

**З.Г. Піх**

Національний університет «Львівська політехніка», Львів

## НАУКОВІ РОЗРОБКИ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



Представлено розробки науковців Національного університету «Львівська політехніка» за останні п'ять років, що дають загальне уявлення про рівень наукового доробку та свідчать про здатність університету ефективно працювати відповідно до потреб ринкової економіки. Докладніше з науковими розробками Львівської політехніки можна ознайомитись на сайті [auka.lp.edu.ua](http://auka.lp.edu.ua).

Ключові слова: напівпровідникові матеріали, наноелектроніка, хімія, енергоощадність, інформаційні технології.

Національний університет «Львівська політехніка» реалізує державну науково-технічну політику та власну стратегію, всебічно сприяє утвердженню в Україні інноваційної моделі економічного і соціального розвитку, підвищенню ефективності використання інтелектуального потенціалу та забезпеченню зростання конкурентоспроможності національної економіки.

Співпраця зі світовими науково-освітніми центрами і фондами, формування інноваційної інфраструктури та комерціалізація результатів наукових досліджень — серед основних пріоритетів діяльності Львівської політехніки.

Співробітники науково-дослідного центру твердотільної електроніки та сенсорів «Кристал» (науковий керівник — д-р тех. наук *Большакова І.А.*) розробили **технологію радіаційного модифікування напівпровідникових матеріалів  $A_{III}B_V$  для сенсорної електроніки**, зокрема визначили оптимальні технологічні режими радіаційної модифікації сенсорів на основі гетероструктур  $InSb/i-GaAs$  та  $InAs/i-GaAs$  для отримання сенсорів, параметри яких є ста-

більними в умовах експлуатації в прискорювачах та реакторах термоядерного синтезу та нову версію програмного забезпечення для вимірювальної системи, що забезпечує високу точність контролю параметрів радіаційно модифікованих напівпровідникових матеріалів, а також контроль та регулювання температури досліджуваних сенсорів під час опромінення. Технологія радіаційного модифікування дає можливість одержувати матеріал з заданим рівнем легування та однорідним розподілом легуючих домішок, придатного для отримання радіаційно стійких сенсорів з високою чутливістю до магнітного поля. На відміну від відомих, розроблена технологія радіаційного модифікування дозволяє проводити процес як для тонкоплівкових матеріалів, так і для готових сенсорів, що не тільки спрощує сам технологічний процес, а й дозволяє отримувати радіаційно стійкі сенсори з широким діапазоном робочих температур, високою чутливістю до магнітного поля, часовою стабільністю параметрів. Технологія радіаційної модифікації дає можливість проводити модифікацію не тільки напівпровідникових матеріалів, тонкоплівкових структур, а й готових сенсорів магнітного

поля. Сумарні витрати на її реалізацію складають 1 млн. 500 тис. грн., термін окупності — 5–7 років. Серед потенційних споживачів — науково-дослідні центри, в яких експлуатуються, будуються або плануються дослідницькі реактори та прискорювачі заряджених частинок у США, Німеччині, Росії, Японії, Франції та ін. Міжнародні центри ядерних досліджень CERN, ОІЯД (проект NICA), GSI (проект FAIR), а також термоядерні реактори ITER, JET, TORE SUPRA потребують сотні магнітометрів для контролю та моніторингу магнітного поля. Магнітометри на основі радіаційно стійких холлівських сенсорів можуть використовуватись у циклотронах медичного призначення, ринок яких з кожним роком стрімко зростає. Наразі розроблено та виготовлено оснастку та апаратуру для проведення *in-situ* вимірювань параметрів матеріалів та сенсорів під час їх опромінення. Виготовлено експериментальні зразки радіаційно-модифікованих сенсорів та проведено їх випробування. Для Об'єднаного інституту ядерних досліджень (м. Дубна, РФ) виготовлено 3-координатні магнітометри на основі радіаційно стійких холлівських сенсорів.

