» – 7,
- факультету іноземної філології та соціальних комунікацій – 8,
- Шосткінського інституту – 5,
- Конотопського інституту – 6,
- інституту права – 2,
- кафедри військової підготовки – 2.

Нижче наведена коротка характеристика деяких НДР та вказано основні отримані наукові результати.

**НДР «Гідродинамічні показники двофазних потоків у тепло-масообмінному грануляційному та сепараційному обладнанні», № 0115U002550, науковий керівник Склабінський В.І., д-р техн. наук, професор.**

При виконанні НДР отримано ряд **нових** результатів, зокрема:

1. Закладено теоретичні основи теорії інерційно-фільтруючої сепарації аеродисперсних систем, які пояснюють основні механізми вловлювання дисперсних часток інерційно-фільтруючими сепараційними елементами і визначають основні закономірності процесів гравітаційного осадження та інерційного захоплення краплин, їх осадження на волокна фільтруючого елемента та плівку вловленої рідини.

2. Розвинуто науковий підхід до фізичного моделювання та теоретичних досліджень гідродинамічних процесів при інерційно-фільтруючій сепарації газорідних систем, розробки методів розв'язання основних рівнянь гідродинаміки та математичного моделювання гідродинамічних процесів при інерційно-фільтруючій сепарації

3. На основі аналізу результатів математичного моделювання та експериментальних досліджень розроблено методику інженерного розрахунку малогабаритних вихрових пристроїв зі змінною площею перерізу робочого простору та внутрішньою циркуляцією ретура.

4. Одержано математичні рівняння, що дозволяють визначити гідродинамічні характеристики руху однофазного та двофазного вихрового потоку у робочому просторі вихрових грануляторів з високо турбулентним двофазним шаром, що дозволило прискорити масо та теплообмінні процеси у грануляційному обладнанні.

5. Теоретично та експериментально виконано дослідження розчинення полідисперсних сумішей за умови зміни рушійної сили. Представлено функцію розподілу частинок за їх діаметрами та показано зміну функції з часом розчинення та визначено коефіцієнт масовіддачі на основі теорії узагальнених перемінних, теорії питомої енергії дисипації газу під час розчинення одинарних частинок та теоретично і експериментально розраховано зміну об'єму рідкої фази за рахунок зміни концентрації розчину.

**Практична значимість** отриманих результатів. Наукові результати, були використані при виконанні при виконанні 4-х госпдоговорів та міжнародного контракту з індійською фірмою "CS TECHNOLOGY".

**Оприлюднення результатів.** За результатами виконання НДР опубліковано 2 колективні монографії у закордонних виданнях, 7 статей у виданнях, що індексуються БД Scopus, 7 статей у фахових виданнях України, 11 статей у працях конференцій, та отримано 8 патентів України. Виконавцями було захищено кандидатську та дві докторські дисертації.



**НДР «Методологія самостійної роботи студентів при вивченні математичних дисциплін у СумДУ»**, № 0117U004921, науковий керівник Шуда І.О., д-р фіз.-мат. наук, професор.

При виконанні НДР отримано ряд **нових** результатів, зокрема:

1. Вдале застосування нетрадиційного навчання з елементами гейміфікації вищої математики дозволяє залучити студентів у нетрадиційний навчально-пізнавальний процес вивчення предмету, що допомагає підвищенню їх рівня знань.

2. Створений мобільний додаток для операційної системи Android із застосуванням двомірного штрих-коду, який допомагає швидко визначити, тип фігури на площині або тіла у просторі без використання персонального комп'ютера і у будь-якому місці.

3. Використання тімблдіingu на заняттях з вищої математики призводить до підвищення дружніх стосунків у команді і допомагає студентам самостійно розібратися у темі для вивчення від початку і до самого кінця, від простого до складного з великою зацікавленістю.

4. Програмні засоби досить зручні для експериментування в певній математичній галузі (алгебрі, математичному аналізі, геометрії, стереометрії, теорії ймовірності, математичній статистиці), в них передбачено низку послуг для розв'язування типових математичних задач, візуалізації абстракцій, що допомагає студентам самостійно опрацьовувати матеріал.

