



БОГДАНОВ

Вячеслав Леонідович — академік НАН України, віцепрезидент НАН України, голова Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України

ПРО ДІЯЛЬНІСТЬ УСТАНОВ СЕКЦІЇ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ І МАТЕМАТИЧНИХ НАУК НАН УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

У статті наведено найвагоміші результати фундаментальних та прикладних наукових досліджень установ Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України, отримані впродовж 2022 р. Незважаючи на надскладні умови роботи внаслідок широкомасштабної воєнної агресії РФ проти України, науковці Академії продовжують працювати, зосереджуючи свої зусилля насамперед на зміцненні обороноздатності й безпеки нашої країни та створенні наукового підґрунтя для повоєнного відновлення і подальшого інноваційного розвитку промислового сектору української економіки.

Через повномасштабне російське вторгнення 2022 рік для Національної академії наук України, як і для всієї нашої країни, був надзвичайно складним. Однак науковці продовжували працювати, часом — на межі людських можливостей. І, попри війну, руйнування та безгрошів'я, отримали чимало вагомих результатів.

Наведу спершу деякі **результати фундаментальних наукових досліджень**, які отримали установи Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України.

В Інституті математики встановили критерій еквівалентності категорій когерентних пучків над некомутативними нетеровими схемами. Цей результат принциповий для некомутативної алгебраїчної геометрії, яку широко застосовують у багатьох розділах сучасної математики й теоретичної фізики. Зокрема, з цього результату виведено явний критерій моріта-еквівалентності некомутативних алгебраїчних кривих, що пов'язується з теорією рівнянь Янга—Бакстера.

В Інституті прикладної математики і механіки побудували асимптотику розв'язків для еліптичних і параболічних рівнянь з нестандартними умовами росту за нелогарифмічного зростання коефіцієнтів, корисних для опису стаціонарних станів

неньютонівських рідин, що мають різноспрямовану дифузію.

Науковці Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача в галузі лінійної алгебри ввели нові узагальнені обернені матриці над тілом кватерніонів, які є комбінаціями псевдооберненої матриці Мура—Пенроуза та серцевинної оберненої матриці. Одержано їхні характеристичні властивості й представлення. Результати застосовано в дослідженнях розв’язності деяких кватерніонових матричних рівнянь типу Сильвестра у прикладних задачах теорії стійкості, теорії керування, динамічних системах тощо.

У Математичному відділенні Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна ввели й вивчили клас несингулярних групових дій на ймовірнісному просторі, які мають структуру нескінченного прямого добутку дій типу Крігера Π_1 . Застосувавши їх, вдалося для всіх м’яко змішувальних гаусівських автоморфізмів розв’язати сформульовану в 2001 р. проблему Леманчика—Лесіня—Скрентого щодо ергодичності дійснозначних коциклів, побудувати ергодичні несингулярні пуассонівські системи всіх можливих типів Крігера, а також навести нові спрощені приклади несингулярних бернуллівських систем усіх можливих типів Крігера.

На основі граничних представлень зважених псевдообернених матриць степеневими рядами і добутками з додатними та від’ємними показниками степенів учені Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова побудували й дослідили регуляризовані ітераційні методи обчислення зважених псевдообернених матриць з виродженими вагами. Методи стануть у пригоді під час проектування нових і відновлення пошкоджених унаслідок значного силового й температурного впливу споруд та об’єктів машинобудування, енергетики, цивільного та промислового будівництва, хімічної промисловості.

У цьому ж інституті розробили й реалізували методологію автоматичного адаптивного налаштування методу, алгоритму і змінного комп’ютерного середовища на математичні

властивості розрахункових задач для математичного моделювання процесів, явищ та об’єктів різної природи. Інноваційність роботи полягає в розробленні методів ідентифікації та регуляризації розріджених структур даних, використанні елементів штучного інтелекту, змінної (змішаної) розрядності й багаторозрядної арифметики, які дають змогу підвищити ефективність використання комп’ютерних ресурсів (заощадити час, пам’ять тощо) й забезпечити достовірність результатів. За функціональними можливостями ця методологія не має аналогів у світі.

Вчені цього інституту також створили й теоретично обґрунтували новий метод побудови екстремальних стратегій керування та оцінювання гарантованого часу завершення процесів, описуваних функціонально-диференціальними системами з термінальним функціоналом в умовах протидії та невизначеності. Такі процеси виникають у динаміці польоту безпілотної літальної апарату, крилатої ракети, літака або космічного апарату. Отримані результати дадуть змогу автоматизувати процес ухвалення рішень у конфліктних ситуаціях для забезпечення рухомих об’єктів.

Кібернетики Академії розробили також новий метод комп’ютерної обробки КТ-зображень легень з використанням ансамблю глибоких згорткових нейронних мереж на базі попередньої сегментації та відбору інформативних сканів, уточнення сегментованих масок для підвищення кінцевої точності на порядок. На його основі розроблено метод оцінювання ступеня активності туберкульозу легень.

В Інституті космічних досліджень вивчали взаємодію хвильових збурень з просторово неоднорідними течіями атмосфери. Отримано дисперсійне рівняння акустико-гравітаційних хвиль у системі відліку середовища, що рухається з неоднорідною швидкістю, а також аналітичний вираз для зміни амплітуди хвиль у рухомому середовищі. Як показали науковці, в зустрічному просторово неоднорідному вітрі амплітуда хвиль зростає приблизно за лінійним законом, що добре узгоджується з даними супутникових спостережень.

У Навчально-науковому комплексі «Інститут прикладного системного аналізу» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» здійснили якісне й чисельне дослідження керованих нелінійних процесів і полів для динамічних задач подвійного призначення. Математично обґрунтовано методологію перевірки асимптотичної компактності розв'язків класів імпульсно збурених дисипативних процесів для задач моделювання битв і воєн з неповними апріорними й апостеріорними спостереженнями. Розроблено методологію пошуку глобальних і траєкторних атракторів класів дисипативних динамічних систем у спеціальних класах нескінченновимірних просторів розподілів для імпульсно збурених м'яких за Арнольдом математичних моделей конфліктів.

Фахівці Міжнародного науково-навчально-го центру інформаційних технологій та систем уперше в теорії штучного інтелекту математично сформулювали задачі розпізнавання й самонавчання в єдиній уніфікованій формі, яка охоплює весь діапазон довжин навчальних вибірок, і визначили клас стратегій, не придатних для розв'язання цих задач. Доведено, що розв'язання задач у наведеній постановці унеможливорює отримання непридатних стратегій. Цей фундаментальний результат надзвичайно важливий для розв'язання прикладних задач розпізнавання складних зображень і створення ефективних технологій машинного навчання у прикладних системах штучного інтелекту військового та цивільного призначення.