За науковим напрямом «Найважливіші проблеми хімії та розвитку хімічних технологій» працює низка науковців «Львівської політехніки». Так, під керівництвом д-ра тех. наук, проф. *Воронова С.А.* створено **високоєфективні полімерні носії нуклеїнових кислот, люмінесцентних маркерів та лікарських засобів для експрес-діагностики і лікування протейнопатії**. Розроблено методологію синтезу та створено ефективні методики одержання нових класів функціональних мономерів. Вперше одержано нові класи акрилатних, сиренових, малеїнатних та малімідних поверхнево активних мономерів. Досліджено колоїдно-хімічні властивості синтезованих мономерів та їх розчинів, емульсійну та вододисперсійну кополімеризацію з пероксидними та іншими мономерами традиційної будови, що виставляються на продаж. Досліджено колоїдно-хімічні

властивості і адсорбційну здатність одержаних функціональних олігомерів. Вперше одержано носії, комплекси яких з олігонуклеотидами долають гемоенцефалітний бар'єр, що надзвичайно важливо для лікування пріонних інфекцій та інших захворювань головного мозку. Перевагою створених матеріалів є те, що їх кон'югати з нуклеїновими кислотами та іншими лікарськими препаратами, на відміну від відомих носіїв, здатні долати гемоенцефалітний бар'єр, забезпечуючи доставку ліків у головний мозок — головне вогнище пріонної інфекції. Синтезовані носії забезпечують у 28 разів ефективнішу доставку нуклеїнових кислот у клітини дріжджів порівняно з розгалуженим поліетиленіміном та у 79 разів ефективнішу порівняно з поліетиленгліколем від компанії Sigma-Aldrich. Вони у 15 разів ефективніші, ніж традиційна літій-ацетатна доставка, а також у 2 рази порівняно з електропорацією. Матеріали створено на основі доступних сполук природного походження та промислових мономерів. Їхнє застосування у декілька разів підвищує терапевтичну дію специфічних олігонуклеотидів. Завдяки універсальності методу одержання олігомерів значно знижується їх собівартість. Виготовлені експериментальні зразки апробовано в Інституті біології тварин та в Інституті біології клітини НАН України як носії ліків та генів для проведення наукових досліджень *in vitro* та *in vivo* згідно з тематикою цих організацій.

Створено і досліджено *in vitro* та *in vivo* **нові «розумні» олігомерні носії ліків і нуклеїнових кислот та нанорозмірні системи їх цільової доставки** в клітинах та організмі (науковий керівник — д-р тех. наук, доц. *Зайченко О.С.*). Протиракові препарати на їх основі успішно пройшли лабораторні і доклінічні випробування; готується проведення клінічних випробувань. Технологія синтезу захищена патентами України, отримано патент США. Роботу виконано разом з Інститутом біології клітини НАН України, який є співвласником розробки. Ідея розробки полягає в тому, що

нові носії і системи доставки з низькою токсичністю забезпечують адресну доставку ліків в орган-мішень, контрольоване вивільнення та пролонгацію дії, можливість зменшення дози токсичних протиракових препаратів, а також подолання природних біологічних бар'єрів в організмі. До позитивів розробки можна віднести таке: 1) методи отримання нових носіїв та систем доставки забезпечують цільовий контроль функціональності та молекулярно-масових характеристик носіїв, колоїдно-хімічних і реологічних властивостей та здатності для іммобілізації ліків і ДНК; 2) меншу собівартість та меншу токсичність у порівнянні з існуючими синтетичними аналогами; 3) можливість створення різних форм препаратів для пероральних, парентеральних, трансдермальних та інших шляхів доставки препаратів в організм; 4) можливість подолання природних біологічних бар'єрів, підвищена ефективність та пролонгація терапевтичної дії.