5. Дистанційні курси допомагають студентам самостійно опрацьовувати матеріал із використанням віртуальних тренажерів, математичних різнорівневих тестів, групових *wiki*-завдань, та ін. та проходити тестування у зручний для них час.

**Практична значимість** отриманих результатів. Отримані результати впроваджені в навчальний процес та використовуються на заняттях з математики. Створений мобільних додатки для смартфона використовуються на практичних заняттях. При виконанні НДР розроблено 3 діючих дистанційних курси (один з яких англійською мовою). Керівник теми приймала участь у проекті змішаного навчання, усі виконавці застосовують на заняттях елементи змішаного навчання. Два співробітники взяли участь у конкурсі «Педагогічних інновацій» і вибороли 1-ше і 2-ге місце). Два виконавці пройшли стажуванні у закордонному університеті (Болгарія), один був виконавцем у міжнародному грантовому проекті.

**Оприлюднення результатів.** За результатами досліджень опубліковано 2 навчальних посібники, 15 методичних посібників, розділи у двох закордонних монографіях, 19 статей (3 у журналах, які індексуються БД Scopus ті/або WoS).

**НДР «Моделювання сталого розвитку складних соціально-економічних систем»**, № 0116U000929, науковий керівник Кузьменко О.В., д-р екон. наук, професор

При виконанні НДР отримано ряд **нових** результатів, зокрема:

1. Побудована економіко-математична модель визначення рівноважних точок перестрахових ринків Німеччини, Франції та України на підставі визначення функцій попиту і пропозиції. На її основі ідентифіковано: спільні рівноважні точки перестрахових ринків розглянутих країн; специфічні особливості досягнення рівноважного стану; характеристики рівноважних позицій Німеччини, Франції та України.

2. Кластеризація показників характеристики реальної місткості перестрахового ринку показала наявність двох груп: оцінки номінальної місткості та переоціненої складової. Кількісне оцінювання взаємозв'язку між явною та неявною складовими проведено методом багатокритеріальної оптимізації зважених на вагові коефіцієнти методом імітаційного моделювання та нормалізованих показників характеристики місткості перестрахового ринку. Застосування цієї моделі дозволило виявити спадну тенденцію реальної місткості ринку та збільшення питомої ваги номінальної місткості.

3. Розроблені положення щодо моделювання конкурентоспроможності банку. Узагальнюючий показник конкурентоспроможності банку, обчислений на основі методів нечіткої логіки, слугує науковим підґрунтям для прийняття ефективних управлінських бізнес-стратегій та напрямів підвищення конкурентоспроможності банку.

4. Побудовано прогноз загального рівня злочинності в Україні на основі моделей подвійного експоненційного згладжування та застосування моделі Брауна. Розраховано кримінологічний прогноз за статистичними даними для загальної кількості кримінальних правопорушень. Перевірку на точність здійснено за допомогою коефіцієнта Тейла. Усі моделі виявилися точними, що дає змогу використовувати їх з метою кримінологічного прогнозування. Крім того, за цими моделями можна розраховувати не тільки кримінологічний прогноз загального рівня злочинності, а й інші кримінологічні прогнози, наприклад, прогноз для групової та рецидивної злочинної поведінки в Україні.

**Практична значимість** отриманих результатів. Наукові результати дозволили сформулювати такі практичні рекомендації щодо якісного розподілу ресурсів в складних соціально-економічних системах, прийняття управлінських рішень у сферах економіки, виробництва, фінансів, техніки та технології, освіти. Розроблені моделі мають практичну значущість для оптимізації діяльності соціально-економічних об'єктів: підприємств різних форм власності та напрямів діяльності, банків, фінансових установ, страхових компаній, закладів освіти.

**Оприлюднення результатів.** За результатами виконання НДР опубліковано 17 наукових праць, у т. ч. 2 статті у виданнях, що індексуються БД Scopus; навчальний посібник; 6 статей у наукових фахових виданнях України.