В Інституті механіки ім. С.П. Тимошенка проведено дослідження нових класів задач механіки руйнування попередньо напружених композитних матеріалів, що містять взаємодіючі гострокінцеві дефекти. Зокрема, досліджено напружено-деформований стан шаруватих і волокнистих композитів з приповерхневими тріщинами та з паралельними співвісними тріщинами. Технологічні процеси створення композитів супроводжуються зміною механічних і теплофізичних властивостей їхніх компонентів, що призводить до формування полів по-

чаткових (залишкових) напружень та деформацій, які можуть бути причиною виникнення в матеріалах та виробках розшарувань і тріщин, а при подальшій експлуатації виробів істотно впливати на їх міцність та процеси руйнування. Тому важливим підсумком проведених досліджень стала достовірна оцінка впливу величини початкових (залишкових) напружень, а також фізико-механічних характеристик композитів та параметрів тріщин на коефіцієнти інтенсивності напружень в їх околі. Показано також, що взаємодія тріщин у попередньо напружених композитах може, залежно від схеми їх розташування та виду експлуатаційних навантажень, приводити до збільшення або зменшення величин коефіцієнтів інтенсивності напружень порівняно з величинами, які отримують для ізольованих (невзаємодіючих) тріщин, що важливо для оцінки ресурсу композитів з дефектами.

В Інституті проблем міцності імені Г.С. Писаренка запропоновано й теоретично обґрунтовано уточнені математичні моделі, що дають змогу описувати неізотермічні процеси непружного деформування з урахуванням історії навантаження, радіаційних ефектів розпухання і повзучості опроміненого металу, накопичених пошкоджень крихко-в'язкого руйнування та анізотропних властивостей матеріалу. На основі розвинених енергетичних підходів, що ґрунтуються на загальних принципах нелінійної механіки суцільних середовищ та узагальнюють постулат зміцнення Друкера для опроміненого пористого матеріалу, вперше встановлено необхідні і достатні умови коректності крайових задач радіаційної повзучості, в яких враховується зростання об'ємної концентрації мікропор в'язкого руйнування у матеріалі за удосконаленими моделями Райса—Трейсі—Хуанга та розв'язком Качанова для сферичної порожнини в необмеженому просторі. Розвинено загальну теорію змішаних проєкційно-сіткових схем методу скінченних елементів підвищеної точності для розв'язання нелінійних крайових задач термомеханіки та радіаційної повзучості з урахуванням докритичного пошкодження опроміненого металу

за моделями в'язкого руйнування. Запропоновано та доведено збіжність узагальнених і модифікованих ітераційних процесів пружних розв'язків та змінних параметрів пружності для розв'язання крайових задач радіаційної повзучості, в яких враховано сучасні моделі радіаційного розпухання, повзучості та докритичного пошкодження металу. Одержані результати фундаментальних та прикладних досліджень є методологічною основою уточненого розрахункового аналізу міцності критичних елементів обладнання першого контуру реакторних установок ВВЕР для вирішення актуальних завдань із забезпечення умов безпечної експлуатації енергоблоків АЕС України та обґрунтування строків подовження їх служби.

В Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова вперше отримано докази того, що структурна різноманітність вугілля вкладається в рамки трикутної діаграми трьох основних алотропних форм вуглецю — карбіну (sp), графіту (sp^2), алмазу (sp^3); стійкість тієї чи іншої фази кожної форми кардинально залежить від розмірів вуглецевих частинок. Уперше систематизовано носії електричного заряду у вугіллі, якими можуть бути як електрони, так і квазічастинки або іони, внесок кожного з них в електропровідність залежить від ступеня вуглефікації речовини. На макрорівні електричні властивості визначаються текстурою пласта, мінеральним складом та наявністю рідких електролітів у поровому просторі. Розуміння алотропної різноманітності вугілля забезпечує теоретичне підґрунтя для оцінки стану вуглецевих структур у вугільній речовині, що дозволяє адекватно прогнозувати та визначити технологічні властивості вугілля для його видобутку, переробки й використання. Систематизація носіїв електричного заряду та аналіз масштабної ієрархії їх міграції дозволяють характеризувати схильність вугільних пластів до самозаймання і запобігати ендегенним пожегам на шахтах.

На основі системного чисельного та експериментального дослідження в Інституті гідромеханіки з'ясували причини й умови виникнення квазідетермінованих вихрових структур

у градієнтних неізотермічних потоках та їх вплив на інтегральні термодинамічні характеристики обтічних тіл і поверхонь у діапазоні перехідних чисел Рейнольдса.

В Інституті фізики заклали підвалини лазерного записування вбудованих в об'ємі монокристалічного кремнію мікрохвилеводів і лазерно-індукованих періодичних структур на його поверхні. Це відкриває нові перспективи для фотоніки, оптоелектроніки, 3D-оптики тощо.

В цьому ж інституті встановлено взаємозв'язок між електронною та атомною структурами і морфологією адсорбованих нанооб'єктів різного хімічного складу — метало-кисневих моношарів і супрамолекулярних органічних плівок. Ці результати перспективні для розроблення електронних, хімічних і біомедичних технологій.

За допомогою спонтанного чотирихвильового змішування в оптично щільному ансамблі холодних атомів Rb, що містяться в оптоволокну з порожнистим осердям, фізики Академії дослідили генерацію вузькосмугових неklasичних пар фотонів. Створено джерело таких корельованих пар зі спектральною яскравістю, що наближається до значень, за яких його можна використовувати як випромінювач одиночних фотонів — важливого елементу квантових комунікаційних технологій.

В Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова розвинули теорію великомасштабних флуктуацій у запорошеній слабкоіонізованій плазмі з урахуванням процесів заряджання порошинок. Досліджено залежності частот заряджання й ефективних частот зіткнень електронів та іонів від параметрів запорошеної плазми. Розраховано кореляційні спектри електронної густини для різних густин і розмірів порошинок та частоти іонних зіткнень.

Крім того, у наближенні середнього поля досліджено бозе-систему, в якій існують явища фазового переходу першого роду газ—рідина і конденсації Бозе—Ейнштейна. Залежно від потенціалу є два типи критичних точок, що належать до різних класів універсальності. Розглянуто і порівняно з експериментом піонну й α -матерію.

У межах п'ятикластерної моделі (три α -частинки і два нуклони) фізики-теоретики НАН України дослідили структурні функції першого збудженого стану дзеркальних ядер ^{14}C і ^{14}O . Зокрема, обчислили середньоквадратичні радіуси і відносні відстані між частинками, визначили розподіли густини та електричні формфактори.

Для вуглецевих нанотрубок з індексами хіральності $(2m, m)$ розраховано хвильові функції та проаналізовано взаємозв'язок між коефіцієнтом проходження і зонною структурою кіральних та акіральных нанотрубок. Встановлено, що нанотрубки з середнім кіральним кутом демонструють транспортні властивості, проміжні між акіральними й зигзагоподібними нанотрубками.

Учені Інституту магнетизму спільно з італійськими колегами передбачили високоефективне електрозбудження мікрохвильових і субтерагерцових коливань намагніченості в антиферромагнітних наноструктурах. Ці структури можуть стати найенергоєфективнішими серед відомих аналогів і слугувати основою надвисокошвидкісних енергоощадних запам'ятовувальних пристроїв і систем субтерагерцової наноелектроніки.