Розроблено проект регламенту та технічних умов одержання ефективного **біоциду для захисту фарб та ґрунтовок** тіосульфатного типу (ТС) з широким спектром протимікробної дії (науковий керівник д-р тех. наук, проф. *Новіков В.П.*). Проведено виробничі випробування біоцидної дії лабораторних зразків біоциду у зразках водоемульсійних фарб UP-131 та лаків 339 з вмістом ТС в концентраціях 0,1–1 %, виготовлених на ТОВ НВФ «ІРКОМ-ЕКТ». Встановлено, що дослідні зразки фарб UP-131 та лаків 339 з біоцидною добавкою ТС забезпечують антимікробний і протигрибковий захист різноманітних матеріалів від біопшкоджень в зовнішніх та внутрішніх приміщеннях будівель. На зразках деревини і штукатурки з нанесенням фарби і лаку, що містять ТС, повністю відсутні гриби *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* і спостерігається стерильна зона на поживному середовищі, яка пояснюється дифузиею біоциду ТС у середовище, завдяки фунгіцидним властивостям даних зразків. Запропонована біоцидна субстанція ТС є високоактивним біоцидом щодо бак-

терій та грибів, що викликають біопшкодження фарб та лаків і є більш ефективною, ніж Grotan F-15 (S&M). Прогнозована потреба тіосульфатного біоциду, який може застосуватися не тільки як біоцид для фарб та лаків, але і для захисту від біопшкоджень різних нафтопродуктів та у сфері їх виробництва, становить приблизно 150 т на рік. Очікуваний економічний ефект при виробництві і застосуванні біоцидів – не менше 200 млн. грн. на рік. Серед потенційних споживачів – підприємства автомобіле- та машинобудування, цивільне та промислове будівництво, нафтопереробна промисловість.

Серед розробок наукового напрямку «Створення та застосування технологій отримання нових речовин хімічного виробництва» слід виділити **технологічні засади виробництва стабілізованої полімерної сірки і водню плазмолізом сірководню**, що не мають аналогів у світі та дозволяють одержувати спеціальні види сірки із наперед заданими властивостями та ефективно вирішувати проблему утилізації сірководню (група науковців під керівництвом д-ра тех. наук, проф. *Яворського В.Т.*). Отримано експериментальні зразки стабілізованої полімерної сірки, а також вивчено їх фізико-хімічні і фізико-механічні властивості; зразки сіркоцементів з підвищеними гідрофобністю, механічною міцністю, морозостійкістю та скороченим терміном тужавіння. Розроблено технологічну схему процесу виробництва та обґрунтовано параметри технологічного режиму здійснення головних технологічних стадій. Розроблена технологія забезпечує селективне отримання разом із воднем заданого спеціального виду сірки (полімерної або дрібнодисперсної), а також сірковуглецю на одній установці лише внаслідок зміни параметрів вихідної сировини та технологічного процесу. Технологія характеризується максимальною повнотою перероблення сировини з отриманням цільових продуктів, що належать до специфічних високодефіцитних продуктів сульфатної промисловості, виробництво яких в

Україні відсутнє. Технологія дозволяє вибірково отримати спеціальні види сірки на одній установці, зменшити собівартість продукту за рахунок зменшення енерговитрат і отримання додаткового продукту — водню та покращити умови праці. Експериментальні зразки стабілізованої полімерної сірки за деякими параметрами переважають кращі світові зразки. Застосування названої технології дозволяє знизити собівартість продукту на 50–60 %, зменшити стадії технологічного процесу, забезпечити комплексну переробку сировини, повнота та глибина якої сягає 100 %, та забезпечити термостабільність полімерної сірки понад 70 % (термостабільність аналогів не перевищує 55 %), що дасть можливість отримати полімерну сірку з регульованими властивостями та розширити області її застосування. Витрати на реалізацію проекту (залежно від продуктивності технологічного об'єкту) — 2–5 млн. грн. Термін окупності — 2–3 роки. Потенційними користувачами технології можуть бути нафто- і газопереробна, хімічна, коксохімічна, харчова, гумово-технічна та шинна промисловості, будівельна галузь, сільське господарство, енергетика.