**НДР «Теоретико-методичні засади професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації в умовах медичних ЗВО»**, № 0116U005660, науковий керівник Єжова О.О., д-р пед. наук, професор.

При виконанні НДР отримано ряд **нових** результатів, зокрема:

1. На основі результатів теоретичного аналізу створено нову освітню програму «Фізична терапія», здійснено корекцію навчального плану і змісту підготовки фахівців фізичної терапії, ерготерапії в медичному інституті Сумського державного університету, впроваджено сучасні активні та інтерактивні методи навчання в освітній процес професійної підготовки фахівців фізичної терапії, ерготерапії, що підвищує якість професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії) в умовах медичних закладів вищої освіти.

2. Вивчено сучасні особливості професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії) у медичних закладах вищої освіти України. Провідними методологічними підходами професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії) визначено компетентнісний та мультидисциплінарний.

3. Здійснено аналіз професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії) на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівнях вищої освіти у Польщі, Голландії та Канаді.

**Практична значимість** отриманих результатів полягала у створенні і впровадженні нової освітньої програми «Фізична терапія» і корекції навчального плану підготовки фахівців фізичної терапії, ерготерапії у СумДУ.

**Оприлюднення результатів.** За результатами виконання НДР опубліковано 15 наукових і 20 навчально-методичних праць, у т. ч. стаття у виданні, що індексується БД Scopus; статті у фахових виданнях України.

**НДР «Інформаційні технології у підготовці військових спеціалістів РВ і А в особливий період»**, № 0116U006358, науковий керівник Дерев'янчук А.Й., кандидат технічних наук, професор.

При виконанні НДР отримано низку **нових** результатів, зокрема:

1. Проведений ґрунтовний аналіз чинників, що впливають на ефективність і якість навчального процесу офіцерів запасу і курсантів військових ЗВО на основі досвіду впровадження в навчальний процес новітніх технологій, зокрема інформаційних технологій з використанням досвіду військових конфліктів, досвіду, що застосовують військові навчальні

заклади держав НАТО. На підставі проведених досліджень і аналізу різноманітних методик встановлені чинники, що впливають на якість навчання.

2. Систематизована і узагальнена проблема розроблення і застосування комп'ютерних навчальних систем (КНС) і їх інтеграції з системою підготовки військових фахівців ракетних військ і артилерії (РВ і А). Розроблені віртуальні тренажери у практичній діяльності надають можливість не тільки самостійно вивчати озброєння, військову техніку і боєприпаси, але й контролювати рівень знань фахівців при допуску їх до роботи, розроблені 3D-моделі зразків артилерійського озброєння дозволяють вивчати будову та дію її вузлів та боєприпасів у будь-якому місці розташування військової частини чи установи, що сприяє швидкому і якісному засвоєнню знань слухачів у скорочені терміни.

**Практична значимість** отриманих результатів. У науковому дослідженні комплексно вирішено актуальне наукове завдання щодо обґрунтування способів та методів підготовки спеціалістів РВ і А в особливий період із застосуванням інформаційних технологій. За результатами всебічного аналізу досвіду застосування новітніх технологій КВП надано практичні рекомендації для впровадження у навчальний процес військових ЗВО та кафедр військової підготовки цивільних ЗВО. Результати НДР були представлені на Міжнародній виставці «Зброя та безпека» м. Київ, 2017–2019.

**Оприлюднення результатів.** За результатами опубліковано 9 статей у фахових журналах, отримано 6 патентів на корисну модель та 11 свідоцтв авторського права на твір, видано 4 посібники.

## X. Розвиток матеріально-технічної бази наукових досліджень та розробок

№ з/п	Назва приладу (українською мовою та мовою оригіналу) і його марка, фірма-виробник, країна походження	Наукові напрями (структурні підрозділи) для яких здійснено закупівлю	Вартість, тис.грн.
1	Рентгенівський мікроаналізатор з дисперсією за енергіями AZtecOne X-MaxN20. Виробник Oxford Instruments (Великобританія).	Математичні науки та природничі науки (ЦКНО «Матеріалознавства»)	2088
2	Раманівський мікроспектрометр inVia Reflex. Виробник Renishaw plc. (Великобританія).		1989
Всього			4077

## ХІ. Закључна частина

Для усунення основних труднощів та недоліків в організації наукової діяльності університетів необхідно.