За допомогою спектроскопії Янсона у Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б.І. Веркіна виміряли та розрахували функцію електрон-фононної взаємодії в топологічному напівметалі Вейля PtBi_2 , яка забезпечує в ньому традиційний механізм куперівського спарювання, що в точкових контактах відбувається за температур, майже на порядок вищих (до 3,5 K) від критичної температури кристала PtBi_2 . Це свідчить про його перспективність як платформи для дослідження топологічної надпровідності.

На основі сигналу з періодом $109,8 \pm 0,4$ доби в комбінованих даних радіальних швидкостей, розрахованих зі спектрів, отриманих у співпраці з європейськими партнерами на інструментах FEROS і HARPS, учені Головної астрономічної обсерваторії відкрили теплий супер-Юпітер навколо зорі HD 114082. Запропонована для пояснення спостережень мо-

дель свідчить про наявність супутника масою $8,0 \pm 1,0 M_{\text{Юр}}$ з радіусом $1,00 \pm 0,03 R_{\text{Юр}}$ на орбіті з великою напіввіссю $0,51 \pm 0,01$ а.о. й ексцентриситетом $0,4 \pm 0,04$. Можливо, це наймолодша (15 ± 6 млн років) і одна з трьох молодих (< 100 млн років) гігантських планет-супутників, масу й радіус яких встановили експериментально.

Проаналізувавши розміщення покладів вуглеводнів за ступенем катагенезу порід у підшві продуктивних комплексів, фахівці Інституту геологічних наук виявили, що скупчення нафти поширені переважно у двох зонах. Показано, що на збільшення запасів вуглеводнів і утворення великих та середніх скупчень у продуктивних комплексах позитивно впливає зростання (до певної межі) ступеня катагенезу вмісних порід. Проаналізовані залежності підтверджують нафтогазогенераційний потенціал нижньокам'яновугільних відкладів Дніпровсько-Донецької западини, а показник катагенезу можна використовувати як інформативний критерій прогнозування величини скупчень.

На основі уточнених фільтраційних параметрів надсольових відкладів Солотвинської солянокупольної структури та осучасненої бази даних в Інституті геологічних наук створили модернізовану, безперервну в просторі скінченно-різницеvu тривимірну гідродинамічну модель Солотвинського родовища кам'яної солі та прилеглих територій. Складено карти розподілу рівнів підземних вод, гідрогеологічних параметрів, зокрема схеми покрівлі й підшви водоносних горизонтів, розподілу дійсних швидкостей потоку.

Науковці Науково-інженерного центру радіогеогеоекологічних полігонних досліджень вивчили склад вод перших від поверхні водоносних горизонтів (четвертинного, полтавського, бучацького) на території Київської області і довели, що розподіл вод на території дослідження зумовлює її гідрогеологічна історія з майже відсутніми процесами катіонного обміну й осадження/розчинення мінералів, приурочених до флювіогляціальних відкладів та утворених потоками ультрапрісних льодовикових

вод у межах Поліської низовини. Дослідники дійшли висновку, що змінення клімату мінімально впливатиме на склад вод на півночі та північному заході Київської агломерації.

Для отримання детальної схеми залишкового гравітаційного поля, яка є ефективним інструментом у розумінні джерел домінуючих гравітаційних особливостей Карпатсько-Паннонського регіону, в Інституті геофізики ім. С.І. Субботіна побудували тривимірну густинну модель осадового заповнення цього регіону. Вчені дійшли висновку, що феномен позитивних значень залишкового гравітаційного поля для структур Паннонського басейну можна пояснити вторгненням в осадовий покрив вулканічних порід або наявністю тіл високої густини з особливим петрофізичним складом у консолідованій частині земної кори.

За допомогою розробленої технології геомагнітних досліджень для регіонального та локального прогнозування розміщення вуглеводнів на території України геофізики Академії показали, що в нафтогазоносних областях і провінціях газові та газоконденсатні родовища розташовані над блоками консолідованої кори з підвищеною намагніченістю, нафтогазові — над зчленуванням магнітних і слабкомагнітних блоків, а нафтові — над слабко- або немагнітними блоками.

В Інституті географії здійснили суспільно-географічний аналіз трансформації міської мережі та сільської місцевості України і вперше створили 13 тематичних карт розвитку міської мережі за переписами населення від 1897 р.

Фахівці Інституту геології і геохімії горючих копалин довели значні перспективи глинистої чорносланцевої товщі силуру Волино-Поділля на «сланцевий» газ, порівнявши її з одновіковими утвореннями Балтійського та Люблінського прогинів Польщі. Прямі ознаки наявності газу в глинистих породах свідчать про перспективність відкладів силуру Волино-Подільської нафтогазоносної області на «сланцевий» газ. Його прогнозні ресурси в межах лише Олеської ділянки сягають 1 млрд м³.

На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень теплових і гідродина-

мічних процесів, процесів випаровування легувальних елементів і процесів кристалізації при електронно-променевому плавленні науковці Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона визначили режими й реалізували технологію одержання бездефектних і хімічно однорідних зливок перспективного титанового сплаву медичного призначення Ti-6Al-7Nb. Злиски мають дрібнозернисту структуру без жодних проявів зональної ліквідації. Така структура забезпечує якнайкраще поєднання механічних характеристик сплаву — високу міцність (900–1100 МПа) і пластичність (13–15 %), що задовольняють вимоги міжнародних стандартів для титанових сплавів медичного призначення і технічно відповідають комплексу механічних характеристик людських кісток.

Крім того, методом спрямованої кристалізації створено новий жароміцний інтерметалідний сплав системи Ti-Al з підвищеною низькотемпературною пластичністю. Він здатен працювати під навантаженням за температур експлуатації 750–800 °С, а його низька щільність сприяє зменшенню маси виробів аерокосмічної техніки. Розроблено технологію електронно-променевого зварювання цього інтерметаліду з регульованою швидкістю охолодження, яка дає змогу уникнути утворення холодних тріщин у шві. Механічні випробування зварних з'єднань показали, що застосування локальної післязварювальної термообробки збільшує міцність зварного з'єднання майже у 1,8 раза.

В Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича тривали дослідження гігантського магнітоелектричного ефекту, вперше відкритого вченими НАН України. Продемонстровано можливість значного підсилення магнітоелектричного та п'єзоелектричного зв'язку, спонтанної електричної поляризації в тонких плівках бінарних і потрійних оксидів, встановлено фізичний механізм виникнення цього явища. Отриманий результат уможливує створення нових нанорозмірних мультифероїків з гігантським магнітоелектричним і п'єзоелектричним ефектами та суттєво поліпшеними полярними властивостями для наноелектроніки і наноінженерії.

Серед вагомих фундаментальних результатів Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля — дослідження характеру твердофазного кристалоорієнтованого перетворення гексагонального нітриду бору на кубічний за високих тисків і температур. Отриманий полікристалічний нітрид бору має надзвичайно високі — на рівні світових досягнень — фізико-механічні властивості. До того ж зразки більші за розміром (до 12 мм), ніж світові аналоги (до 2–3 мм). Завдяки високій твердості й підвищеній теплопровідності цей матеріал можна ефективно використовувати як інструментальний.