Надзвичайно перспективним є науковий напрям «Технології використання нових видів палива, скидних енергоресурсів, відновлюваних та альтернативних джерел енергії. Теплонасосні технології». Науковці «Львівської політехніки» створили **електромеханотронну систему перетворення енергії для безредукторних вітроустановок з вертикальною віссю обертання** (науковий керівник — д-р тех. наук., проф. *Щур І.З.*), на яку отримано патенти. Запропоновано методику спрощеного та уточненого розрахунків параметрів генератора та пакет програм для розрахунку магніто механічної характеристики багатополюсних синхронних машин різної конфігурації на основі 3D-моделювання магнітного поля, що дало змогу оперативно проектувати високоефективні електричні машини із заданими параметрами, які вигідно відрізняються від аналогів, що приходять на ринок України. Розроблено

мікроконтролерну систему автоматичного керування, яка виконує функції оптимізації робочої точки з метою отримання максимальної вихідної потужності, забезпечення коректної роботи акумуляторних батарей з метою продовження їх терміну служби та захисту вітроенергоустановки від нештатних ситуацій. Запропоновані системні, схемні та алгоритмічні рішення безредукторних автономних вітроенергоустановок на основі багатополюсної двоякірної синхронної машини з постійними магнітами з силовими напівпровідниковими перетворювачами параметрів електроенергії на базі підвищувального DC-DC-перетворювача та активного випрямляча напруги з мікроконтролерним керуванням забезпечують значно кращі енергетичні та експлуатаційні показники порівняно з аналогами завдяки ефективному використанню низькопотенціальних вітрів, оптимальному регулюванню електричного навантаження та системі захисту акумуляторних батарей.

Є напрацювання у науковців «Львівської політехніки» і в царині використання сонячної енергії. Зокрема, виготовлено експериментальний зразок **тривимірного сонячного елемента  $n$ -CdS/ $p$ -CdTe** та проведено його тестування у лабораторних умовах (науковий керівник — д-р фіз.-мат. наук, проф. *Ільчук Г.А.*). Практична та економічна цінність розробленої технології одержання текстурованих сонячних елементів полягає ось у чому: технологія дозволяє одержувати елементи з більшою робочою поверхнею без зміни їхньої площі; багатократне відбивання світла на мікрорельєфній поверхні забезпечує збільшення ККД сонячного елемента; використання кремнію для виготовлення мікрорельєфних підкладок дозволить полегшити можливе впровадження у масове виробництво. Використання невеликої кількості високочистих матеріалів для виготовлення сонячних елементів дає можливість зменшити собівартість їх виробництва. Водночас збільшення ефективності сонячних елементів без зміни їх площі дає можливість

зменшити термін окупності встановлення сонячних батарей. Розроблена технологія дозволяє одержувати зразки, що містять лише невеликі кількості високочистих та дорогих кадмію і телуру. Зв'язані у сполуці, вони нешкідливі і практично не впливають на зовнішнє середовище та є екологічно безпечними.