1. Для формування пропозицій та обговорення проектів нормативних документів, які пов'язані проведенням конкурсного відбору проектів Національним фондом досліджень України та проведенням експертизи запитів на фінансування досліджень під його егідою, доцільно залучити Президію Ради проректорів з наукової роботи та директорів наукових установ. Це дозволить більш широко врахувати інтереси вчених ЗВО України та впровадити у діяльність Фонду кращі практики конкурсів проектів які вже існують в Україні.

2. Складна система закупівель для забезпечення виконання замовлень на наукову (науково-технічну) продукцію – для якісного і своєчасного виконання ЗВО (НУ) договорів на проведення наукових досліджень або виконання розробок на замовлення як вітчизняних так і іноземних підприємств необхідно оперативно вирішувати питання придбання витратних матеріалів, комплектуючих, замовлення послуг сторонніх організацій тощо. У той же час, чинне законодавство для придбання товарів за бюджетні кошти на суму понад 200 тис. грн. , а з квітня 2020 р. 50 тис. грн. , вимагає застосування механізмів системи публічних електронних закупівель «Ргозогго», для повноцінного здійснення якої потрібно щонайменше 30 днів. Це у свою чергу унеможлиблює виконання договорів і контрактів у стислі терміни, і часто призводить до відмовлення від таких замовлень, що далі має негативний вплив на рівень впровадження сучасних інноваційних розробок. Можливі шляхи вирішення – внесення змін у Закон України «Про публічні закупівлі».

3. Суттєве податкове навантаження – у теперішній час виконання договорів і контрактів на науково-технічну продукцію супроводжується обов'язковою сплатою великої кількості податків із загальним обсягом біля 60 % (20 % ПДВ, 22 % ЄСВ, 18 % податок на доходи фізосіб), це в свою чергу, має негативний вплив на зацікавленість як потенційного замовника (бізнес), так і виконавців (вчених) до пошуку і виконання подібних замовлень. У той же час, згідно з чинним законодавством (пп. 197.1.22 п. 197.1 ст. 197 Податкового кодексу України), у випадку якщо НДР виконується на замовлення бюджетних організацій, такі замовлення звільнені від сплати ПДВ, чого немає якщо замовником виступають не бюджетні організації. Можливі шляхи вирішення – внесення змін до Податкового кодексу України, шляхом розповсюдження норми п. 197.1.22 на всіх замовників наукових робіт в Україні.

4. Враховуючи суттєві складності із проведенням закупівель, зокрема із введенням в дію у 2020 році змін до закону «Про публічні закупівлі», а також відсутністю реальних потреб у значних обсягах матеріалів/реактивів/послуг при виконанні держбюджетних НДР, які мають теоретичний (розрахунковий) характер, необхідно скасувати рекомендацію МОН України щодо обмеження фонду оплати праці у рамках таких НДР, яке наразі існує (70%).

5. У теперішній час, як правило, студенти, аспіранти і докторанти зараховуються для виконання наукових господарчих договорів і грантів з неповним навантаженням, як правило 0,25–0,5 ставки. У той же час, враховуючи що на момент зарахування у них немає іншого постійного місця роботи, а основний вид їхньої діяльності це навчання, вони зараховуються на штатні посади (не за сумісництвом). Це призводить до того, що у випадку якщо їх заробітна плата за долю ставки не перебільшує мінімальної заробітної плати (у теперішній час 4173 грн) єдиний соціальний внесок (22% від фонду оплати праці) сплачується із повної суми мінімальної заробітної плати. Це звісно чином не мотивує наукових керівників НДР залучати молодь до проведення досліджень з оплатою праці. Можливі шляхи вирішення: внесення змін до Закону України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» у частині непоширення норми цього закону на ЗВО при працевлаштуванні осіб, що навчаються.

Проректор з наукової роботи  
Сумського державного університету

проф. Чорноус А.М.