Учені цього інституту виконали також комплексні дослідження механізмів вирощування структурно досконалих монокристалів алмазу типу Ib і IIa, плазмохімічного осадження алмазоподібних вуглецевих плівок на поверхнях оптичних матеріалів, формування структури високотвердих полікристалів алмазу та кубічного нітриду бору, високоцільної кераміки на основі карбіду бору і карбіду кремнію, композиційних матеріалів на основі алмазу і кубічного нітриду бору.

В Інституті сцинтиляційних матеріалів дослідили взаємодію наночастинок із розроблених супрамолекулярних комплексів проти-пухлинної дії з редокс-активними компонентами мікрооточення. Це дало змогу з'ясувати механізми їх специфічного впливу та синергетичного ефекту компонентів комплексів. Крім того, одержано нові дані про редокс-механізми протекторного впливу наночастинок діоксиду церію під час довготривалого надходження до організму: вони сприяють уповільненню старіння й поліпшують якість життя.

В Інституті електродинаміки розвивалися дослідження з синхронізації Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України з енергосистемою континентальної Європи (ENTSO-E). Ідеться про вироблення та впровадження нових принципів управління, оцінювання і гарантування стійкості та надійності у нормальних і динамічних режимах. Для цього створено нову розрахункову модель ОЕС України, сумісну з моделями енергетичних систем європейських

країн, і скореговано план відновлення енергосистеми України після виникнення системної аварії. Це дало змогу досліджувати зміни електричних режимів під час їх короткотермінового планування й оперативного керування в нових умовах. Отримані результати інститут передав Національній енергетичній компанії «Укренерго».

У цій установі розроблено також моделі об'єднання ринків електричної енергії України та європейських країн. Визначено переваги й етапи цього об'єднання. На замовлення НЕК «Укренерго» та Міністерства енергетики України розроблено стратегію і дорожню карту переходу української електроенергетики на міжнародні та європейські стандарти як базу для подальшого розвитку і впровадження концепції Smart Grid. Учені підготували пропозиції з впровадження сучасних європейських і міжнародних стандартів, зазначених у схваленому Урядом Плані заходів щодо реалізації Концепції «розумних мереж» в Україні до 2035 року.

Науковці Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного і Запорізького машинобудівного конструкторського бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка розробили загальну методологію проектування просторової форми проточних частин доцентрових турбін для авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД), призначених, зокрема, для військової техніки. Порівняно з класичними осьовими, доцентрові турбіни компактніші, енергоефективніші, мають меншу собівартість. Методологію успішно апробували під час створення авіаційного повітряного стартера потужністю 150 кВт. Запропонований підхід планують впровадити для широкої номенклатури турбін авіаційних ГТД, що підвищить конкурентоспроможність українського авіабудування.

У Національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут» розробили й дослідили принципово нові конструкційні матеріали з керованою структурою для експлуатованих і майбутніх ядерних реакторів. Розроблено способи керування структурою за оригінальною методикою багаторазового «осаджування-видавлювання». Це підвищило межі

плинності й міцності під час розтягування феритно-мартенситної сталі 12CrWMoNbVB. Досліджено мікроструктуру, твердість і кавітаційне зношування феритно-мартенситної сталі Т91, яку порівняно з іншими реакторними сталями марок Eurofer 97 і Х18Н10Т. Виявлено, що кавітаційна стійкість сталі Т91 вища, ніж у сталі Eurofer 97 і традиційно використовуваної аустенітної сталі Х18Н10Т, у 34 та 11 разів відповідно.

Інститут ядерних досліджень (ІЯД) долучився до експерименту LHCb на Великому адронному колайдері (ВАК) у Європейській організації з ядерних досліджень (CERN). Розпочато нову серію фізичних вимірювань (RUN 3) за вінятеро підвищеної світності та енергії зіткнення протонів до 13,6 TeV. Введено в дію модернізовану систему моніторингу умов зіткнення пучків і фону експерименту LHCb (RMS-R3). Оригінальна конструкція та програмні пакети системи RMS-R3, розробленої та виготовленої в ІЯД, уможливають вимірювання унікальних даних (з точністю ± 25 мкм) про положення області зіткнення протонів або зіткнень з ядрами фіксованої мішені. Ці безперервно отримувані дані важливі для безпеки експерименту та ефективного використання високовартісного часу ВАК.

Науковці НАН України традиційно продовжують також дослідження, спрямовані на **посилення обороноздатності й безпеки нашої країни**. Торік ці роботи значно інтенсифікувалися. Оскільки це важлива заповідка існування України як незалежної держави, не можна оминати увагою результати, отримані в Академії за цим напрямом. Слід зазначити, що в НАН України тривалий час виконуються науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи за цільовою науково-технічною програмою оборонних досліджень, проте більшість результатів цієї програми є закритими. Далі наведено приклади лише тих робіт, які виконувалися в інтересах безпеки і оборони поза межами зазначеної цільової програми.

З метою поліпшення умов ведення бойових дій ЗСУ в сенсі ситуаційної обізнаності з театром бойових дій в Інституті математики

розроблено метод класифікації даних з частковим навчанням. Його застосування підвищує якість оцінки ситуації завдяки відходу від «лінійного» бачення розміщення фронту зіткнення. Проведено пілотне випробування роботи алгоритму на тестовому наборі даних. Запропонований алгоритм забезпечує коректну класифікацію 50 точок (бойових позицій) усього за двома розміченими точками (визначеними позиціями). Такі методи використовують деякі західні військові експерти, зокрема відомий у світі військовий аналітик Томас Купер застосував подібний підхід в опублікованому ним аналізі Харківської та Херсонської операцій.

При проектуванні високовартісних та габаритних конструкцій істотно зростає роль математичного і комп'ютерного моделювання їх механічної поведінки за відомих умов експлуатації. В Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача розроблено методологію дослідження процесів деформування конструкцій складної форми і структури за інтенсивного силового навантаження, яка дає можливість отримати експертну оцінку міцності конструкцій, визначити руйнівне навантаження для неї й місце, з якого почнеться руйнування. Таке моделювання дозволить також оптимізувати конструкцію шляхом вибору віповідних матеріалів та її геометричних параметрів. При цьому завдяки уникненню натурних руйнівних випробувань можна буде, для прикладу, заощадити 24 млн грн лише на одному паливному баку ракетносія.

Питання протезування нижніх кінцівок набуло високої актуальності внаслідок ведення бойових дій. В Інституті прикладної математики і механіки створено інформаційну систему «Комплекс програм для комп'ютерного моделювання ходи людини з протезованою гоімлкою з урахуванням експериментальних біомеханічних даних», яка дозволяє оцінити широкий спектр індивідуальних характеристик ходи пацієнта та вибрати з множини заданих конструктивних схем оптимальний протез. Завдяки цьому відпадає необхідність проведення додаткових багаторазових експериментальних досліджень, які зазвичай потребують чимало

коштів і часу. Проведено успішні пілотні дослідження розробленої системи на базі лабораторії біомеханічних досліджень Українського науково-дослідного інституту протезування (м. Харків). Вартість розробки та її супроводу значно менша, ніж у зарубіжних аналогів.