Для організацій та підприємств, які працюють у галузях електроенергетики, приладобудування, мікро- та нанофотоелектроніки, спінтроніки, електронного матеріалознавства актуальними є розроблені під керівництвом д-ра тех. наук, проф. *Григорчака І.І.* (науковий напрям «Створення та застосування нанотехнологій і технологій наноматеріалів») **фізико-технологічні засади формування ієрархічних та супрамолекулярних структур молекулярної енергетики і наноелектроніки**. На сьогодні розроблено обладнання та запропоновано технологічні операції для виготовлення генераторів і накопичувачів енергії в композитному корпусі. Виготовлено перші зразки твердотільних наноструктурованих іоністорів з функціональною радіочастотною гібридністю. Створено нові види джерел енергії, іоністорів, наногенераторів струму. Вперше для цих пристроїв застосована технологія супрамолекулярних ансамблів ієрархічної архітектури. Сформовано супрамолекулярні наноструктури одно- та двоматричної ієрархічної архітектури: графіт-надисперсний селенід вісмуту та графіт-надисперсний дисульфід заліза для літєвих джерел струму з інтеркаляційним механізмом струмоутворюючих реакцій, що забезпечує зростання питомої ємності до 6 разів порівняно з відомими великомасштабними гомологами. Створено новий клас наноструктурованих елементів, таких, як магнітні блокатори постійного струму та безкотушкові лінії затримки. Вперше розроблено інтеркаляційний спосіб формування наноструктур. Вперше сформовано наноструктуру нової конфігурації — з по черговими 2D-напівпровідниковими та 2D-іонними нанопрошарками, яка виявляє функціональну гібридність. На низьких частотах

вона поводить себе як іоністор, а на високих — як високочастотний радіочастотний конденсатор. У вперше синтезованих супрамолекулярних ансамблях ієрархічної архітектури забезпечується колосальне зростання величини фотоємності при кімнатних температурах порівняно з відомими матеріалами. Виявлені нові ефекти і явища забезпечують широке практичне застосування сформованих наноструктур як структур радіочастотних конденсаторів з суттєво вищою питомою ємністю порівняно з відомими та нанофотоіоністорів надвеликої ємності, аналогів яких немає.

Науковою групою проф. Григорчака І.І. також розроблено методи і режими **інтеркаляційної модифікації екологічно безпечних мінералів** та виконано технологічно-конструкторське забезпечення для її реалізації. Встановлено, що формування дублетноматричних і супрамолекулярних наноструктур на основі інтеркаляційно модифікованих мінералів суттєво покращує енерго-потужнісні параметри літєвих джерел струму, які є сьогодні на ринку. На відміну від світових аналогів досягнута питома ємність, що на порядок вища, ніж у катодних матеріалів літєвих джерел живлення, та функціональна гібридність, яка забезпечує гігантську псевдоємність  $\sim 8000$  Ф/г. Розроблено активну систему конфігурації «Double matrix-goosking chair», в якій можна досягти питомої енергії  $\sim 9$  кДж/г. Спрощено схематичні рішення, забезпечено збільшення у 2 рази енергетичної ємності та до 10 разів кількості циклів «заряд—розряд», що дає можливість замінити весь «парк» свинцевих, нікель—кадмієвих та нікель—метал—гідридних акумуляторів. Наявність ресурсної бази, простота та екологічна чистота технології при забезпеченні високих енерго-потужнісних параметрів та низька вартість одиниці енергії зумовлюють інвестиційну привабливість розробки. Серед потенційних споживачів — галузь приладобудування, зокрема для забезпечення енергетичної автономності (системи живлення калькуляторів, пультів керування, комп'ютерної енер-

гонезалежної пам'яті, мобільні пристрої, ліхтарики тощо), а також для виготовлення енергетичних блоків гібридних транспортних засобів. Виготовлено та протестовано зразки наногібридизованих структур, які проявляють здатність до надвисокоємного накопичення заряду. Технології молекулярних накопичувачів енергії з водними і неводними електролітами та технології літєвих джерел струму з інтеркаляційним механізмом струмоутворюючих реакцій готові до впровадження у виробництво. Передбачається впровадження суперконденсаторів для електроавтобуса на концерні «Електрон» (Україна), на фірмах MWH (Словаччина) — гібридні накопичувачі енергії та «LG-electronics» (Південна Корея) — літій-іонний конденсатор для гаджетів та редокс-аккумулятор для мобільних телефонів.

На Бурштинській ТЕС, ВАТ «Львівобленерго», ВАТ «Західенерго» та відкритій розподільчій злягоді підстанції «Калуш» Західної електроенергетичної системи впроваджено **засоби та способи покращення керованості та якості електроенергетичних систем** (науковий керівник — д-р тех. наук, проф. *Варецький Ю.О.*). Розроблено програмний модуль для аналізу впливу характеристик фільтрів вищих гармонік на показники несинусоїдного режиму електричної мережі; програмний модуль розрахунку елементів електричних мереж, який дозволяє адекватно моделювати ферорезонансні процеси в реальних електромережах з електромагнітними трансформаторами напруги, та програмний модуль для імітаційного моделювання статичної системи збудження ССТЕ-2100-465-2,5 УХЛ4 турбогенератора ТГВ-200. Створено бази даних показників несинусоїдних режимів електричних мереж з різними типами нелінійних навантажень та засобами компенсації реактивної потужності, які отримані на основі експериментальних та модельних досліджень і дозволяють створити нові системи моніторингу несинусоїдних режимів електричних мереж з нелінійними навантаженнями; розрахункових параметрів основних

типів електромагнітних трансформаторів напруги, які дають змогу адекватно моделювати ферорезонансні процеси в електричних мережах. Розроблено технологічні інструкції верифікації телевимірів на основі узагальнених незалежних змінних для задач оперативного диспетчерського керування електричними мережами, що дозволяє суттєво знизити неточність інформації, зумовлену наявністю похибок на шляху від джерела інформації до оператора. Розробка відповідає світовому рівню. Практичне застосування запропонованих моделей, методів, способів аналізу та розрахунку дозволяє суттєво покращити керованість, якість та надійність електроенергетичних систем, опрацювати оптимальні стратегії їх розвитку та покращення керованості. На даний момент розроблено комп'ютерний симулятор для тестування і діагностування статичних систем регулювання збудження турбогенераторів електростанцій; антирезонансний трансформатор напруги для електромереж з ізольованою нейтраллю; систему захисту трансформатора напруги від пошкоджень ферорезонансними процесами в електричних мережах з ізольованою нейтраллю. Виготовлено дослідно-промисловий зразок пристрою захисту трансформаторів напруги від ферорезонансних процесів.

На Нововолинському ливарному заводі, ТзОВ «Науково-виробниче об'єднання «Розліт» та «Мотор Січ» передбачається впровадження захищеної патентами України **інтелектуальної системи оптимального керування електричними режимами дугової сталеплавильної печі за критеріями енергоощадності**. Експериментальний зразок цієї системи пройшов випробування у печах малої місткості (наукова група д-ра тех. наук, проф. *Лозинського О.Ю.*, яка працює у напрямі «Технології електроенергетики»). Оперативне керування режимами плавлення та адаптація до зміни координатних і параметричних збурень виконується нейронною мережею верхнього рівня. Вхідний вектор нейронної мережі, елементами якого є інтегральні оцінки координат та збурень ре-

жиму плавлення, оперативно розраховується підсистемою інформаційного забезпечення. На нижньому рівні функціонують локальні підсистеми швидкодійного регулювання та якісної стабілізації координат електричного режиму. Розроблена ієрархічна багатоконтурна система має розширені функціональні можливості щодо реалізації стратегій багатокритеріального оптимального керування, зокрема за узагальненими критеріями енергоощадності. На відміну від двоконтурної системи італійської фірми Daniele розроблена система нейронмережевого керування має більші можливості оперативних багатокритеріальних стратегій адаптивного оптимального керування режимами плавлення, в 1,4 рази меншу встановлену потужність силового електрообладнання і, відповідно, меншу вартість, а також менші спотворення синусоїдності струмів дуг та напруги мережі. При застосуванні запропонованої системи підвищується точність реалізації оптимального директивного графіка ведення плавки, що гарантує отримання електросталей та сплавів із нормативними показниками хімічного складу та фізичних властивостей, зменшується кількість бракованих плавок, зменшується ймовірність виникнення аварій та нештатних ситуацій, зменшується собівартість сталей та сплавів. У печах місткістю 0,5–3 т досягається зменшення питомих витрат електроенергії – на 4–6 %, втрати активної енергії знижуються на 4,5–7 %, а споживання реактивної енергії на 17–24 %. Середній коефіцієнт потужності за плавку зростає з 0,79 до 0,85, втрати металу через випаровування менші на 4,5–5,5 %, а продуктивність печі зростає на 6–7 %.