Науковці Навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного аналізу» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» створили комплекс програмно-технічних засобів, що забезпечуватиме розроблення, розгортання та функціонування інструментів у вигляді вебсервісів та спеціалізованих вебзастосунків для інтелектуального аналізу великих обсягів неструктурованих даних з контекстно залежною інтерпретацією та структурованих даних. Серед іншого, це дозволить на основі аналізу великих обсягів даних з відкритих інтернет-видань і соціальних мереж виявляти загрози, зумовлені впливом ворожої пропаганди та прихованих джерел її поширення на формування деструктивної громадської думки, ознаки стимулювання протестної активності. Зазначений комплекс програмно-технічних засобів протягом 2021–2022 рр. активно використовували Командування об'єднаних сил Збройних Сил України, Служба безпеки України, Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України, Департамент кіберполіції Національної поліції України для вирішення завдань у сфері національної безпеки і оборони України.

В Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору розроблено елементи штучного інтелекту для поліпшення тактико-технічних і експлуатаційних характеристик роботів і роботизованих виробів, зокрема алгоритми керування мобільним роботом для автономного пересування по місцевості з метою пошуку мін, а також керування безпілотним літальним апаратом для польотів за завданням. Розробки впроваджено в Mechatronics Robot Laboratory Одеської національної академії харчових технологій, де виготовлено дослідні зразки робототехніки. Ведеться пошук зацікавлених осіб для серійного впровадження.

У Міжнародному науково-навчальному центрі інформаційних технологій та систем розроблено мультигалузевий моделюючий комплекс для підготовки операторів безпілотних літальних апаратів. Навчальна програма складається з 2 годин теоретичного матеріалу та близько 30 годин практичних занять на симуляційному тренажері, що передбачають базові вправи з керування літальним апаратом, відпрацювання процедур зльоту та посадки, польотів у складних метеоумовах та умовах обмеженого простору, і близько 40 годин реальних польотів. З початку воєнної агресії РФ проти України за допомогою комплексу було підготовлено 64 оператори, які успішно виконують завдання в зоні бойових дій. Наразі на комплексі можуть одночасно навчатися до 12 осіб. За планом до кінця 2023 р. навчання мають пройти близько 500 військовослужбовців.

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка спільно з Технічним центром НАН України провели дослідження фізико-механічних характеристик уламків російських ракет і снарядів, а також конструктивних елементів та електронних компонентів БпЛА «Shahed-136» («Герань-2»), що дозволило розширити доказову базу щодо підтвердження їх виробництва в Ісламській Республіці Іран.

В Інституті технічної механіки розробили конструкції та створили кілька нових приладів для зниження рівня звуку пострілу з легкої стрілецької зброї виробництва країн — членів НАТО. Експериментальне відпрацювання запропонованих приладів на полігонах Служби безпеки України та Національної гвардії України підтвердило їх високу ефективність порівняно з аналогічними виробами провідних зарубіжних фірм при значно нижчій вартості.

Науковці Інституту гідромеханіки здійснили гідродинамічне обґрунтування перспективних типів ракетних кораблів для Військово-Морських Сил Збройних сил України, зокрема трикорпусної гідродинамічної схеми (тримаран) та частково розвантаженого за допомогою повітряної подушки катамарана. За результатами цих досліджень ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (м. Миколаїв)

розробило проекти ракетного корвета «Мус-танг» та малого ракетного катера «Богомол».

В Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова здійснювалися дослідження, що стосуються адаптації сучасних методів математичної фізики для розроблення алгоритмів навігації безпілотних літальних апаратів, які дозволяють різним типам БпЛА летіти за вказаним маршрутом, користуючись лише зображенням з бортової камери та супутниковою картою в пам'яті, не потребуючи ні GPS, ні радіозв'язку з оператором. Цей алгоритм можна використати для реконструкції вже здійсненого польоту та накладання відзнятого матеріалу на карту з точною координатною сіткою. Алгоритм є стійким до змін на місцевості, зокрема в різні пори року, а також до туману та інших перешкод.

Головна астрономічна обсерваторія координує та веде спостереження з контролю космічної обстановки, результати яких використовує Національний центр управління та випробувань космічних засобів, зокрема і для потреб ЗСУ. За ініціативою ГАО Міжнародна служба лазерної локації супутників Землі виключила зі списку об'єктів спостереження супутники російської системи ГЛОНАСС як такої, що використовується у воєнних цілях.

У зв'язку з постійним завданням ракетно-бомбових ударів по об'єктах інфраструктури та можливістю їх руйнування, з метою розроблення упереджувальних та евакуаційних заходів у ймовірних осередках масового ураження Інститут географії передав Міністерству оборони України інтерактивні карти з координатами потенційно небезпечних об'єктів, зокрема тих, що становлять хімічну небезпеку, місць зберігання токсичних і радіоактивних відходів, паливно-мастильних матеріалів.

З метою отримання відомостей щодо технологій виробництва складових ракет країни-агресора та застосованих для цього новітніх матеріалів фахівців Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона та Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича з початку бойових дій широко залучали до виконання завдань з вивчення складових частин

збитої ракетної техніки. Проведено дослідження та підготовлено експертні висновки щодо більш ніж 30 фрагментів.

Науковці Інституту електродинаміки створили і запропонували до впровадження нові безконтактні магнітоелектричні моментні двигуни для радіолокаційних та оптичних систем з підвищеною точністю відпрацювання вхідних сигналів у режимах сканування та супроводження, поліпшеними параметрами якості автоматичного регулювання положення ротора в режимі його орієнтування у просторі, які в найближчій перспективі мають замінити відомі колекторні двигуни постійного струму російського виробництва.

В Інституті ядерних досліджень для проведення навчально-тренувальних теоретичних, практичних і дистанційних занять з питань фізичної ядерної безпеки на державному, регіональному та місцевому рівнях було впроваджено інтегрований навчально-тренувальний комплекс. Головною особливістю комплексу є можливість близьких до реальності імітацій роботи різних підрозділів та служб в ускладнених умовах (пожежа, задимлення, радіаційне забруднення тощо), що дають змогу підготувати персонал до роботи в умовах надзвичайної та кризової ситуацій на об'єктах з функціонуючою системою контролю та керування доступом. З початку воєнної агресії з боку РФ в комплексі пройшли навчання близько 500 осіб — співробітників АЕС та представників силових структур України.

Щосили обороняючи Україну від ворога, вкрай необхідно поряд з цим **розвивати національну економіку, передусім стратегічні галузі промисловості**. Для цього вчені Академії також мають багато пропозицій і перспективних розробок.

Скажімо, одна з найбільших дослідницьких організацій у світі «Defense IQ» дійшла висновку, що обов'язковим стандартом в оборонній галузі в найближчі 10 років стануть адитивні технології (3D-друк). Адитивне виробництво відкриває перед обороною сферою небачені можливості — зменшення витрат на проектування та виробництво деталей; створення но-

вих видів техніки й озброєнь з унікальними характеристиками; локалізація виробництва і пришвидшення виробництва за запитом; поліпшення обслуговування військової техніки завдяки виготовленню запасних деталей (особливо для застарілих чи унікальних зразків техніки); прискорення проектування завдяки тестуванню 3D-друкованих прототипів у реальних умовах; зменшення маси в результаті використання легких і міцних конструкційних матеріалів. Тому створення платформи на основі штучного інтелекту для аналізу, контролю і прогнозування виробничих процесів з використанням адитивних технологій та робототехніки перспективне для оборонно-промислового комплексу та інноваційних розробок під час повоєнного відновлення країни. За цим напрямом учені Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору розробили концепцію платформи для систем аналізу, контролю та прогнозування виробничого процесу з використанням робототехніки й адитивних технологій і почали поетапно будувати й оптимізувати елементи платформи на окремих системах обладнання.