Під керівництвом д-ра техн. наук, проф. *Дуриягіної З.А.* оптимізовано функціональні властивості конструкційних матеріалів методами інженерії поверхні з використанням комп'ютерного моделювання. Виготовлено експериментальний зразок USB-адаптера вібраційного магнітометра для уніфікації, модернізації та підвищення точності вимірювань магнітних властивостей поверхневих шарів. Розроблено

програмний комплекс Solid Works для побудови імітаційних моделей, що дозволяє проводити визначення оптимальних параметрів мікроструктури поверхневих шарів металовиробів, які відповідають вимогам експлуатації. Розроблено програмний продукт T-Controller User Manual. Авторами розроблено нові технології відновлення і ремонту деталей машин з метою підвищення їх зносостійкості, контактної міцності та корозійної стійкості та методи визначення оптимальних параметрів мікроструктури. Запропоновано шляхи створення функціональних бар'єрних шарів поверхневим лазерним легуванням корозійностійких сталей, що мають властивості нових матеріалів, здатні тривалий час надійно працювати в парах тертя за умов статичних та динамічних навантажень при одночасній дії робочих середовищ. Встановлено оптимальні комбінації в системі «сталь – модифіковані у поверхню елементи» з урахуванням кінетики та механізму фізико-хімічних явищ на міжфазній поверхні розділу. Розроблено оптимальні режими методів інженерії поверхні. Створено інтелектуальні давачі з функціями розпізнавання, класифікації, прогнозування та передбачення. На відміну від світових аналогів розроблена технологія дає можливість здійснювати вибір оптимальних технологій формування поверхневих шарів різного функціонального призначення залежно від морфології їх будови. Для підвищення контактної довговічності пар тертя встановлено аналітичні залежності, що пов'язують ефективні механічні властивості та кількісні параметри мікроструктури поверхневих шарів. Застосування методів нейронечіткого моделювання дозволило створити інтелектуальні давачі, що можуть бути вмонтовані у обладнання для моніторингу деструктивних змін у поверхневих шарах конструкційних матеріалів.

Науковою групою д-ра техн. наук, проф. *Мельника А.О.*, що працює у науковому напрямі «Суперкомп'ютерні програмно-технічні засоби, телекомунікаційні мережі та системи.

Грид- та клауд-технології», розроблено **технологію побудови багатопортової пам'яті комп'ютера на принципах паралельного доступу до даних** — теорію, моделі та технологію побудови пристроїв паралельної багатопортової пам'яті (ПБП) комп'ютера. Технологія включає новий спосіб впорядкованого доступу до даних, що забезпечує паралельний доступ до даних з багатьох портів, дає можливість виконання паралельних обчислень та підвищує продуктивність комп'ютерних систем. Запропоновано новий тип пам'яті комп'ютера та нову архітектуру пристрою пам'яті, в якій реалізовано цей спосіб. Розроблені моделі пристроїв ПБП можуть бути реалізовані з використанням розробленої технології в ПЛІС (Програмована логічна інтегральна схема) як окремі пристрої пам'яті комп'ютера або складові комп'ютерних систем на кристалі. На сьогодні пристроїв пам'яті з паралельним безконфліктним доступом до даних з багатьох портів не існує. У порівнянні з пристроями пам'яті з послідовним доступом пам'ять з паралельним безконфліктним доступом, як мінімум, у  $n$  разів швидша ( $n$  — кількість портів пам'яті), не потребує зберігання адрес комірок пам'яті, до яких записано дані, та має ширші функціональні можливості. Застосування запропонованого пристрою пам'яті підвищить ефективність комп'ютерних засобів для пристрою пам'яті з 16-ма портами —  $1/16$  нс, тобто 60 пс, що є недосяжним для відомих типів пам'яті. Для порівняння: найшвидша напівпровідникова пам'ять фірми Micron SDRAM CT32M64 S4W7E працює на частоті 133 МГц, тобто на запис/вибірку з цієї пам'яті одного даного потрібно 8 нс — у 128 разів більше, аніж в розробленій багатопортовій пам'яті. На основі багатопортової пам'яті можуть будуватися такі пристрої комп'ютера: паралельна буферна пам'ять, паралельні процесори опрацювання сигналів та зображень, спільна пам'ять комп'ютерних систем та мереж тощо.