У цьому інституті створили також дослідний зразок обладнання для плазмово-дугового адитивного наплавлення. Він уможливує пошарове нарощування мікроплазмовим і плазмовим наплавленням для отримання тривимірних зразків типу «стінка» різних розмірів із застосуванням двох видів присадного матеріалу — дроту і порошку. Створено технічну документацію для виготовлення плазмотронів оригінальної конструкції для адитивного наплавлення з використанням порошку і дроту як присадних матеріалів. Розв'язавши термомеханічну задачу одержання тривимірних друко-зварних прототипів під час пошарового плазмово-порошкового наплавлення, вчені визначили оптимальні технологічні параметри 3D-друку для базових просторових типоформ.

Вагомі результати Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка застосовано для обґрунтування понадпроектного строку експлуатації енергоблоків АЕС. Учені запропонували і теоретично обґрунтували уточнені матема-

тичні моделі, що дають змогу описувати неізо-термічні процеси непружного деформування з урахуванням історії навантаження, радіаційні ефекти розпухання і повзучості опроміненого металу та накопичені пошкодження внаслідок крихко-в'язкого руйнування матеріалу. Розроблені методи реалізовано у спеціалізованому програмному комплексі, який дозволено застосовувати в українській ядерній галузі. Для оцінювання міцності й ресурсу корпусів реакторів ВВЕР підготовлено галузевий нормативний документ, використаний для обґрунтування подовження строків служби енергоблоків АЕС України. Створений апарат розрахункових методів оцінювання міцності та прогнозування ресурсу критичних елементів обладнання АЕС допоможе гарантувати енергетичну незалежність і повоєнне відновлення країни.

В Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного тривали роботи з підвищення енергетичної безпеки України. Запропоновано петльову схему з двоярусними лопатками проточної частини парової турбіни на ультрасуперкритичні початкові параметри пари. Її реалізація дає змогу вирішити деякі конструкторські й технологічні проблеми — зменшити осьові розміри турбіни, компенсувати осьові навантаження і реалізувати охолодження лопаток, не втрачаючи тепла у тепловому циклі. На прикладі парової турбіни серії К300 показано, що використання петльової конструкції проточної частини уможливує перехід на унікальні показники ультрасуперкритичних початкових параметрів (температура 700 °С, тиск 35 МПа), одночасно зберігаючи осьові габарити й розміщення в наявних машинних залах. Прогнозоване зростання термічного ККД вдосконаленої паротурбінної установки становить 48–50 %.

В Інституті електродинаміки розвинули науково-технічні основи побудови інтегральних моделей енергосистем з відновлюваними джерелами енергії, орієнтовані на оперативне керування. Це дає змогу підвищити режимну надійність українських енергооб'єднань. Розроблено інтегральну модель Об'єднаної енергосистеми України, завдяки якій можна

відповідно до європейських вимог і під час синхронної роботи з енергосистемою Європи досліджувати погодинні зміни усталених режимів у характерні дні й аналізувати відхилення системних параметрів.

В Інституті теплоенергетичних технологій розроблено оригінальні науково обґрунтовані технічні рішення, які дали змогу до початку опалювального сезону провести роботи з переведення на газове вугілля трьох антрацитових котлоагрегатів Дарницької ТЕЦ за умови максимального використання наявного обладнання. Це стало важливим чинником підтримки критичної інфраструктури енерго- і теплозабезпечення м. Києва в умовах воєнного стану. Крім того, Інститут здійснював науковий супровід та обґрунтування оптимальних варіантів експлуатації Черкаської ТЕЦ з використанням доступного палива з характеристиками, що відрізняються від проектного, а також частково зруйнованих під час атак на енергетичну інфраструктуру Чернігівської та Охтирської ТЕЦ, теплостачальної частини Зміївської ТЕС у неповному складі обладнання.

Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» здійснює наукове забезпечення функціонування ядерної енергетики України. Попри тимчасову російську окупацію Запорізької АЕС, триває науковий супровід її ядерно-паливного циклу та переходу на ядерне паливо від компанії «Westinghouse».

Незважаючи на те, що кривава й руйнівна війна досі триває, фахівці Академії вже думають про **повоєнне відновлення й розвиток України**. Минулого року отримано чимало цінних наукових результатів, які неодмінно знадобляться у мирні часи.

Скажімо, виявивши причинно-наслідкові зв'язки між показниками об'єкта дослідження та використавши мережі Баєса, баєсівський аналіз даних, сценарний і класичний підходи до оцінювання ризиків, учені Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору розробили методіку аналізу та прогнозування стійкості, оцінювання ризиків і спроможностей регіонів та окремих територі-

альних громад. Розвинено математичні моделі, методи та алгоритми розв'язання задач синтезу й аналізу ієрархічних багатопродуктових транспортних і комунікаційних мереж з дискретними потоками та керування процесами оброблення, розподілу та маршрутизації потоків на магістральному рівні ієрархічної мережі.

Співробітники Інституту космічних досліджень розробили технологію визначення за супутниковими даними вигорілих територій України. Одержані під час її апробації результати свідчать, що розташування осередків пожеж загалом відтворює лінію фронту, а у 2022 р. в зоні бойових дій було знищено близько 70 тис. га зернових культур. Крім того, за допомогою методів штучного інтелекту для розпізнавання типів земного покриття створюються карти посівів для всієї України. Отримані результати можуть стати основою для аналізу стану продовольчої безпеки не лише України, а й багатьох країн, які є імпортерами українського зерна.

В Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова виконуються дослідження, спрямовані на підвищення ефективності та безпечності видобутку і переробки уранових руд як стратегічної сировини для забезпечення потреб атомної промисловості.

Фахівці Академії доклали зусиль до вдосконалення нормативно-правової бази забезпечення гірничих робіт і зниження ризиків виникнення техногенних надзвичайних ситуацій (вибуху газу), визначивши за допомогою всебічного й детального розрахунку на основі сучасних підходів максимально дозволене навантаження на високопродуктивний очисний вибій, обмежуване за газовим чинником. Науково обґрунтовані рекомендації враховано у наказі Міністерства енергетики України від 12.09.2022 № 310 «Про затвердження Правил визначення максимально дозволеного навантаження на високопродуктивний очисний вибій з урахуванням фактичного метановиділення і досягнутої ефективності дегазації».

В Інституті технічної механіки розроблено рекомендації з обрання раціональних параметрів ходових частин пасажирських вагонів

для поліпшення їхніх динамічних показників, взаємодії з колією, підвищення безпеки руху в штатних режимах ходу потяга і під час аварійних зіткнень. Розроблено новий зносостійкий профіль ободу коліс пасажирських вагонів для беззупинкового переходу на колію з іншими параметрами за спільної експлуатації потягів на українських (ширина колії – 1520 мм) і європейських (1435 мм) залізницях. Прогнозується, що, якщо високі динамічні якості екіпажів зберуться, показники їх взаємодії з рейками на обох видах колії будуть прийнятними. Ці дослідження покликані оновити український рухомий склад і пришвидшити інтеграцію України до європейських транспортних перевезень.

В Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова докладно проаналізували математичні моделі динаміки української економіки, зокрема досліджено оптимальний сценарій макроекономічної фінансової стабільності України. Одержані результати важливі для стійкого функціонування української економіки під час і після війни.

В Інституті магнетизму синтезовано функціональні магнітопружні матеріали на основі магнітних еластомерів, досліджено та оптимізовано склад для підсилення магнітореологічного ефекту та досягнення сталого ефекту пам'яті форми з максимальною амплітудою деформації в помірних магнітних полях. Ці композитні системи є перспективними функціональними матеріалами для використання при побудові магнітомеханічних датчиків, елементів м'якої робототехніки, в тому числі для медичних застосувань (малоінвазивні втручання тощо). Розробка готується для передачі зацікавленим відомствам, установам, підприємствам.

Інститут електронної фізики розробив методику радіоекологічного моніторингу водно-грунтового комплексу Українських Карпат і вперше отримав системні результати щодо поширення гамма-активних нуклідів (ГАН) у намулах басейну річок Тиса та Боржава. Це дає змогу не лише оцінити вплив продуктів діяльності багатьох АЕС в Україні та країнах Східної Європи, а й контролювати рівень ГАН,

тобто рівень небезпеки для українського населення радіоактивного забруднення, яке повітряні потоки переносять на значні відстані.

Для розроблення стратегії відновлення поствоєнних ландшафтів України в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка оцінювали еколого-геохімічний стан компонентів ландшафту в зонах активних бойових дій. Від початку повномасштабного російського вторгнення науковці відбирають проби ґрунту із зон найвищого рівня бойових уражень – у Бородянці, Гостомелі, Бучі, Ірпені (Київщина), Чернігові, Ніжині (Чернігівщина), Охтирці, Тростянці (Сумщина), Харкові, Ізюмі (Харківщина), Херсоні, Чорнобаївці (Херсонщина), Миколаєві, Баштанці (Миколаївщина), Маріуполі, Волновасі (Донецчина), Северодонецьку, Лисичанську, Рубіжному (Луганщина).

Проаналізовано ландшафтно-геохімічні умови та схарактеризовано основні чинники трансформації природних ландшафтів вугледобувних районів на прикладі відвалів гірничодобувних підприємств. Результати цих досліджень можуть стати основою для розроблення системи еколого-геохімічного моніторингу об'єктів довкілля техногенно навантажених територій. Реалізація такого моніторингу стане важливим кроком у досягненні нетоксичного середовища відповідно до програми захисту довкілля LIFE, до якої Україна приєдналася, отримавши статус кандидата на членство в ЄС.

Фахівці Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона за допомогою безпілотного літального апарата провели фотозйомку пошкодженого ярусу Київської телевежі, методом фотограмметрії побудували його тривимірну модель, виявили понад 1000 дефектів і на основі отриманих даних надали рекомендації щодо її оперативного ремонту. Розроблену методологію застосовуватимуть і надалі для діагностики великогабаритних конструкцій відповідального призначення (телевежі, мости, лінії електропередач та ін.), що зазнали пошкоджень у результаті російської агресії.

В інституті розроблено також технологію електронно-променевого плавлення титано-

вих сплавів, яка забезпечує отримання з вітчизняної сировини високоякісних зливок як традиційних промислових титанових сплавів, так і новітніх високоміцних титанових сплавів, створених в установах НАН України. Для практичної реалізації розроблених технологій на ДП «Науково-виробничий центр «Титан» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона» було організовано промислове виробництво зливок титанових сплавів. Продукція підприємства у вигляді зливок титанових сплавів масою до 15 т постачається як вітчизняним заводам (ВАТ «Мотор Січ» та ін.), так і за кордон. У кооперації з підприємствами-партнерами (ДП «Південний машинобудівний завод», «УкрНДІспецсталь», ТОВ «Дніпропрес Сталь» та ін.) зі зливок титанових сплавів, отриманих методом електронно-променевого плавлення, налагоджено виробництво поковок, прутків і труб, якість яких відповідає вимогам стандартів, що дозволило на сьогодні повністю забезпечити потреби підприємств оборонного комплексу України в напівфабрикатах з високоміцних титанових сплавів.

У Фізико-технологічному інституті металів та сплавів розробили високоміцний алюмінієвий сплав системи Al-Mg і технологію одержання з нього методом відцентрового лиття заготовок подвійного призначення, механічні характеристики яких значно вищі, ніж у відомих промислових аналогів.

В Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля розробили новий безпористий високов'язкий зносостійкий гетерофазний металокерамічний матеріал з градієнтною евтектичною структурою на основі Al_2O_3 та ZrO_2 . Цей матеріал можна використовувати для виготовлення деталей «гарячої зони» газотурбінних двигунів, різальних пластин для стабільного високошвидкісного лезового оброблення, зокрема високоточних за розміром елементів для монтажу щільних мозаїчних бронеплит 5-го і 6-го рівнів захисту особового складу.

Фахівці Фізико-механічного інституту імені Г.В. Карпенка розробили спеціальні порошкові дроти системи легування Fe-Cr-B-Al, призначені для електродугового напилення відновних

і захисних покриттів на відповідальні деталі військової техніки, енергетичного обладнання, устаткування комунальних і транспортних підприємств для захисту від зношування й корозії за кімнатних і підвищених температур. З минулого року ці дроти випускаються серійно.

У цій установі розроблено також екологічну технологію зміцнення титанових/цирконієвих сплавів, яка поєднує метод дифузійного насичення титанових/цирконієвих сплавів елементами включення (азотом, киснем) з плазмово-електролітним обробленням і метод вакуумно-конденсаційного осадження покриттів. Її можна застосовувати для збільшення довговічності імплантатів і для поверхневого оброблення трубок твєлів атомних реакторів, лопаток турбін газотурбінних двигунів, деталей двигунів гвинтокрилів та БПЛА.

В Інституті чорної металургії ім. З.І. Некрасова визначили раціональні композиції хімічного складу економнолегованого зносостійкого хромомарганцевого чавуну, застосування якого підвищить експлуатаційну стійкість трубопрокатного інструменту гарячого деформування (зокрема, прошивних оправок прокатних станів) порівняно з матеріалами-аналогами й одночасно зменшить матеріальні витрати на його виготовлення.

З метою модернізації устаткування на термоділянці колесопркатного цеху ПАТ «Інтерпайп НТЗ» фахівці цієї установи сформулювали рекомендації щодо керування витратою охолоджувача під час термічного оброблення залізничних коліс зі сталей різного хімічного складу, що дає змогу без значних затрат підвищити їх надійність і довговічність.