Перспективною є розробка **інформаційної технології захисту цінних паперів на основі**

**нових методів цифрової обробки графічної інформації** (науковий керівник — д-р техн. наук, проф. *Медиковський М.О.*). Розроблена технологія вирішує проблему створення вітчизняних інноваційних способів захисту цінних паперів, адже на сьогоднішній день практично відсутні подібні методи та засоби, розроблені на основі математичного апарату та реалізовані з використанням стандартного устаткування для видавничо-поліграфічних систем. Результати роботи впроваджено на поліграфічному комбінаті «Україна», де освоєно принципово нову технологію побудови гільйошних елементів захисту цінних паперів. Технологію і спеціалізоване програмне забезпечення для виготовлення елементів захисту шляхом кодування зображень з використанням неперіодичних матриць Адамара впроваджено на Банкнотній фабриці Національного банку України. Науковцями групи Медиковського М.О. розроблено інформаційну технологію реалізації комплексного захисту цінних паперів на основі векторної графіки та кодування зображень, а також спеціалізоване програмне забезпечення, що збільшує ефективність та рівень захисту цінних паперів шляхом підвищення точності побудови графічних елементів. Використання розробленої інформаційної технології на етапі додрукарських процесів забезпечує унікальні елементи захисту. Крім того, розширюються можливості параметричної ідентифікації документів. Розроблений комплексний метод захисту цінних паперів об'єднує метод побудови тонкої графіки та метод кодування графічних зображень. Поєднання методу побудови тонкої графіки на основі Ateb-функцій та методу кодування графічних зображень стало основою створеної нової інформаційної технології захисту цінних паперів. Запропонована технологія захисту цінних паперів не вимагає використання нових матеріалів та спеціального устаткування. Аналогічної технології захисту та відповідного програмного забезпечення для її реалізації в Україні немає.



*З.Г. Пух*

Национальный университет  
«Львівська політехніка», Львів

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ  
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
«ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Представлены разработки ученых Национального университета «Львівська політехніка» за последние пять лет, которые дают общее представление об уровне научного наследия и свидетельствуют о способности университета эффективно работать в соответствии с потребностями рыночной экономики. Подробнее с научными разработками можно ознакомиться на сайте [nauka.lp.edu.ua](http://nauka.lp.edu.ua).

*Ключевые слова:* полупроводниковые материалы, наноэлектроника, химия, энергосбережение, информационные технологии.

*Z. Ptkh*

Lviv Polytechnic National University, Lviv

SCIENTIFIC DEVELOPMENTS OF THE LVIV  
POLYTECHNIC NATIONAL UNIVERSITY

Developments of scientists from Lviv Polytechnic National University in the last five years providing the outline of the level of scientific achievements and testifying the ability of the University to work effectively to meet the needs of a market economy are presented. More information about Lviv Polytechnic National University scientific developments can be found at [nauka.lp.edu.ua](http://nauka.lp.edu.ua).

*Key words:* semiconductor materials, nanoelectronics, chemistry, energy saving, information technologies.

Стаття надійшла до редакції 08.12.14