В Інституті імпульсних процесів і технологій розробили наукові засади отримання поліфункціональних порошкових композитних матеріалів на основі порошоків міді й алюмінію з високomodульними наповнювачами системи TiC-Ti з високою електропровідністю та зносостійкістю, які затребувані у стратегічних галузях промисловості та для виробництва сучасної військової техніки.

У цьому ж інституті розроблено концепцію комплексного електрогідравлічно-електроіск-

рового методу дезінтеграції відходів відпрацьованого вольфрамівмісного скрапу на порошкові мікрокомпоненти, які застосовують у виробництві бронейних підкаліберних артилерійських набоїв.

В НТК «Інститут монокристалів» розробили технологічні підходи до отримання монокристалів германо-силікату вісмуту (BGSO) методом Чохральського і спільно з ЦЕРН довели придатність кристалів BGSO для колайдерних експериментів завдяки часовим характеристикам сцинтиляцій та можливості розділення черенковського і сцинтиляційного сигналів.

Фахівці цього інституту показали, що застосування технології вирощування кристалів методом горизонтальної спрямованої кристалізації та оптимізація умов вирощування дають змогу отримувати широкоапертурні ($105 \times 125 \times 20 \text{ мм}^3$) активні елементи з титан-сапфіру високої оптичної якості й однорідності розподілу активатора з підвищеними функціональними характеристиками ($FOM = 150\text{—}200$). Досліджено фізико-хімічні процеси масопереносу та механізми утворення світлорозсіювальних центрів під час вирощування великогабаритних кристалів титан-сапфіру, активні елементи яких призначені для фемтосекундних лазерних систем петаватної потужності.

В інституті розробили також метод дифузійного зварювання активних елементів твердотільних лазерів складної геометрії, що дає змогу виготовляти тришарові оптичні елементи завдовжки 50—100 мм з високою оптичною якістю та механічною міцністю інтерфейсів. Сформульовано вимоги до стану вихідної поверхні кристалів і визначено режими механічної обробки для одержання бездефектних композитних елементів. Показано, що використання композитного активного елемента істотно зменшує залежність ефективності лазера від температури навколишнього середовища, усуває потребу в додаткових системах термостабілізації. Отримані результати можна застосовувати, розробляючи нове покоління вітчизняних лазерних систем, зокрема для безпеки й оборони.

Спільні дослідження НТК «Інститут монокристалів» і Харківського національного медичного університету довели перспективність синтезованих у НТК наночастинок оксиду титану TiO_{2-x} для розроблення ранозагоювальних засобів, оскільки ці наночастинки низькотоксичні щодо фібробластів, не знижують їхньої життєздатності й одночасно стимулюють міграцію клітин.

ДП «Завод хімічних реактивів» цієї установи залучене до виробництва новітнього українського комбінованого препарату Офтадетрил для відновлення зору поранених.

Науковці Інституту електродинаміки розробили нові наукові підходи і мультифізичні математичні моделі для аналізу імпульсних і високочастотних перенапруг у сучасних кабельних лініях електропередачі й установках резонансного типу за нормальних і аварійних режимів роботи. Це дає змогу вдосконалити технології виготовлення, сертифікації та експлуатації української високовольтної кабельно-провідникової продукції для відновлення й підвищення стійкості об'єктів національної критичної інфраструктури під час і після війни.

Фахівці Інституту загальної енергетики на замовлення ПАТ «НЕК «Укренерго» виконали наукову роботу «Прогнозування обсягів та кривих попиту на електричну енергію в ОЕС України в умовах військової агресії» для підготовки до проходження Об'єднаною енергосистемою осінньо-зимового періоду як найскладнішого в плані мінімізації ризиків для енергетичної безпеки України. Отримані наукові результати було впроваджено в ПАТ «НЕК «Укренерго». Зокрема, визначено прогнозні обсяги бруто-споживання електроенергії для кожного місяця з 1 жовтня 2022 р. по 31 грудня 2023 р. за трьома сценаріями; складено прогнозні графіки електричних навантажень ОЕС України за трьома сценаріями; для подальшого використання в «Укренерго» передано розрахункові файли прогнозних значень обсягів бруто-споживання та графіків електричних навантажень.

В Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного розробили спосіб вироб-

ництва пічного (котельного) палива з кубових залишків нафтопереробки, інших видів некондиційних вуглеводнів і промислових та комунальних рідких відходів. Він дає змогу одержувати альтернативне рідке паливо із заданими фізико-хімічними властивостями, щоб замінити дефіцитний природний газ під час вироблення теплової та електричної енергії.

Учені Інституту проблем безпеки атомних електростанцій розробили і ввели в експлуатацію на Чорнобильській АЕС експертну дослідницьку систему моніторингу параметрів скупчення ядерно небезпечних матеріалів, локалізованих у зруйнованому четвертому енергоблоці. Це дало змогу в онлайн-режимі оперативно контролювати стан небезпечних матеріалів, гарантувати екологічну безпеку, а також захищати персонал станції та населення.

В Інституті геохімії навколишнього середовища за даними дистанційних вимірювань розробили математичні та програмні засоби для відновлення поверхневого поля розподілу радіаційного забруднення. Їх використання на

базі безпілотного літального вимірювального комплексу дає змогу з високою точністю визначати локалізацію та щільність радіаційного забруднення територій, а також ідентифікувати його ізотопний склад. Ці результати вже впроваджено в Державній службі України з надзвичайних ситуацій, Державній інспекції ядерного регулювання України, відокремленому підрозділі «Науково-технічний центр» ДП «НАЕК «Енергоатом» і Державному науково-технічному центрі з ядерної та радіаційної безпеки.

Нагадаю, тут наведено лише найвагоміші наукові результати, одержані впродовж минулого року. І багато з цих результатів було отримано в дуже некомфортних для наукової роботи умовах. Загалом же потенціал нашої Академії – величезний.

Автор висловлює глибоку вдячність академікам-секретарям і установам відділень СФТМН НАН України за надані матеріали, які було використано при підготовці цієї статті.

Viacheslav L. Bogdanov

National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9864-9120>

ABOUT THE ACTIVITIES OF THE SCIENTIFIC INSTITUTIONS
OF THE SECTION OF PHYSICAL, ENGINEERING, AND MATHEMATICAL SCIENCES
OF THE NAS OF UKRAINE DURING THE MARTIAL LAW

The article presents the most important results of fundamental and applied scientific research of the institutions of the Section of Physical, Engineering, and Mathematical Sciences of the NAS of Ukraine, obtained during 2022. Despite the extremely difficult working conditions due to the large-scale military aggression of the Russian Federation against Ukraine, the scientists of the Academy continue to work, focusing their efforts primarily on strengthening defense capability and security of our country and the creation of scientific basis for post-war recovery and further innovative development of the industrial sector of Ukrainian economy.

Cite this article: Bogdanov V.L. About the activities of the scientific institutions of the Section of Physical, Engineering, and Mathematical Sciences of the NAS of Ukraine during the martial law. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2023. (3): 3–18. <https://doi.org/10.15407/visn2023.03.003>